



**Figura 4.** Municipios colindantes con las áreas de pesquería de langosta y el golfo de Batabanó.

Fuente: Elaborado por Cobas y Piñeiro (2014).

### ***Categoría Económica***

Desde el punto de vista económico, se estima que en la actualidad la actividad principal que se desarrolla en la región es la pesquería de langosta (Piñeiro et al., 2006 y Puga et al., 2009). Por ello, para dar una idea de la rentabilidad de esta pesquería, se consideró una variable derivada del cociente anual entre las *Utilidades* revertidas en las tres empresas pesqueras y los *Ingresos* que las mismas generan. En las *Utilidades* y los *Ingresos* se consideraron los estimados brindados por Puga et al. (2005) y Puga et al. (2006), a partir del análisis bioeconómico llevado a cabo sobre la actividad. En los mismos se tomaron en cuenta los costos variables y fijos que se generaban a partir de los datos de captura y esfuerzo (días pesca y número de barcos), así como los ingresos en millones anuales (US\$).

El *Aprovechamiento Agrícola (AA)*, otra variable considerada en esta categoría, fue estimado a partir de la relación entre la superficie agrícola realmente cultivada y la superficie agrícola total a partir de datos brindados por García (2012) sobre el uso de la tierra agrícola en Cuba. En los datos referentes a este índice la información fue completada a partir de un análisis de tendencias utilizando el software Excel 2010.

### ***Categoría Gubernamental***

La gestión de la gobernanza en el ámbito pesquero vista en su concepción más amplia, se define como un conjunto de reglas, prácticas, instituciones y normativas que interactúan a todos los niveles para proporcionar equidad y sostenibilidad en la asignación y gestión de recursos y espacios oceánicos (González, 2004; Vivero et al., 2008 y FAO 2012). Basado en estos criterios, las cuatro variables que encarnan la gobernanza pesquera de la langosta en

Cuba personifican al conjunto de medidas administrativas instituidas para preservar el reclutamiento y los stocks de la especie.

Tres variables se corresponden a las medidas de regulación de la pesquería (*Oías de Veda* (DV), *Talla Mínima* (TM) y *Cuotas de Pesca* (CP), dirigidas a perfeccionar la actividad extractiva del recurso con fin de lograr su sustentabilidad y una cuarta asociada al número de normativas establecidas para fiscalizar y regular esta pesquería de acuerdo a los diferentes aspectos empleados en su control.

Las dos primeras variables están relacionadas con el proceso reproductivo de la especie y tienen como objetivo lograr niveles de desove que garanticen un volumen de langosta que supla la generación pescada. La tercera variable está asociada a lo que puede ser sosteniblemente extraído del medio marino, de acuerdo a la abundancia del recurso a partir de los estimados provenientes de las evaluaciones pesqueras.

La cuarta variable es la relación de diferentes articulados por regulación. Estos son: la Talla (Ta), las Cuotas (Cu), el Ordenamiento Pesquero (OP), el cual comprende la distribución de las áreas de Trabajo y zonas de pesca, Manejo Informativo (Min) y las Artes de Pesca (Ap). Todas las variables son sumadas y promediadas por el número de estas, reconstruyéndose una serie anual.

### **1.5.2 ESTIMACIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO POR CATEGORÍA**

Las características de los indicadores diseñados para cada dimensión se muestran en la Tabla 3. Todas las categorías analizadas fueron representadas por un indicador. En el caso de los indicadores *Tensión Ambiental* y *Eficiencia Económica* se tuvo en cuenta el total de las variables de la categoría respectiva. En el caso de *Equilibrio Pesquero* y *Estabilidad Poblacional* únicamente dos de ellas y solo una variable en cuanto al indicador *Marco*

*Regulatorio*. Aunque muchas de las variables incluidas en estos indicadores se asocian de manera directa o positiva tanto a la sustentabilidad como a la resiliencia, la existencia de otras inversamente vinculadas determinó que no resultara conveniente asumir qué tipo de respuesta manifestaba cada indicador ante ambos atributos. Ninguno de estos indicadores fue expresado en unidades.

Tabla 3. Categorías, Indicadores, variables y fórmulas.

Categorías	Indicador	Variables	Fórmula para su obtención
Pesquera	<i>Equilibrio Pesquero (EP)</i>	Mortalidad por Pesca (MP)	$= (MP/MP_{CMS})$
Climático-antropogénica	<i>Tensión Ambiental (TA)</i>	Capacidad de Embalsado (CE) Índice de Disipación Energética (IDE) Grado de naturalidad (GN) Áreas de la zonas Cria (AZO)	$= \left  \frac{CE}{CE_{medio}} + \frac{IDE}{IDE_{medio}} \right  + \left( \frac{AZO_{actual}}{AZO_{anterior}} + \frac{GN_{actual}}{GN_{anterior}} \right) / 4$
Social	<i>Estabilidad Poblacional (EP)</i>	Envejecimiento (E) Migración Interna (MI)	$= 1 / \left( \left( E_{opt} *  MI  \right) / E \right)$
Económica	<i>Eficiencia Económica (EE)</i>	Utilidad (U)/ Ingreso (I) Aprovechamiento Agrícola (AA)	$= (U/I + AA) / 2$
Gubernamental	<i>Marco Regulatorio (MR)</i>	Inventario de normativas y regulaciones pesqueras (INRP)	$= (A_{RTI} \sum N_{TI} + A_{RTA} \sum N_{TA} + A_{RCU} \sum N_{CU} + A_{ROP} \sum N_{OP} + A_{RMIN} \sum N_{MIN}) + A_{RAP} \sum N_{AP} / 6$

Fuente: Elaborado por el autor

La sustentabilidad debe ser necesariamente evaluada de manera comparativa. O sea no puede asumirse en cifras absolutas o sin valores de referencia. Por ello, en la construcción

del indicador *Estabilidad Poblacional*, el valor anual de la variable *Envejecimiento* fue dividido por la magnitud media que dicha variable alcanzó de acuerdo a la distribución etaria de la población cubana durante el trienio en el cual se obtuvieron los desembarques máximos de langosta ( $E_{opt} = 0,113$  (1983-1985)). Asimismo, a causa de su asociación a fenómenos naturales de carácter aleatorio, otras variables pueden presentar fluctuaciones muy significativas en una escala de tiempo anual. Por ello, en la formulación del indicador *Tensión Ambiental*, dos de sus variables se estabilizaron dividiéndolas por su promedio móvil con un intervalo de tres años consecutivos. De esta manera se disminuyó el efecto estocástico que provoca este hecho en la magnitud del indicador, refiriéndola a recambios de corta duración a lo largo de toda la serie de tiempo.

En el caso de la variable Grado de Naturalidad (GN), la misma se obtuvo por la vektorización de las áreas de suelo y vegetación de la zona costera. Con las áreas estimadas fueron calculados el cociente entre área de vegetación y área de suelo. Esta estimación fue llevada a cabo por municipio, elaborándose un mapa temático. Por su parte la variable Área de las Zonas de Cría (AZU), comprendió la relación entre las áreas previamente vectorizadas, de estas zonas reportadas en la década de los 1990's con la obtenida en la década de los 2000's.

El valor final en la estimación de la *Tensión Ambiental*, se obtuvo a partir del cociente de la suma de las cuatro variables consideradas en el indicador, divididas entre cuatro.

Con el fin de representar los valores de los indicadores en una escala numérica única, fue utilizada una función de relativización. Algunas de las funciones usadas adoptan modificaciones de acuerdo al tipo de relación de las variables con respecto a la sustentabilidad (Sepúlveda, 2008). Dado el subjetivismo que entraña personalizar *a priori* con respecto a este atributo el tipo de vínculo de un indicador integrado por variables de diversa naturaleza, la magnitud de los mismos fue relativizada mediante la expresión:

$$f(x) = \frac{x - M}{m - M}$$

Donde  $x$  es el valor que adquiere el indicador en cada elemento de la serie de tiempo,  $m$  es su valor mínimo y  $M$  es su valor máximo. De esta manera las cifras fluctuaron entre 0 y 1, correspondiendo al valor unitario el tope.

Los valores estimados sirvieron de base en la elaboración de gráficos temporales por cada Indicador (33 años).

### 1.5.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD PESQUERA (ISP)

El ISP constituye la piedra angular del SRDSP y resulta una expresión muy útil para evaluar de manera multidimensional la pesquería de langosta en un contexto socioeconómico y natural. Su construcción requiere estimar previamente los indicadores de desempeño por categoría, ponderando posteriormente la importancia relativa de las categorías y variables empleadas. La formulación general propuesta fue adaptada de Sepúlveda (2008) y adquiere la siguiente expresión:

$$ISP = \frac{1}{\sum p} \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{IP(c) * p}{Xc} \right)$$

Dónde:

**ISP** – Índice de Sustentabilidad Pesquera

**IP(c)** – Indicadores por categoría.

**p** – Factor de Ponderación

**Xc** – Número de categorías consideradas.

Para estimar la importancia relativa de estas categorías y variables mediante factores de ponderación asociados a las mismas, se realizó un taller de expertos con especialistas de diversas disciplinas vinculadas a las ciencias ambientales y a la dinámica pesquera. La identificación de los factores prioritarios de acuerdo a su importancia relativa en el árbol de jerarquías concebido por dicho panel, se llevó a cabo mediante el procedimiento de jerarquización analítica (JEAN) implementado por Saaty (1988). Para ello se utilizó el programa AHP v. 1,0 para PC propuesto por Delgado (2007). Las variables contempladas se muestran en la Tabla 5.

El Índice de Sustentabilidad Pesquera estimado, fue representado gráficamente para así poder estudiar su variabilidad en el tiempo y espacialmente para poder examinar su distribución en el golfo.



## **CAPÍTULO 2 EXAMEN DE LOS INDICADORES POR CATEGORÍAS EN EL GOLFO DE BATABANÓ CUBA**

### **2.1 GENERALIDADES SOBRE LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA ESPINOSA (*Panulirus argus*) EN CUBA**

Las langostas espinosas o langostas de roca habitan las aguas tropicales y subtropicales y están constituidas por diferentes géneros y especies explotadas comercialmente, entre las que se encuentran las integrantes del género *Panulirus*. Sus representantes se distribuyen en latitudes con aguas cálidas y constituyen un recurso pesquero importante en países como Australia, Cuba, Brasil, Belice y Bahamas, entre otros.

La langosta espinosa (*Panulirus argus*) es uno de los principales recursos pesqueros del Caribe y el más importante de la plataforma insular cubana. Es reconocido como un crustáceo decápodo y como tal presenta un exoesqueleto quitinoso. Puede alcanzar un largo total máximo de 61 cm y un peso de hasta 7 Kg (Arce y de León, 2001), con un crecimiento a través de mudas periódicas. Pertenecen a este grupo, las langostas, los camarones, los cangrejos y las jaibas.

Son reconocidas por ser el principal recurso marino del país. En la región del golfo de Batabanó pese a constituir solo alrededor de un 30 % del total de los desembarques que se obtienen, al considerarse las utilidades (Ingreso - Costo), alcanzan alrededor de un 70 % del valor total obtenido por concepto de pesquería. Este es un hecho que demuestra la importancia de esta actividad y la necesidad de su estudio integral (Puga et al., 2013b).

Sobre el desarrollo y evolución de esta pesquería a nivel nacional, la misma ha presentado a lo largo de los años diversas fluctuaciones relacionadas con factores asociados con el manejo del recurso o de índole antrópica y ambiental, lo que ha determinado una notable variabilidad en cuanto a la cuantía de sus desembarques y por ende en la sustentabilidad de esta actividad, a causa de la disminución en la abundancia del recurso.



Esta carencia se refleja en el descenso que ha seguido dicha pesquería desde finales de la década de los 1980's, hasta finales de los 2000's fecha en la cual se logra alcanzar cierta estabilidad alrededor de las 4900 ton/anuales, relacionándose el hecho al perfeccionamiento de las regulaciones pesqueras pertinentes al sistema de manejo de la actividad.

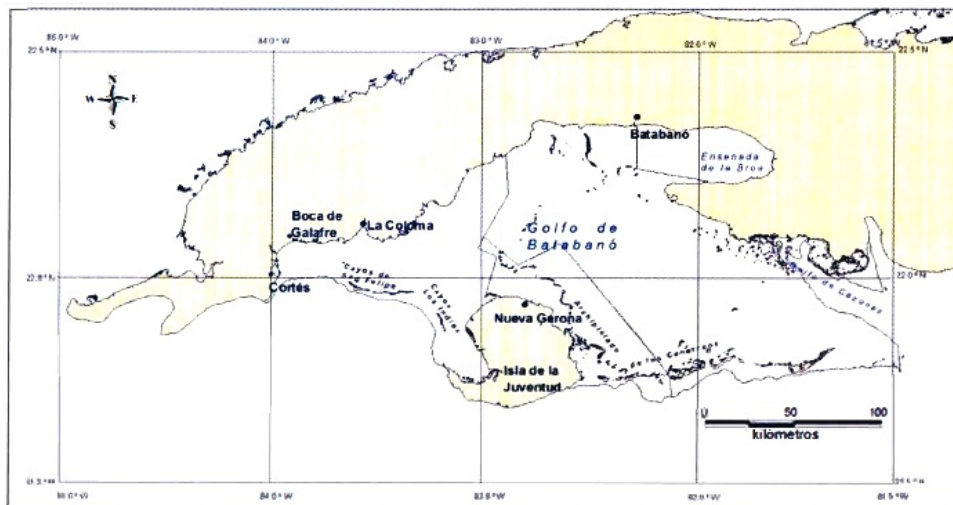
## 2.2. LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN EL GOLFO DE BATABANÓ

Esta región es considerada la principal zona de pesca de la especie donde sus capturas se realizan por tres empresas pesqueras y representan el 70 % de los desembarques totales a nivel nacional (Figura 5), (Puga et al., 2005).

PESCAHABANA – Batabanó

EPICOL – Coloma

PESCAISLA – Nueva Gerona (Isla de la Juventud)



Proyección geodésica: Sistema Longitud/Latitud NAD 27 para Cuba.

Figura 5. Región de trabajo y empresas pesqueras.

Fuente: Elaborado por Puga et al. (2010).

La captura promedio anual de la serie analizada en el golfo de Batabanó es de 5144 toneladas, estabilizándose, después de una paulatina declinación en 3570 toneladas entre los años (2008-2013) (Figura 6). Este hecho está estrechamente relacionado con factores de índole antropogénica y ambiental, entre los que se citan la disminución de la entrada de agua dulce al sistema acuático producto del incremento de la Capacidad de Embalsado en la región y el deterioro general de los sedimentos y de los hábitats (Piñeiro et al., 2006; Schreiber et al., 2008 y Lopeztegui y Capetillo, 2008).

En la Figura 6 se representan las capturas anuales del recurso en el período estudiado, las que han seguido a lo largo de los años una tendencia paulatina a su disminución.

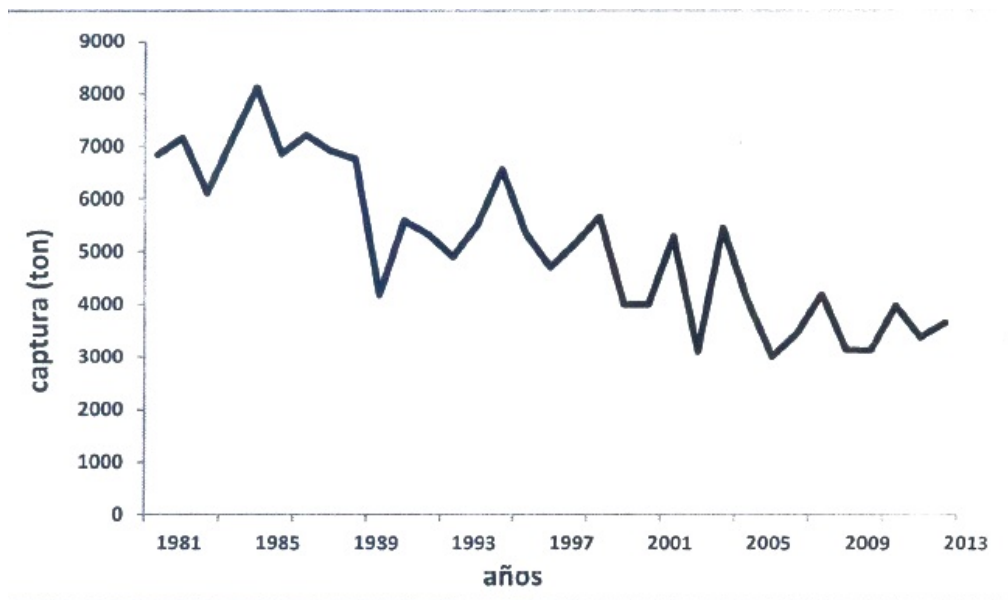


Figura 6. Captura anual de langosta en el golfo de Batabanó.

Fuente: Elaborado por el autor.

### 2.3 EXAMEN DE LOS INDICADORES PROPUESTOS

Los indicadores seleccionados con el fin de representar las cinco categorías cumplen los postulados sugeridos por FAO (2004 y 2012) para, en una región dada, ser representativos de sus características socioecosistémicas.

En la Figura 7 se presenta gráficamente la estimación de los mismos, cuyos valores, previa relativización en caso necesario, fluctúan entre 0 y 1 correspondiendo al valor de 1, un buen desempeño de la variable, lo contrario de 0. Solo en el caso del indicador *Tensión Ambiental*, este comportamiento es diferente, y los valores cercanos a 1 indican una mayor presión, que será negativa para la calidad ambiental de la región.

Una característica en tres de los indicadores estimados, es su incremento temporal Equilibrio Pesquero, Tensión Ambiental y Marco Regulatorio. A continuación estos indicadores son detallados:

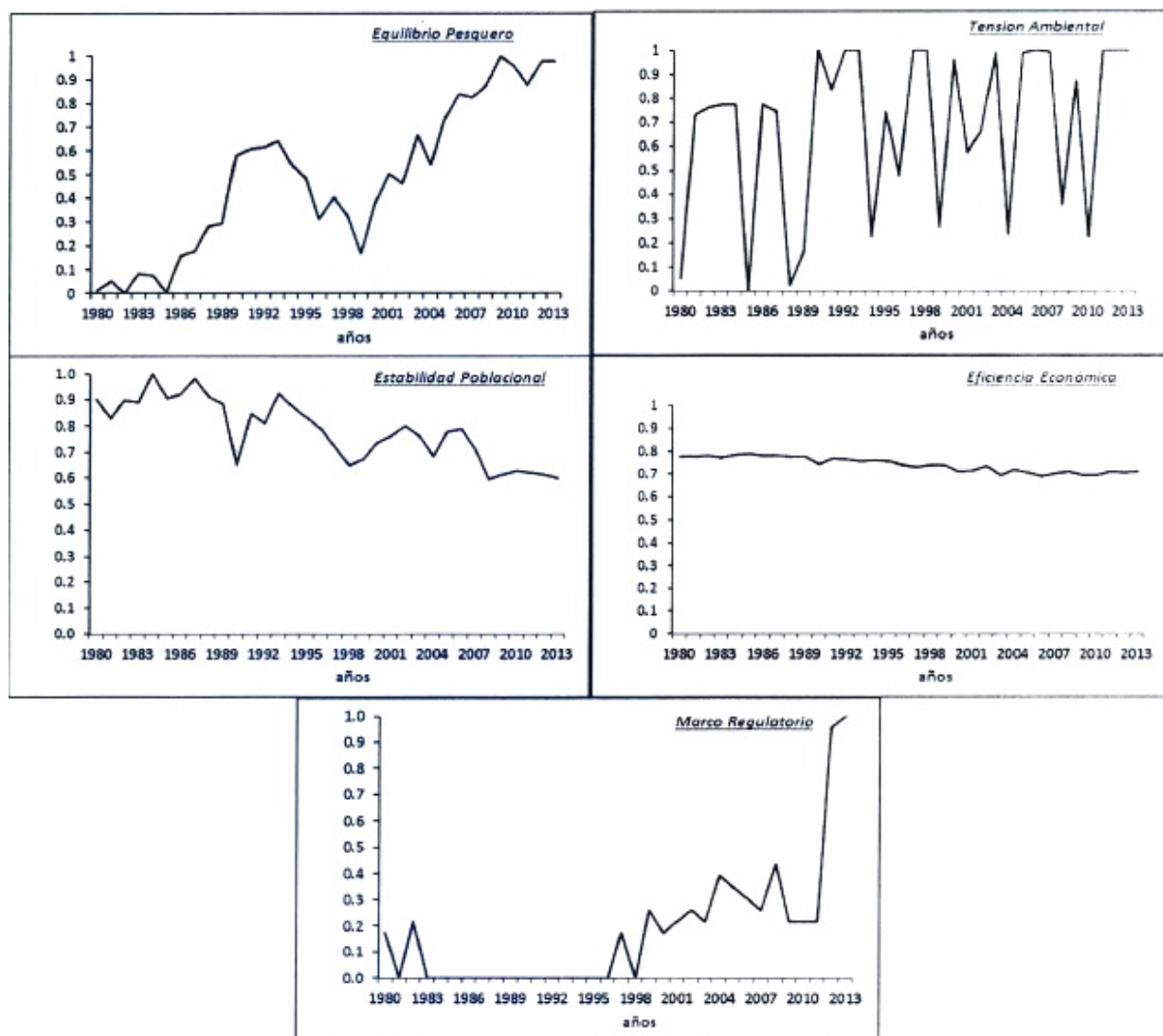


Figura 7. Variabilidad temporal de los indicadores por categoría.

Fuente: Elaborado por el autor.

**Indicador *Equilibrio Pesquero*:** Este indicador presenta un incremento paulatino a lo largo del tiempo, lo cual implica un aumento en el rendimiento y eficiencia de las flotas, causado por la reducción del número de embarcaciones, disminuyéndose consecuentemente el costo de operación. Entre los años 2009-2013 puede observarse un período significativamente diferente, con valores elevados que fluctúan entre 0,80 y 1,00. Este indicador está conformado por las variables Mortalidad por Pesca y Mortalidad por Pesca de acuerdo a la captura máxima sostenible. De manera indirecta, su evolución es el reflejo del perfeccionamiento logrado en

las regulaciones emitidas en los últimos años y el ajuste de la pesquería a desembarques sustentables.

**Indicador *Tensión Ambiental*** La variabilidad que presenta este indicador refleja de manera marcada una fuerte estacionalidad y el carácter estocástico que poseen algunas de las variables incorporadas al mismo. La distribución temporal presenta periodos de elevada tensión en el ambiente físico-geográfico de la región, con amplitudes de tiempo cada vez mayores y menos espaciadas. Solo en la década de 1980 ese impacto disminuye a valores inferiores a los observados en años sucesivos. Indiscutiblemente la frecuencia de los huracanes, elevada sobre todo en los dos últimos decenios actúa en sinergia con el incremento en la Capacidad de Embalsado de la zona, lo cual refleja una tendencia hacia el incremento en el valor medio de los mínimos del indicador. De ahí que el examen de este indicador permita corroborar que la región es muy vulnerable climatológicamente y está sujeta a fuertes presiones de diverso origen.

**Indicador *Estabilidad Poblacional*** Presenta una tendencia a la disminución a lo largo del tiempo, llegando a tomar a finales de la primera década del presente siglo valores entre 0,50 y 0,60, reflejo del empobrecimiento de la región y el consecuente flujo migratorio y envejecimiento de la población residual. En este comportamiento incide de manera marcada el envejecimiento poblacional, que ha aumentado a lo largo de los años desde valores entre 0,06 en la década de 1980 hasta valores de 0,18 a finales de la década de los 2000's.

**Indicador *Eficiencia Económica*** Este indicador presenta una ligera tendencia al decrecimiento, relacionado con la merma de las actividades agrícolas fundamentalmente. Considerando la relación entre la tierra que se cultiva y la que tiene potencialidades para eso, se observa que, en la década de 1980 los valores de este cociente se encontraba entre 0,68

y 0,74, disminuyendo entre 0,40 y 0,50, a finales de la década de los 2000's. Lo cual se traduce en una significativa pérdida de espacio cultivado.

**Indicador Marco Regulatorio** Este indicador comprende el inventario de las normas y regulaciones pesqueras a partir de clases preestablecidas para el control de la pesquería como la talla mínima, días de veda, cuotas de captura, etc., y el articulado de la legislación vigente. Los valores del indicador se han incrementado sobre todo en los últimos 5 años, llegando a adquirir valores comprendidos entre 0,8 y 0,9, lo cual refleja un perfeccionamiento de la plataforma legal para el manejo operativo del recurso, con el fin de lograr su sustentabilidad. El condicionamiento de la explotación de la especie a capturas sustentables de acuerdo a la capacidad de carga del Golfo, ha frenado la tendencia a la reducción en su abundancia adaptando la explotación del recurso a las nuevas condiciones naturales de este espacio geográfico.

### **2.3.1 EXAMEN ESPACIO-TEMPORAL DE ALGUNAS DE LAS VARIABLES CONSIDERADAS**

#### **Captura por Unidad de Esfuerzo**

En el análisis de la variable Captura por Unidad de Esfuerzo se brinda una aproximación de la rentabilidad y la abundancia relativa del recurso, lo cual está muy relacionado con su manejo. Como muestra la Figura 8, a partir del análisis según la metodología propuesta por Ramsay y Silverman (2005), se obtuvieron dos períodos importantes en la evolución temporal de esta variable: el año 1985 (mayor captura en la región) y el año 2007, donde comienzan a hacerse efectivas las medidas de corte regulatorio, con el fin de perfeccionar los procedimientos existentes en cuanto al manejo de la especie. Esto permite establecer dos etapas diferentes en el devenir de los valores de captura: las décadas de 1980-1990 y 2003-2013

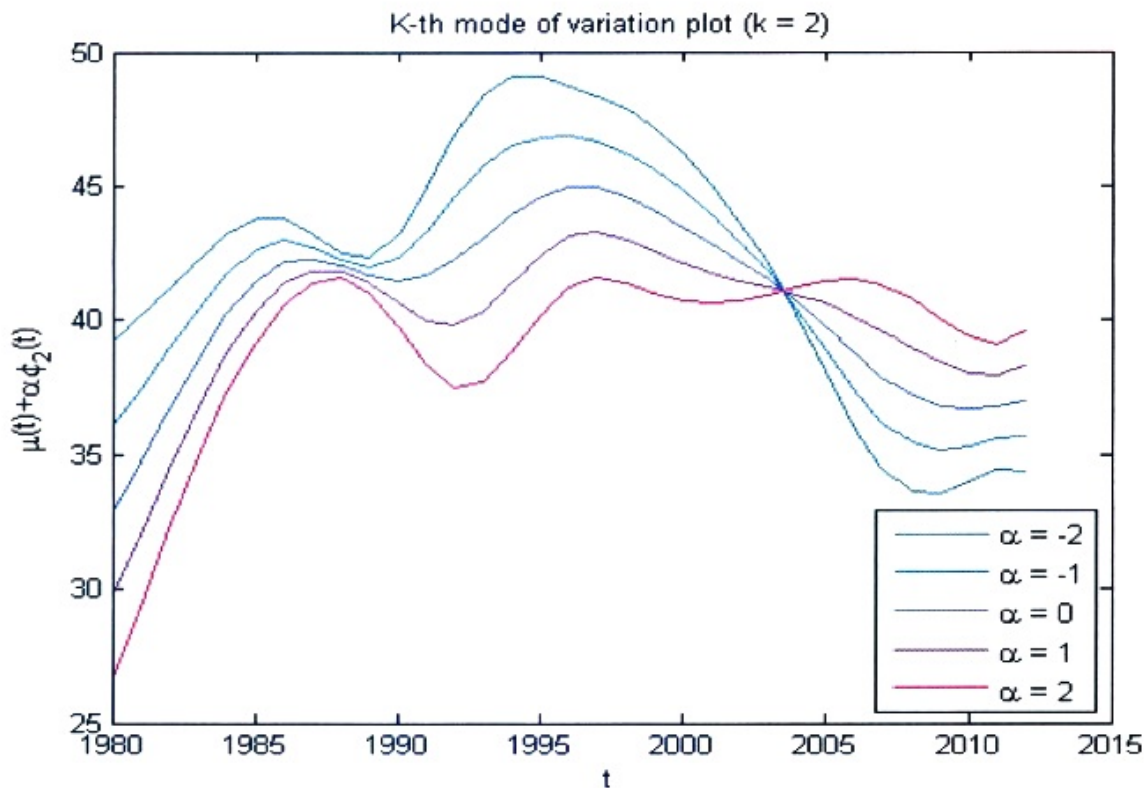


Figura.8. Distribución de tendencias de Captura por Unidad de Esfuerzo (Cpue).

Fuente: Elaborado por el autor.

Por ello, en su representación espacial se particularizan estos dos periodos: la década de 1980-1990, de mayor abundancia en general del recurso y la última década examinada, 2000-2013, donde ha habido un aumento o deterioro en algunos indicadores, particularmente la *Tensión Ambiental (TA)* y la *Estabilidad Poblacional (EP)*.

En los estimados entre 1980-1990 no existen diferencias notables en las áreas del golfo. Sin embargo, entre los años 2003-2013, es notable el decrecimiento de dicha variable en Batabanó, así como su incremento en la Isla de la Juventud. Aparentemente, medidas de manejo pesquero equivalentes, no han tenido el mismo resultado en diferentes zonas, lo cual indica lo complejo y multivariado de cualquier análisis sobre Cpue (Figuras 9 y 10).



### 1980-1990

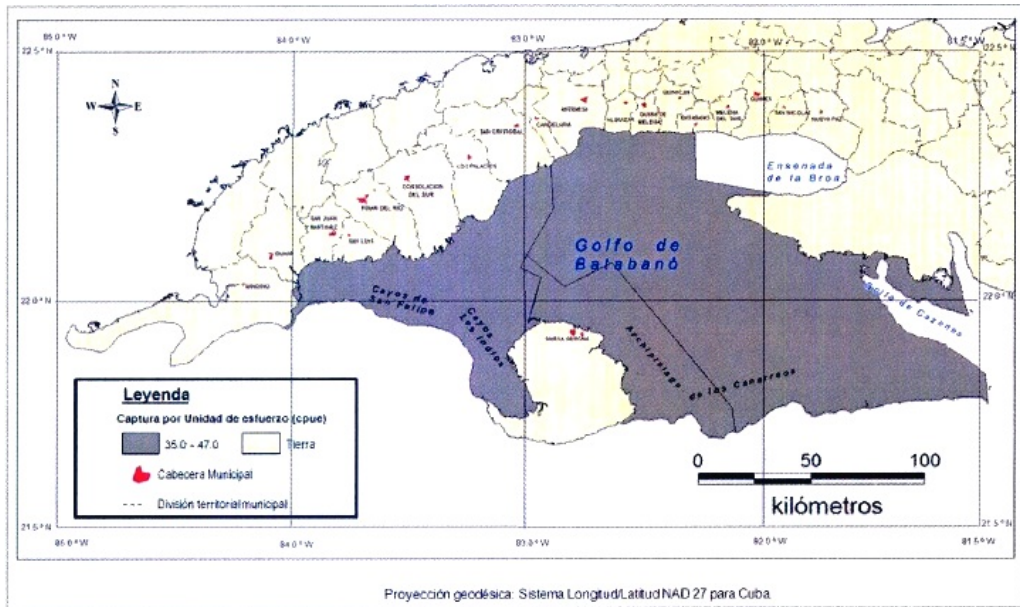


Figura 9. Distribución de la Captura por Unidad de Esfuerzo (1980-1990).

Fuente: Elaborado por Cobas y Piñeiro (2015).

### 2003-2013

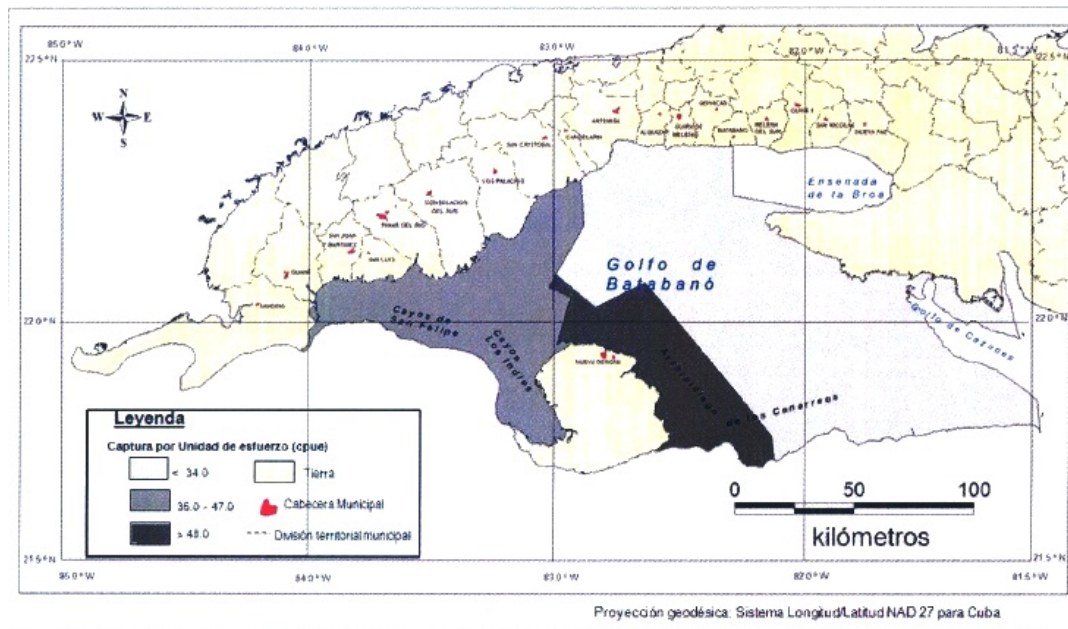


Figura 10. Distribución de la Captura por Unidad de Esfuerzo (2003-2013).

Fuente: Elaborado por Cobas y Piñeiro (2015).

### Presiones sobre el segmento terrestre del Golfo

Según los modelos establecidos (Ramsay y Silverman, 2005 y Chávez, 2014), el envejecimiento presenta un incremento y el aprovechamiento agrícola un decrecimiento a lo largo de los años, lo cual influye en el deterioro socio-económico y el bajo desarrollo territorial, coincidiendo con lo destacado por otros autores (Méndez y LLoret, 2011) (Figuras 11 y 12).

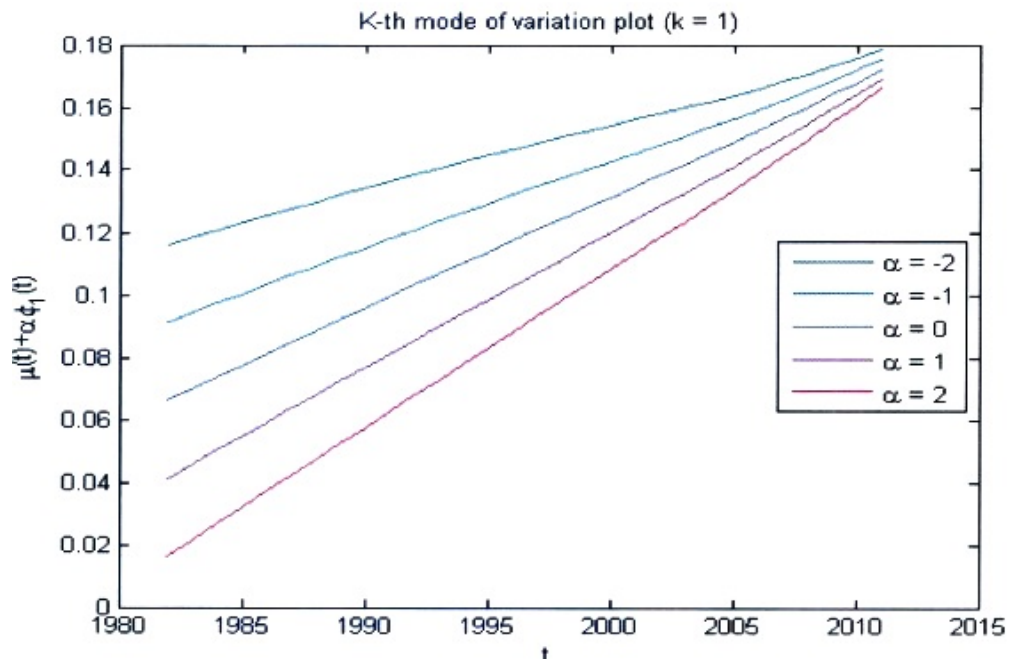


Figura 11. Análisis de tendencias para el envejecimiento.

Fuente: Elaborado por el autor.

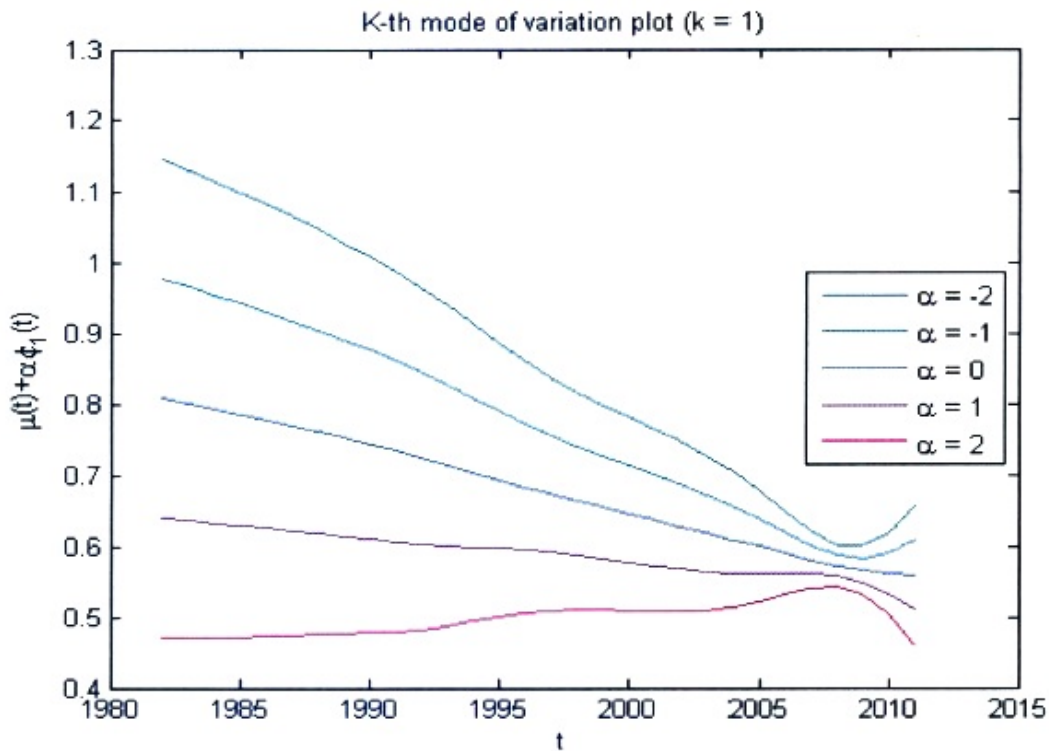


Figura 12. Análisis de tendencias del Aprovechamiento Agrícola.

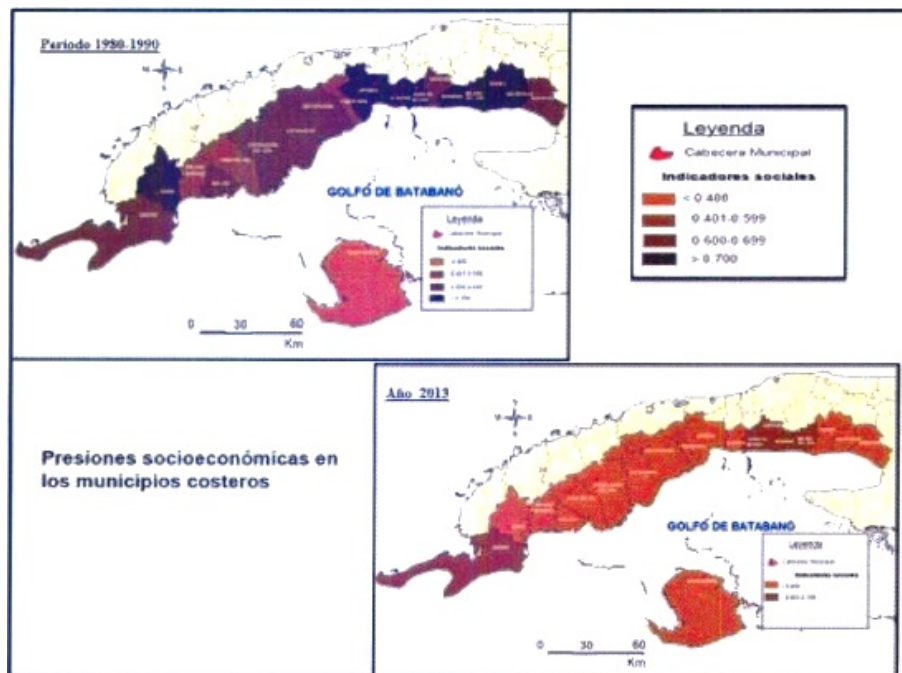
Fuente: Elaborado por el autor.

El análisis de los estimados del Índice de Desarrollo Territorial propuesto por Méndez y Lloret (2007 y 2011) aunque no aporta información adicional por estar elaborado a nivel provincial, evidencia que toda la cuenca terrestre del golfo presenta entre poco y medio desarrollo territorial, con valores promedios que oscilan entre 0,30 y 0,50. En particular aquellos que correspondieron a la provincia de Pinar del Río, fueron de 0,37, lo que la define como una región de pobre desarrollo territorial.

La acción combinada de variables como: el envejecimiento, la migración interna y el aprovechamiento agrícola, sobre el segmento terrestre de la franja costera, evaluadas a nivel municipal a partir de los indicadores socio-económicos propuestos, muestran el pobre desarrollo territorial de la región y validan la información elaborada por Méndez y Lloret (2011). Resulta significativo que el desarrollo territorial del segmento oeste del golfo sea inferior en

magnitud al presentado por su sección este, coincidiendo esta situación con las zonas de mayor deterioro natural de su borde costero.

En la Figura 13 puede visualizarse dicha situación. El efecto sinérgico entre estas variables presenta dos visiones diferentes en cuanto a sus influencias respectivas: entre los años 1980-1990 donde la labor extractiva del recurso estaba en su mejor momento, obteniéndose los mayores volúmenes de captura y el año 2013, ya estabilizada la disminución sostenida en la producción langostera.



Proyección geodésica: Sistema Longitud/Latitud NAD 27 para Cuba.

Figura 13. Estado socioeconómico de los municipios colindantes. Periodo 1980-1990 y año 2013.

Fuente: Elaborado por Cobas y Piñeiro (2014)

## **Grado de Naturalidad**

La óptica antropocéntrica incluye la consideración de las principales funciones que el medio físico desempeña en relación con los seres humanos, como fuente de recursos, como sumidero de residuos generados por las actividades humanas y como soporte de actividades y proveedor de servicios. Desde el punto de vista geosistémico, se considera que la calidad ambiental es proporcional al grado de naturalidad del área analizada, o sea, cuanto menor sea el grado de intervención en sus características naturales, mayor será su calidad.

De acuerdo a la legislación vigente, el límite exterior de la zona costera hacia el mar lo define el borde de la plataforma insular (Decreto-Ley Número 212-2000) y la misma incluye el cayena existente, el cual no fue analizado. Para la delineación del límite interior o hacia tierra de la franja costera se tomó la definición brindada por Areces et al. (2011), basada en tres criterios: el edafológico, el tipo de formación vegetal y los escenarios de riesgo causados por posibles penetraciones del mar. En el caso del presente documento fueron examinados los dos primeros criterios.

El cociente derivado de la división entre el área de vegetación natural y el área de suelos potenciales para el desarrollo de la misma, legitima el grado de naturalidad presente asociándola como proxy a la diversidad biológica existente en cada sitio. En la Figura 14 se presentan los resultados obtenidos en este análisis.