

# Segmentación Supervisada y No Supervisada de Zonas Costeras en Secuencias de Videos

Marina P. Cipolletti<sup>1,3</sup>, Natalia V. Revollo Sarmiento<sup>1,2,3</sup>, Claudio Delrieux<sup>3</sup>, Gerardo M. Perillo<sup>1,4</sup>, and M. Cintia Piccolo<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Oceanografía, CONICET

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, UNJU

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica-Dpto. de Ing. Eléctrica y de Computadoras, UNS-CONICET

<sup>4</sup> Departamento de Geología, UNS

<sup>5</sup> Departamento de Geografía y Turismo, UNS

mpcipolletti@gmail.com, nrevollo@criba.edu.ar, cad@uns.edu.ar, gmeperillo@criba.edu.ar, piccolo@criba.edu.ar

**Resumen** El procesamiento de imágenes y video para el estudio de fenómenos naturales es una de las técnicas más usadas para extraer información cualitativa y cuantitativa que sirve de apoyo a la toma de decisiones económicas, políticas, sociales y ambientales. En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de análisis no supervisado para la segmentación y medición de áreas costeras basado en el procesamiento de video. El mismo en principio fue testeado para determinar automáticamente las áreas que conforman un sector la playa de Monte Hermoso en función de la marea. Los videos usados como datos de entrada fueron captados con videocámaras de bajo costo y procesados en equipos convencionales empleando un lenguaje estándar de programación y bibliotecas de visión por computadora. La segmentación se realizó mediante el empleo de algoritmos de clasificación supervisados y no supervisados sobre imágenes promedios extraídas de cada video. Los datos experimentales que se obtienen mediante el empleo de métodos supervisados y no supervisados muestran resultados similares. Por lo tanto es posible reconocer las zonas y estimar un valor del área de la playa empleando cualquiera de estos algoritmos.

**Palabras clave:** Segmentación, Clasificación Supervisada, Clasificación no Supervisada, Rectificación de Imágenes, Procesamiento de Imágenes, Procesamiento de Video.

## 1. Introducción

El procesamiento de videos e imágenes y la teledetección satelital de fenómenos naturales son una de las técnicas no invasivas más usadas en la obtención de información cualitativa y cuantitativa en la toma de decisiones. La

teledetección, sin embargo, es una tecnología de baja resolución espacial, y tiene asociado un elevado costo de adquisición de la información. En contraparte, el monitoreo usando sistemas de visión por computadora puede confrontar estas desventajas si los algoritmos empleados son eficientes. Existen proyectos a nivel mundial que estudian fenómenos naturales mediante el empleo de video, el sistema ARGUS ha sido el pionero en este tipo de sistemas[3]. Sin embargo el continuo desarrollo en la tecnología de captura de imágenes y videos digitales, ha permitido un avance importante en el alcance de las aplicaciones desarrolladas para monitoreo ambiental como los proyectos: INDIA[4], el proyecto HORS[5] para el monitoreo costero a través de un globo aerostático, el proyecto CAM-ERA, el sistema EVS, el sistema KOSTA y el proyecto HORUS. En estos proyectos no se ha abordado todavía el estudio de ciertos fenómenos como la segmentación para el reconocimiento y medición de áreas de la zona de la playa del sistema costero con técnicas basadas en procesamiento de imágenes y visión por computadora. El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un sistema de análisis no supervisado para la segmentación y medición de áreas costeras basado en el procesamiento de video. El mismo permite identificar y medir las zonas de Playa Seca, de Playa Húmeda, de Lavado y de Rompientes mediante la extracción de características con algoritmos de clasificación supervisados y no supervisados. En este trabajo se presentan los primeros resultados de la identificación y medición de las componentes de la zona de la playa empleando diversos algoritmos de identificación, segmentación y medición basados en procesamiento de videos e imágenes.

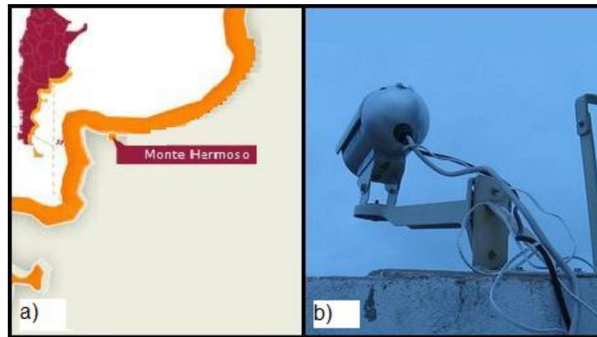
## 2. Metodología

El sistema desarrollado está organizado en tres etapas: procesamiento de video, segmentación supervisada basada en un algoritmo multidistancia a zonas prototipos y segmentación no supervisada empleando el algoritmo de clustering K-Means (Fig. 2).

### 2.1. Procesamiento de video

Los videos empleados fueron grabados con cámaras IP de bajo costo con una resolución de 640x480 pixels[1]. Se encuentran en formato AVI y corresponden a cinco minutos de grabación. Las cámaras fueron posicionadas sobre un edificio de 30m. en el Balneario de la ciudad de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires (Fig. 1). Desde este edificio se tiene una vista panorámica de las zonas de la playa en estudio.

**Calculo de la Imagen Promedio** Cada video se separó en frames. Combinando pixel a pixel el valor RGB de los diferentes frames se obtuvo una imagen

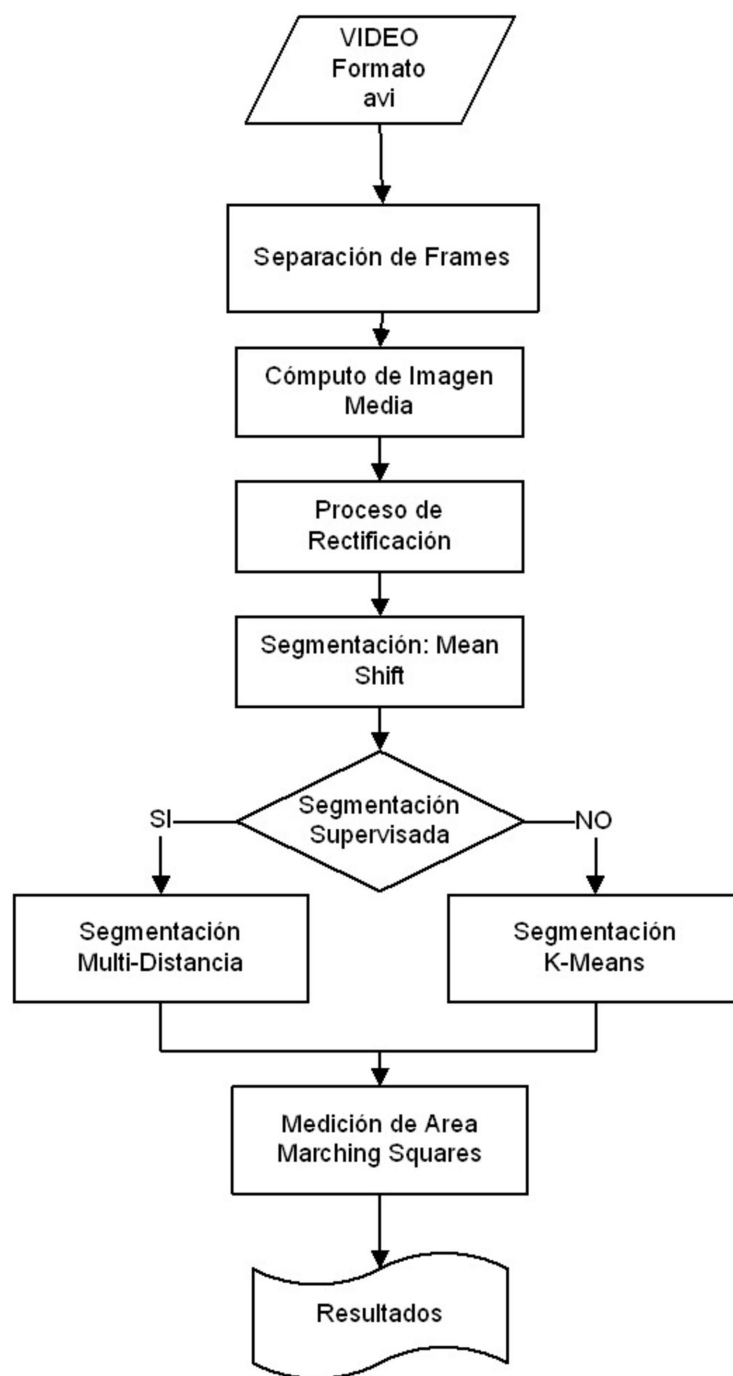


**Figura 1.** (a)Zona de trabajo. (b) Imagen de la cámara instalada.

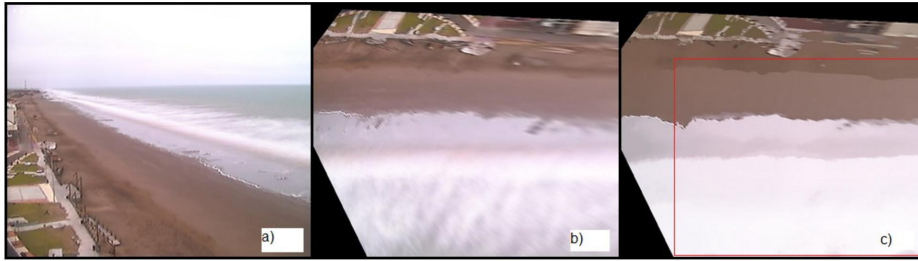
promedio (Fig. 3(a)) que mejor representa la zona de la playa en el periodo de tiempo considerado. El calculo se implemento con un lenguaje estándar de programación empleando la biblioteca de Visión por computador OpenCV[8], la cual implementa una variedad de herramientas y funciones de procesamiento de imágenes y visión por computador en tiempo real.

**Rectificación de la imagen Promedio** El proceso de rectificación es indispensable para realizar mediciones, dado que las imágenes promedio no cuentan con resolución espacial constante debido al efecto de la perspectiva. Se utilizó una transformación proyectiva bidimensional para relacionar los puntos en la imagen original oblicua con su proyección sobre un plano cenital, a efectos de conseguir una superficie plana georreferenciada. Con cuatro puntos de control en la imagen y cuatro puntos en terreno se calcula una matriz de reproyección, lo cual permite rectificar la imagen oblicua completa para poder realizar mediciones posteriores (Fig. 3(b)).

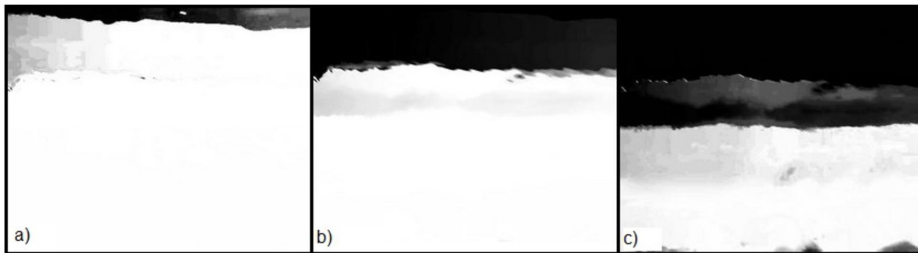
**Clasificación con el algoritmo Mean Shift de la imagen promedio** El principal problema en la identificación y medición de las zonas de la playa es la segmentación de las mismas con una imagen que mejor las represente. Se utilizó para ello como primer paso en la segmentación el clasificador multidistancia de corrimiento de medias (Mean Shift). La segmentación de imágenes Mean Shift se puede definir como la descomposición de una imagen en regiones homogéneas, las cuales comparten características similares. Esta segmentación minimiza el número de máximos locales en la imagen dejando solo aquellos pixels que son significativos y todos los que se encuentren en su vecindad cercana será asociados a ellos, generando así regiones homogéneas (Fig. 3(c)).



**Figura 2.** Diagrama de flujo de la metodología.



**Figura 3.** (a) Imagen media de los fotogramas. (b) Imagen media rectificada. (c) Imagen resultante de aplicar Mean Shift a (b).



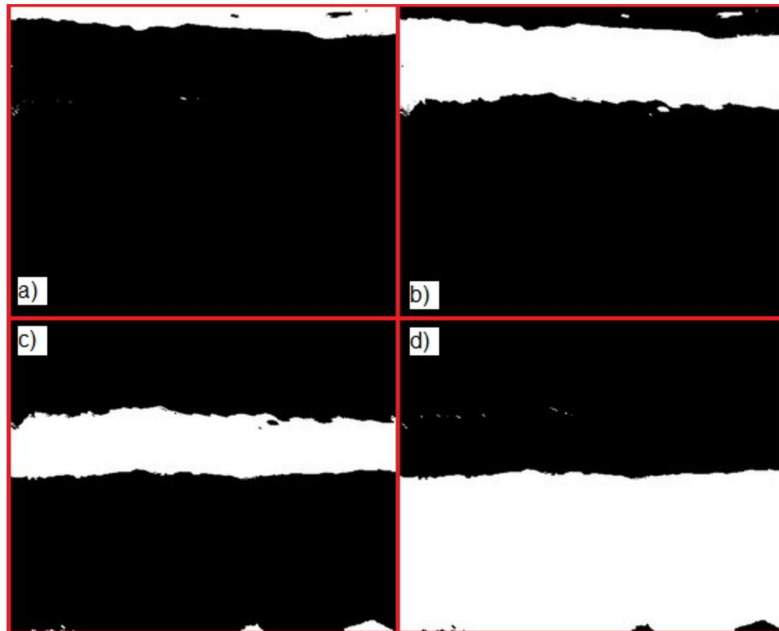
**Figura 4.** Imágenes resultantes de aplicar al algoritmo de Multi-Distancia a la Fig. 3(c) entre zonas contiguas.

## 2.2. Clasificación por multidistancia mínima y segmentación de zonas (método supervisado)

Se realizó una clasificación basada en distancia mínima Euclídea a un conjunto de pixels patrón seleccionados dentro de dos zonas contiguas. En la Fig. 4 se muestran las imágenes resultantes de aplicar un operador de distancia a la imagen de la Fig. 3(c). Luego se estableció en forma heurística un valor umbral con el cual se clasifico los datos de distancias obtenidos a partir de lo cual se genero una imagen binaria (Fig. 5).



**Figura 5.** Imágenes binarias de la Fig. 4.



**Figura 6.** (a)Zona de playa seca (Fig. 5(a)). b)Zona de playa húmeda (Fig. 5(a) Xor Fig. 5(b)). (c) Zona de lavado (Fig. 5(b) Xor Fig. 5(c)). (d) Zona de derrame (Fig. 5(c)).

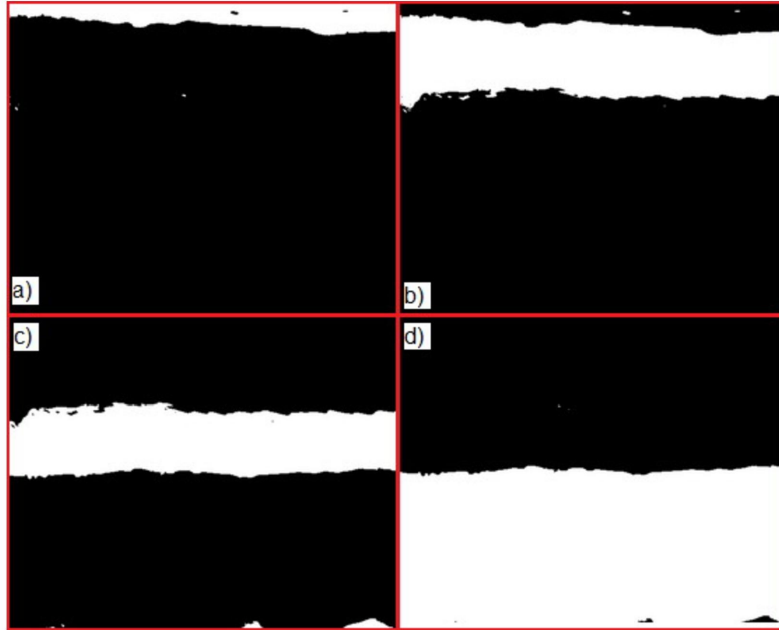
Luego de esta clasificación se aplicó una serie de operadores lógicos a las imágenes obtenidas con el objetivo de separar cada zona de la playa (Fig 6). Se modificó el color y se combinaron los resultados en una imagen representativa final de la segmentación (Fig. 8(a)).

### 2.3. Clasificación por K-Means (método no supervisado)

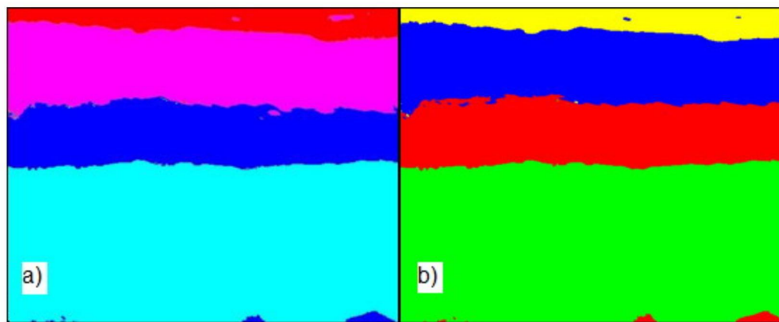
Se realizó una clasificación basada en el algoritmo de segmentación K-Means el cual agrupa los píxeles que forman la imagen. Este algoritmo se implementó empleando las librerías de OpenCV para lo cual se establecieron cuatro clases sobre las bandas R, G y B. Con este procedimiento se obtuvo la Imagen segmentada de las zonas que conforman la Playa (Fig. 7 y Fig. 8(b)).

## 3. Resultados

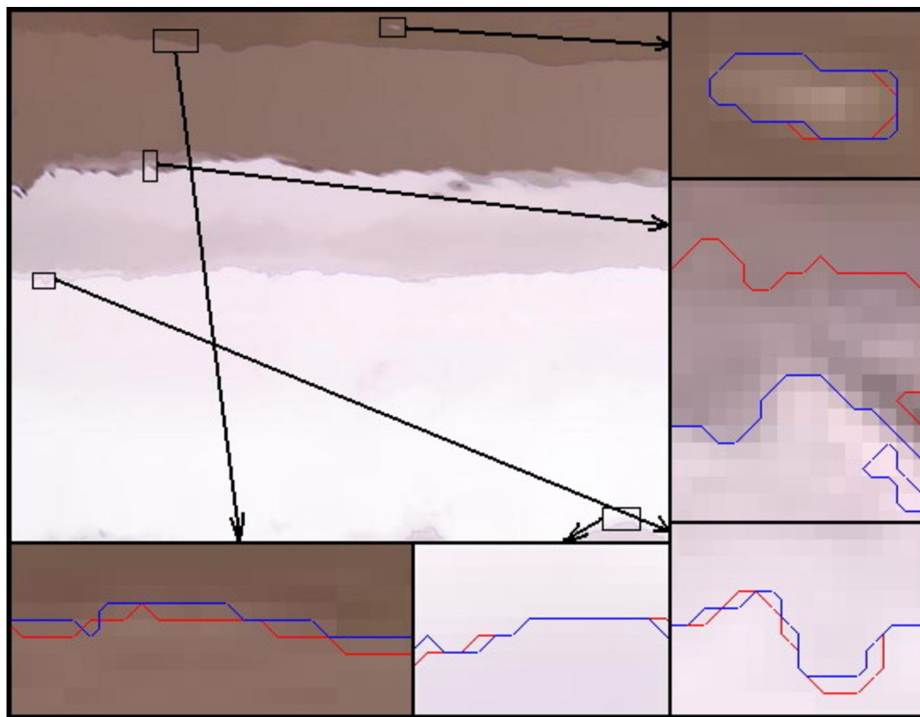
Con este reprocesamiento de imágenes se pudo identificar las zonas de Playa seca, Playa Húmeda, Zona de Lavado y Zona de derrame que conforman la playa mediante ambos métodos(Fig. 8). La obtención de los valores de las áreas de las zonas de la playa de las imágenes resultantes se realizó por medio del algoritmo



**Figura 7.** (a) Zona de playa seca. (b) Zona de playa húmeda. (c) Zona de lavado. (d) Zona de derrame.



**Figura 8.** (a) Segmentacion supervisada. (b) Segmentacion no supervisada.



**Figura 9.** Trazado de los límites sobre la Fig. 3(c). En líneas rojas los resultados del método no supervisado y en azul la segmentación con el método supervisado.



marching squares[6,7]. Finalmente, se pudo comparar los resultados de las áreas que conforman la playa bajo estudio los cuales se presentan en el Cuadro 1 y el Cuadro 2. La similitud en los resultados obtenidos con ambos métodos se verifican fácilmente en la Fig. 9.

	Multi-Distancia	K-Means
Playa Seca	18560,18	18796,74
Playa Húmeda	59048,23	55809,12
Zona de Lavado	46725,96	49953,28
Zona de Rompiente	122321,48	122085,39

**Cuadro 1.** Medición de áreas con zonas espúrias.

	Multi-Distancia	K-Means
Playa Seca	18755,11	18824,11
Playa Húmeda	58715,10	55647,36
Zona de Lavado	46154,68	49340,33
Zona de Rompiente	122934,67	12796,61

**Cuadro 2.** Medición de áreas sin zonas espúrias.

#### 4. Conclusiones

El procesamiento de videos para la obtención de información en forma automática es una técnica muy empleada, dado que presenta buenos resultados a bajo costo, sin la necesidad de tener recursos humanos en forma permanente en la zona de estudio. En este trabajo se implemento una serie de algoritmos para la identificación y medición de las zonas de la playa. La metodología consiste en el cálculo de la imagen promedio, la rectificación de la misma para realizar mediciones, la clasificación y segmentación por dos métodos diferentes y la posterior medición de áreas, lo cual es una alternativa a la obtención de información en forma manual.

Los resultados experimentales muestran que los algoritmos empleados permiten identificar las zonas de la playa y estimar un valor del área de las mismas en forma automatizada.

#### 5. Referencias

- [1] Video de la zona de estudio. <http://www.youtube.com/watch?v=0ria0h26TIk>.

- [2] C. González Rafael and Richard E. Woods, 1988. "Tratamiento Digital de Imágenes", Ed. Addison-Wesley/Díaz de Santos, 1988.
- [3] Holman, R.A. and Stanley, J., 2007. "The history and technical capabilities of Argus". Coastal Engineering, 54pp. 447-491.
- [4] Morris, B.D., Davidson, M.A. Huntley, D.A. 2001. "Measurements of the response of a coastal inlet using video monitoring techniques", Marine Geology, 175, p. 251 - 272.
- [5] Takewaka, S., Misaki, S. y Nakamura, T., 2003. "Dye diffusion experiment in a longshore current field", Coastal Engineering Journal, Vol. 45, No. 3, pp. 471-487
- [6] Yang L., Albregtsen F., Lonnestad T. and Grotum P., 1994. "Methods to estimate areas and perimeters of blob-like objects: a comparison". IAPR Workshop on Machine Vision Applications Dec. 13-15, Kawasaki.
- [7] Gray S. B., 1971. "Local properties of binary images in two dimensions". IEEE Trans. Computers, 20(5):551-561.
- [8] Bradski G. y Kaebler A. "Learning Open CV. Computer Vision with the OpenCV Library". O'Reilly.