

## **Introducción.**

La demarcación de áreas de interés particular, de usos especiales o de áreas naturales particulares (ej. arrecifes de coral) es una de las herramientas principales en cualquier plan de manejo y conservación de áreas marinas protegidas. El establecimiento de boyas, marcadores, letreros o cualquier tipo de señales ayuda grandemente a educar a los usuarios de los recursos sobre las actividades permitidas en cada zona, sobre las reglas de navegación del lugar y sobre las medidas de manejo implantadas. Igualmente, facilita el trabajo de los oficiales de manejo y enforcement de la ley.

La meta de este informe es la de producir un documento de trabajo que permita al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), a la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional (NOAA) y a cualquier otra parte interesada en el manejo de la Reserva Natural del Canal Luis Peña (RNCLP), Culebra, a identificar diversas alternativas de zonificación de usos y de demarcación de zonas en la RNCLP. El objetivo principal de este trabajo es el de evaluar las ventajas y desventajas de diversas alternativas de zonificación de usos y de demarcación de zonas en la RNCLP. Ésto proveerá elementos de juicio adicionales al DRNA y a cualquier parte interesada al momento de tomar las decisiones relativas a la demarcación y manejo de la RNCLP.

## **Metodología.**

### ***Áreas de estudios.***

Este estudio se llevó a cabo dentro de la RNCLP, la cual se localiza en Isla de Culebra, a aproximadamente 27 km de la costa noreste de Puerto Rico (Figura 1). La RNCLP se localiza

específicamente entre la costa norte y este del Cayo Luis Peña, y la costa oeste de la Isla de Culebra (Figura 2). Hernández-Delgado (2003) describió extensamente sus diversas áreas geográficas (Figura 3). Hernández-Delgado y Sabat (1998), Pagán-Villegas et al. (1999), Hernández-Delgado (2000) y Hernández-Delgado y Rosado-Matías (2003) describieron su diversidad biológica. Hernández-Delgado (2003) propuso un mapa nuevo de clasificación de hábitáculos marinos de la RNCLP (Figura 4) sobre el cual se basan las diversas propuestas de zonificación en este informe. Las definiciones de cada hábitáculo se encuentran resumida en la Tabla 1 (Hernández-Delgado, 2003).

#### *Alternativas de zonificación.*

Se desarrolló un esquema sencillo de 5 esquemas de usos o de zonificación (Tabla 2), los cuales se combinaron para producir 10 alternativas de zonificación, incluyendo la alternativa de no zonificar la RNCLP. Se prepararon 10 mapas usando una ampliación de la foto aérea núm. 608 de Culebra (NOAA). Para cada alternativa se evalúan sus ventajas y desventajas en terminos de los impactos ambientales y sociales.

#### *Alternativas de demarcación.*

Se utilizaron los 10 mapas alternativos de zonificación como base para preparar mapas de localizaciones potenciales de marcadores y boyas de acuerdo a cada esquema. Para cada alternativa se evalúan sus ventajas y desventajas en terminos de los impactos ambientales y sociales.

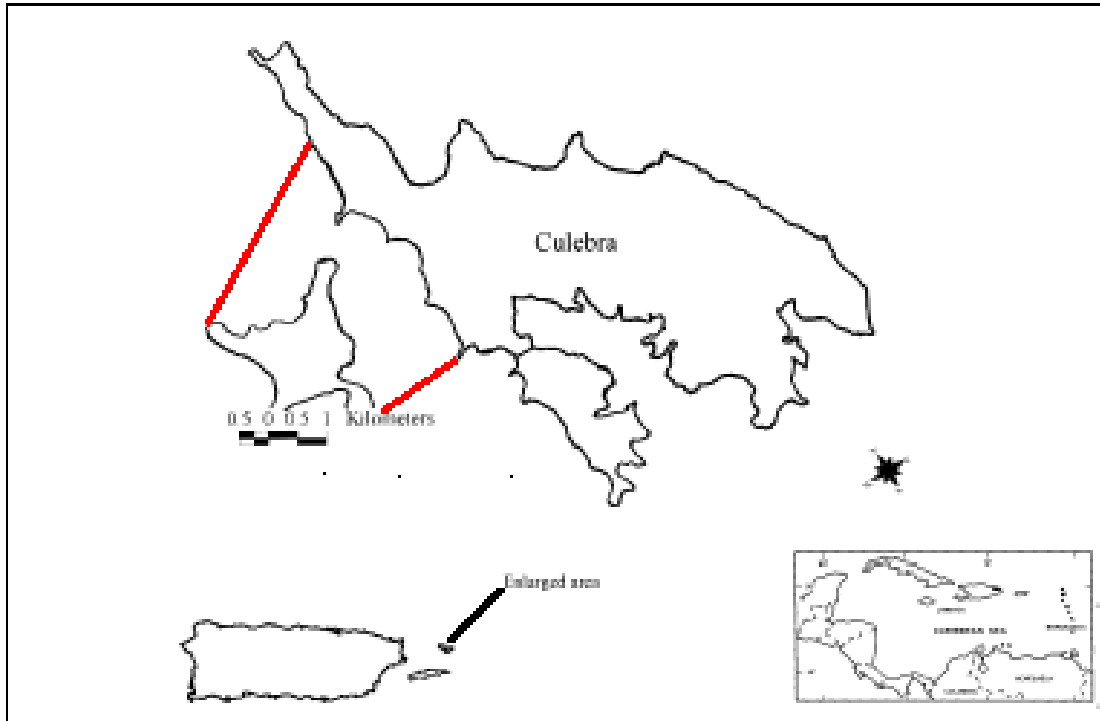


FIGURA 1. Localización de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, P.R.

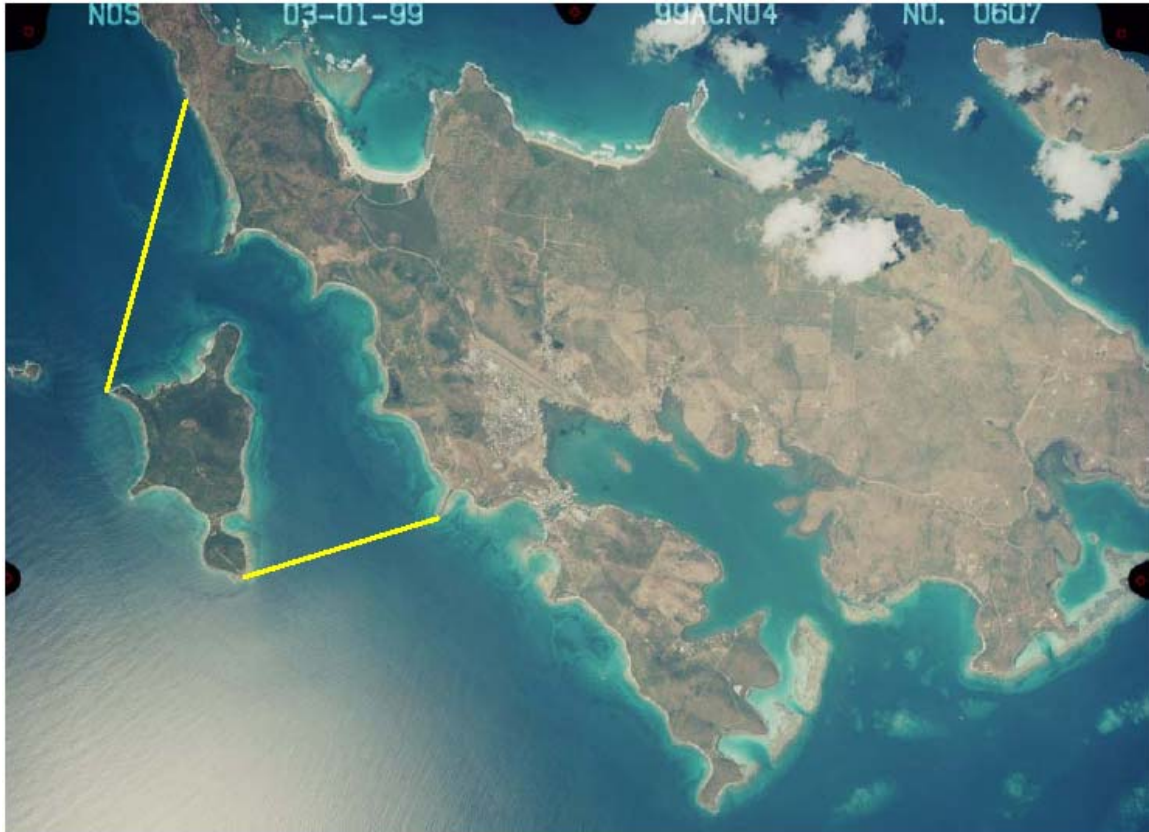


FIGURA 2. Foto aérea de la Isla de Culebra modificada para ilustrar la localización de los límites geográficos de la Reserva Natural del Canal Luis Peña.

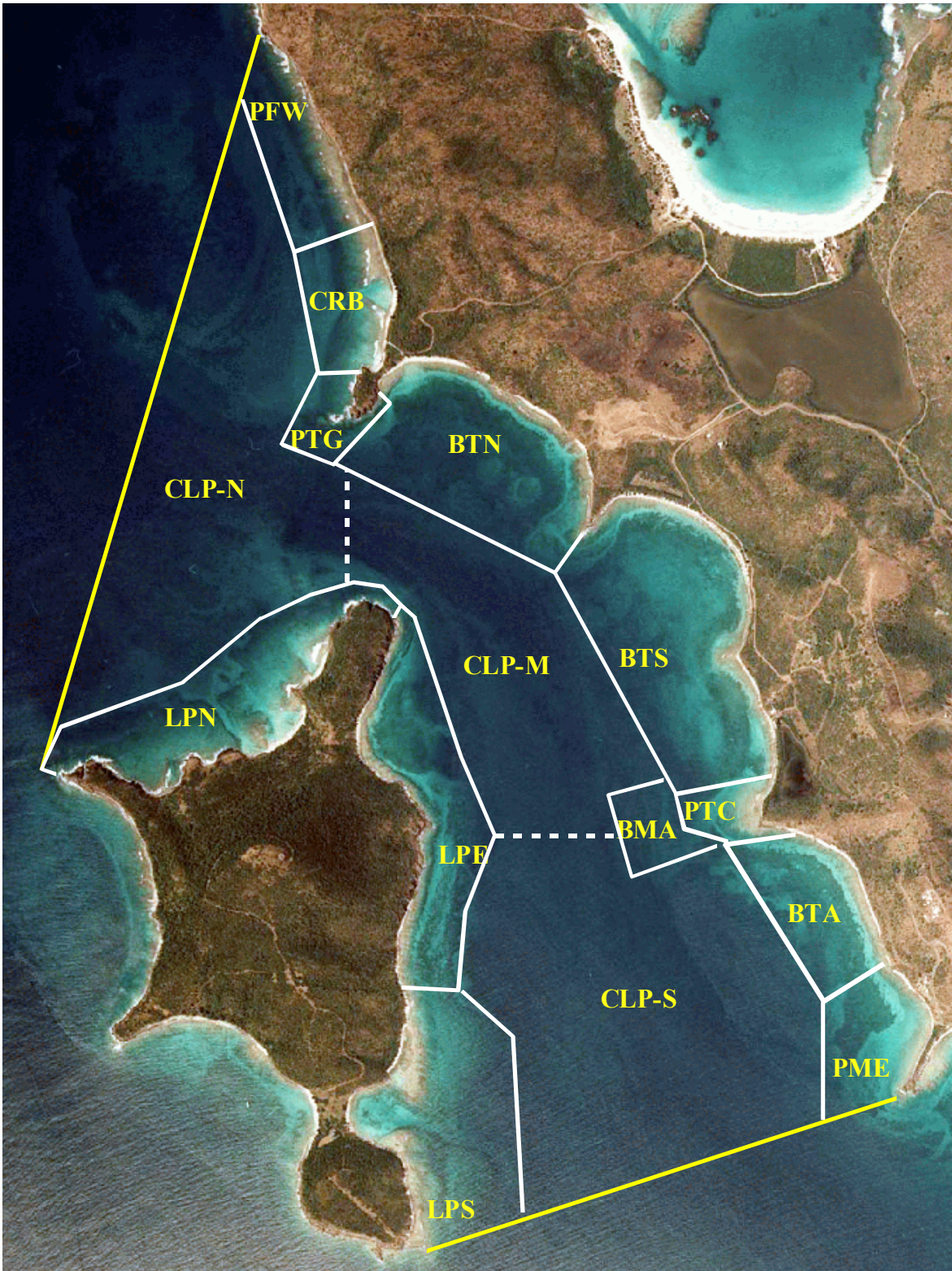


FIGURA 3. Áreas geográficas naturales de la RNCLP (ver leyenda en la próxima página).

*Leyenda detallada de la FIGURA 3:*

PFO= Punta Flamenco-Peste; PCR= Playa Carlos Rosario; PTG= Punta Tamarindo Grande (*sensu*=NOAA Nautical Chart 25655; junio 27, 1992; también conocido antiguamente como Punta Tamarindo Recostao); BTN= Bahía Tamarindo-Nore; PRA= Punta Rompeanzuelos (también conocido como Punta Tamarindo *sensu*=NOAA Nautical Chart 25655; junio 27, 1992); BTS= Bahía Tamarindo-Sur; CEB= Cayo El Banderote (nombre antiguo); PTC= Punta Tamarindo Chico; BMA= Bajo de Magoyo (nombre antiguo); BTA= Bahía Tarja (*sensu*=NOAA Nautical Chart 25655; junio 27, 1992); PME= Punta Melones; PDV= Punta de Vapor (nombre antiguo); PRO= Punta Rociada (*sensu*=NOAA Nautical Chart 25655; junio 27, 1992); PPR= Punta Prieta (nombre antiguo); LPE= Cayo Luis Peña-Este; LPS=Cayo Luis Peña-Sureste; PDE= Punta del Este (nombre antiguo); ECH= El Cayito Hondo (nombre antiguo); ASN= Arrecife Sin Nombre; CLP-S= Canal Luis Peña-Sur; CLP-C= Canal Luis Peña-Central; y CLP-N= Canal Luis Peña-Norte.

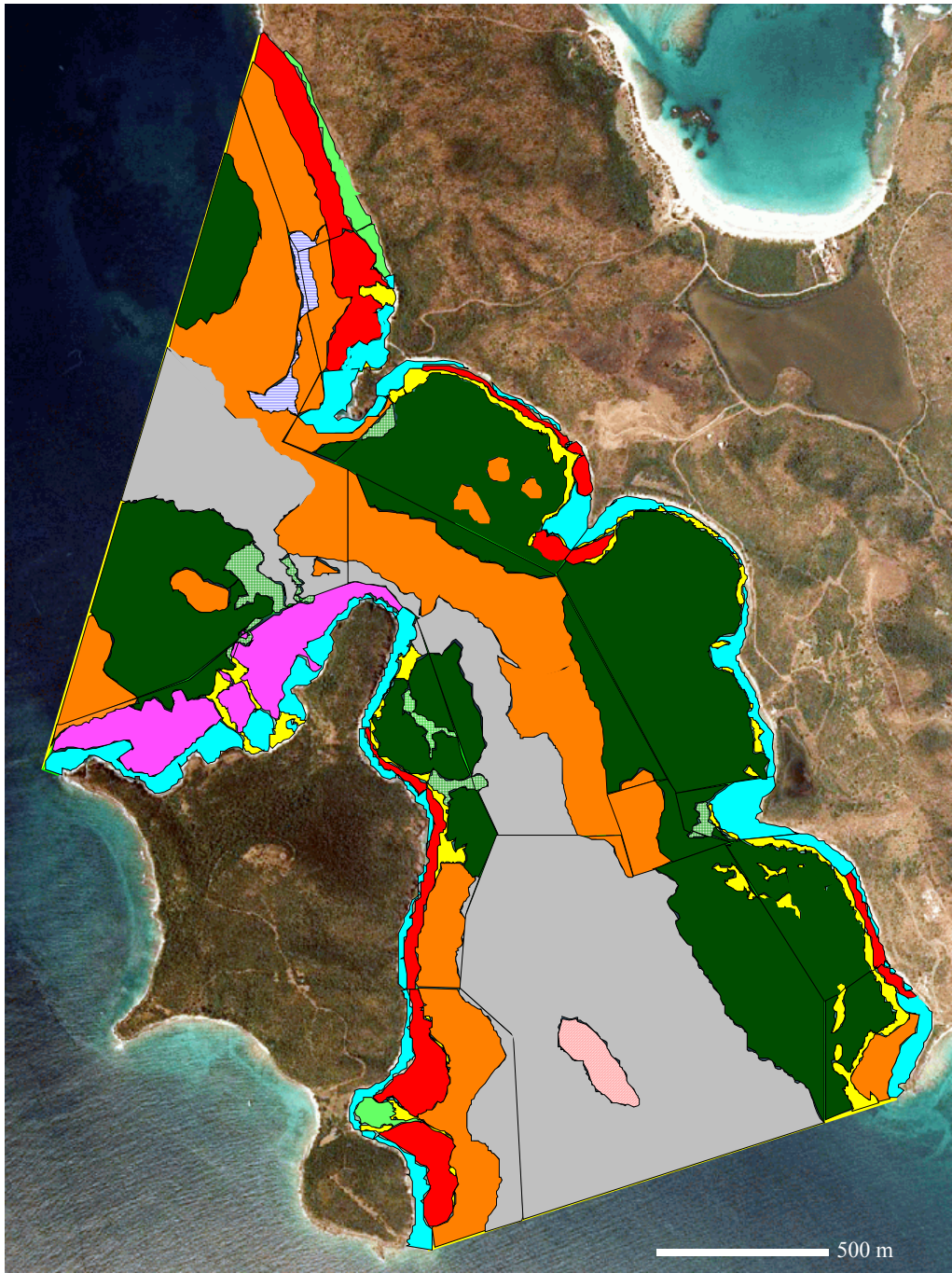


FIGURA 4. Clasificación de hábitculos bénticos de la RNCLP.

*Leyenda para la interpretación del mapa en la Figura 4.*

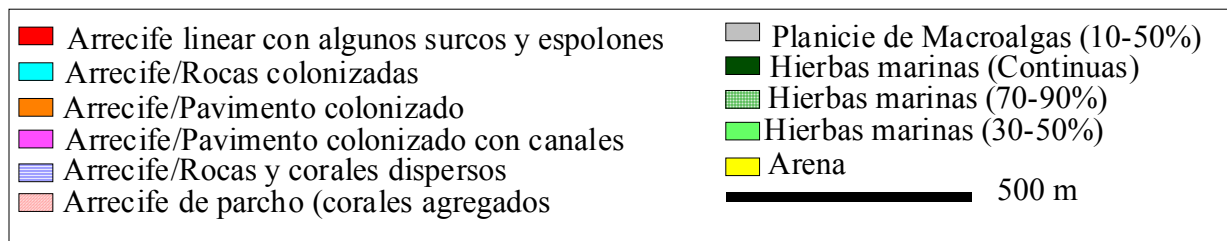


TABLA 1. Definiciones de las categorías principales de habitáculos béticos identificados dentro de la RNCLP.

<b>Categorías de habitáculos</b>	<b>Definiciones</b>
<i>Arrecife linear</i>	Formaciones coralinas lineares paralelas a la línea de orilla, siguiendo el contorno de la costa. Definición utilizada para identificar Arrecifes bordeantes, zonas de antearrecifes y arrecifes de plataforma. En este estudio dicha definición incluyó los sistemas de surcos y espolones.
<i>Fondo rocoso colonizado</i>	Fondo rocoso contiguo a la costa cubierto por macroalgas, corales pétreos, octocorales, esponjas y otros invertebrados sésiles en densidades lo suficientemente altas como para cubrir las rocas del sustrato. Generalmente, posee un relieve estructural alto.
<i>Pavimento colonizado</i>	Fondo de roca caliza plana, con poco relieve y cubierto por macroalgas, corales pétreos, octocorales, esponjas y otros invertebrados sésiles en densidades lo suficientemente altas como para cubrir la roca calcárea del sustrato.
<i>Fondo de rocas y corales dispersos</i>	Fondos arenosos, de hierbas o rocas con colonias de corales pequeños muy dispersos para identificarse como otro tipo de habitáculo.
<i>Pavimento colonizado con canales</i>	Fondo de pavimentos colonizados alternados con canales de arena con orientación perpendicular a la costa, pero con menor estructuración que los sistemas de surcos y espolones.
<i>Arrecifes de parchos</i>	Formaciones coralinas aisladas del resto de cualquier formación arrecifal por otros tipos de habitáculos como hierbas marinas, arena, etc., los cuales no tienen una estructuración definida. Pueden estar constituidos por agregaciones coralinas lo suficientemente difusas como para ser separadas de forma individual.
<i>Hierbas marinas (contínuas)</i>	Hierbas marinas con una cobertura mayor de 90% del fondo (independiente de la densidad de vástagos). Puede incluir áreas de aperturas sin hierbas (“blowouts”) en el fondo que no excedan de 10% del área total del lugar.
<i>Hierbas marinas (70-90%)</i>	Hierbas marinas discontinuas, con parchos de crecimiento difuso e irregular con una cobertura de 70 a 90% del fondo. Parchos de hierbas son muy dispersos para definirse como hierbas contínuas.
<i>Hierbas marinas (50-70%)</i>	Hierbas marinas discontinuas, con parchos de crecimiento difuso e irregular con una cobertura de 50 a 70% del fondo. Parchos de hierbas son muy dispersos para definirse como hierbas contínuas.
<i>Hierbas marinas (30-50%)</i>	Hierbas marinas discontinuas, con parchos de crecimiento difuso e irregular con una cobertura de 30 a 50% del fondo. Parchos de hierbas son muy dispersos para definirse como hierbas contínuas.
<i>Planicie de macroalgas de baja cobertura (10-50%)</i>	Sustrato cubierto por macroalgas discontinuas (independiente de la densidad de vástagos) con parchos de crecimiento difuso e irregular con una cobertura de 10 a 50% del fondo. Parchos de algas son muy dispersos para definirse como macroalgas contínuas. Puede ser un fondo arenoso o un pavimento rocoso. Se desarrolla en aguas profundas.
<i>Arena</i>	Depósito de sedimentos no consolidados expuestos al efecto de las corrientes y el oleaje.

## **Resultados**

### **Alternativas de zonificación.**

En este trabajo se han propuesto 5 esquemas de zonas para regular los usos en la RNCLP, los cuales se definen detalladamente en la Tabla 2. Los esquemas incluyen una zona de usos generales, una zona de usos exclusivos, una zona de usos limitados, una zona de conservación y una zona de amortiguamiento. Las definiciones de cada esquema se hicieron en forma de niveles. Es decir, que cada vez que se cruza de un nivel a otro de zonificación, se van eliminando diversos tipos de usos. Por ejemplo, las diferencias principales entre la zona de usos generales y la zona de usos limitados se basa en que en la zona de usos limitados se prohíbe la navegación de embarcaciones de alto tonelaje y de motoras acuáticas (“jet skis”), así como el anclaje en su totalidad, salvo en aquellas áreas que pudieran designarse mediante el Plan de Manejo. El resto de las actividades permitidas son similares entre ambos esquemas. Toda actividad permitida dentro de la RNCLP tiene siempre que ser compatible con sus metas y objetivos. Bajo cualquiera de los esquemas siempre se prohíbe el anclaje sobre corales, la pesca y la captura de cualquier organismo. La pesca y colección de organismos están prohibidos por la Orden Administrativa 99-15 del Secretario del DRNA, del 30 de septiembre de 1999, según enmendada por la Orden Administrativa 2003-14, del 14 de agosto de 2003. El anclaje sobre corales está prohibido por la Ley 147 de Arrecifes de Coral.

Las 10 alternativas de esquemas de zonificación se ilustran en las figuras 5 a la 14 y se resumen en la Tabla 3. La Alternativa #1 (Figura 5) es la alternativa de no zonificación. La misma representa el estatus quo actual de la RNCLP donde no existe zonificación alguna. Esta

TABLA 2. Esquemas de zonificación.

<b>Zonas</b>	<b>Patrón en mapas</b>	<b>Definición</b>
<i>Usos generales</i>	Círculos negros con el fondo gris claro	<p>Zona donde se permiten diversos usos recreacionales y comerciales, la navegación de kayaks, embarcaciones recreacionales de motor y vela, motoras acuáticas (“jet skis”) y de las embarcaciones de alto tonelaje, el anclaje, el establecimiento de boyas de amarre, la investigación científica, actividades educativas y cualesquiera otros usos compatibles con las metas y objetivos de la RNCLP.</p> <p>Se prohíbe el anclaje sobre corales, la pesca y la colección de cualquier organismo.</p>
<i>Usos limitados</i>	Enrejillado de color negro con el fondo azul	<p>Zona donde se permiten diversos usos recreacionales y de apreciación (ej. natación, buceo, “snorkeling”, fotografía submarina, actividades educativas), la navegación de kajaks y de embarcaciones recreacionales de motor y vela, el establecimiento de boyas de amarre, la investigación científica y cualesquiera otros usos compatibles con las metas y objetivos de la RNCLP.</p> <p>Se prohíbe la navegación de embarcaciones de alto tonelaje y de las motoras acuáticas (“jet skis”), el anclaje en su totalidad (salvo en aquellas áreas designadas mediante el Plan de Manejo), la pesca y la colección de cualquier organismo.</p>
<i>Conservación</i>	Lineas diagonales rojas con el fondo blanco	<p>Zona donde sólo se permiten los usos recreacionales de apreciación (ej. natación, buceo, “snorkeling”, fotografía submarina, actividades educativas) con poca densidad de usuarios y la investigación científica limitada al monitoreo ecológico y/o restauración de hábitáculos.</p> <p>Se prohíbe la navegación de cualquier tipo de embarcación, el anclaje en su totalidad, la pesca, la colección de cualquier organismo y cualquier uso incompatible con las metas y objetivos de la RNCLP.</p>
<i>Usos exclusivos</i>	Puntos dispersos azules con el fondo blanco	<p>Zona especial designada para la natación, actividades educativas y otros usos compatibles.</p> <p>Se prohíbe la navegación de cualquier tipo de embarcación, el anclaje en su totalidad, la pesca, la colección de cualquier organismo y cualquier uso incompatible con las metas y objetivos de la RNCLP.</p>

<i>Amortiguamiento</i>	Puntos agregados de color negro con el fondo anaranjado	Zona especial de 100 m de ancho designada para amortiguar el impacto de la pesca y otras actividades alrededor de la RNCLP. Se permite todo tipo de actividad compatible con las metas y objetivos de la RNCLP.  Se prohíbe el anclaje sobre corales, la pesca y la colección de cualquier organismo.
------------------------	---	---

alternativa no tiene ningún beneficio positivo para la RNCLP ya que impide establecer medidas para regular los usos de forma ordenada dentro de la RNCLP, lo que dificultaría la implantación y enforcement del Plan de Manejo (Tabla 4). Igualmente, limitaría la educación de los usuarios de los recursos de la RNCLP sobre las diferentes medidas de manejo, usos permitidos y sobre la presencia de hábitats de interés particular. Su desventaja principal será la de limitar la habilidad para implantar el plan de manejo. La única ventaja social de esta alternativa será la de mantener los usos virtualmente ilimitados en la RNCLP. Sin embargo, la alternativa de no zonificación es contraria a las metas y objetivos del plan de manejo.

La alternativa #2 (Figura 6) es básicamente un esquema de zonas de usos generales para toda la RNCLP, pero con la designación de 7 zonas pequeñas de usos exclusivos (Tabla3). Comparada con la Alternativa #1, esta alternativa no tiene ningún impacto ambiental significativo, fuera de la prohibición total de la navegación y el anclaje dentro de las zonas de playa con valor recreacional localizadas en Playa Carlos Rosario, Bahía Tamarindo-Norte, Bahía Tamarindo-Sur, Punta Melones, Cayo Luis Peña-Norte (2 áreas) y Cayo Luis Peña-Sureste. El mantener la RNCLP en su mayoría como una zona de usos generales tendría un impacto ambiental y social básicamente similar al descrito para la Alternativa #1. La Alternativa #2

TABLA 3. Alternativas de zonificación de la RNCLP.

Alternativa	Características principales
1	No zonificación
2	Zonas de usos generales + zonas de usos exclusivos
3	Alternativa #2 + zonas de usos limitados
4	Alternativa #3 + tres zonas de conservación en arrecifes
5	Alternativa #3 + zonas de conservación en todos los arrecifes
6	Alternativa #5 + zonas de amortiguamiento
7	Alternativa #6 + zonas de conservación en todos los yerbazales marinos llanos
8	Alternativa #3 + zonas de conservación en los arrecifes de mayor desarrollo
9	Alternativa #8 + zonas de amortiguamiento
10	Alternativa #8, convertir zonas de usos generales a zonas de usos limitados

resulta mayormente incompatible con las metas y objetivos de la RNCLP.

La Alternativa #3 (Figura 7) es una modificación considerable de la Alternativa #2. En este caso, se mantiene como zonas de usos generales todas las zonas profundas del Canal Luis Peña, pero convierte todas las demás áreas, fuera de las zonas ya mencionadas de usos exclusivos, en zonas de usos limitados (Tabla 3). Las ventajas principales de la Alternativa #3 son la de prohibir totalmente el anclaje, la navegación de las embarcaciones de alto tonelaje y la de motoras acuáticas (“jet skis”). La prohibición a las embarcaciones de alto tonelaje es casi académica ya que la mayoría de los fondos en las zonas de usos limitados son fondos relativamente llanos (<10 m) y marginales a las zonas profundas del centro del Canal Luis Peña, por lo que la navegación de este tipo de embarcación a través de estas zonas es virtualmente inexistente. Sin embargo, hemos podido observar como embarcaciones tipo cruceros, así como embarcaciones de la Guardia Costanera, y en el pasado, embarcaciones navales de la Marina de

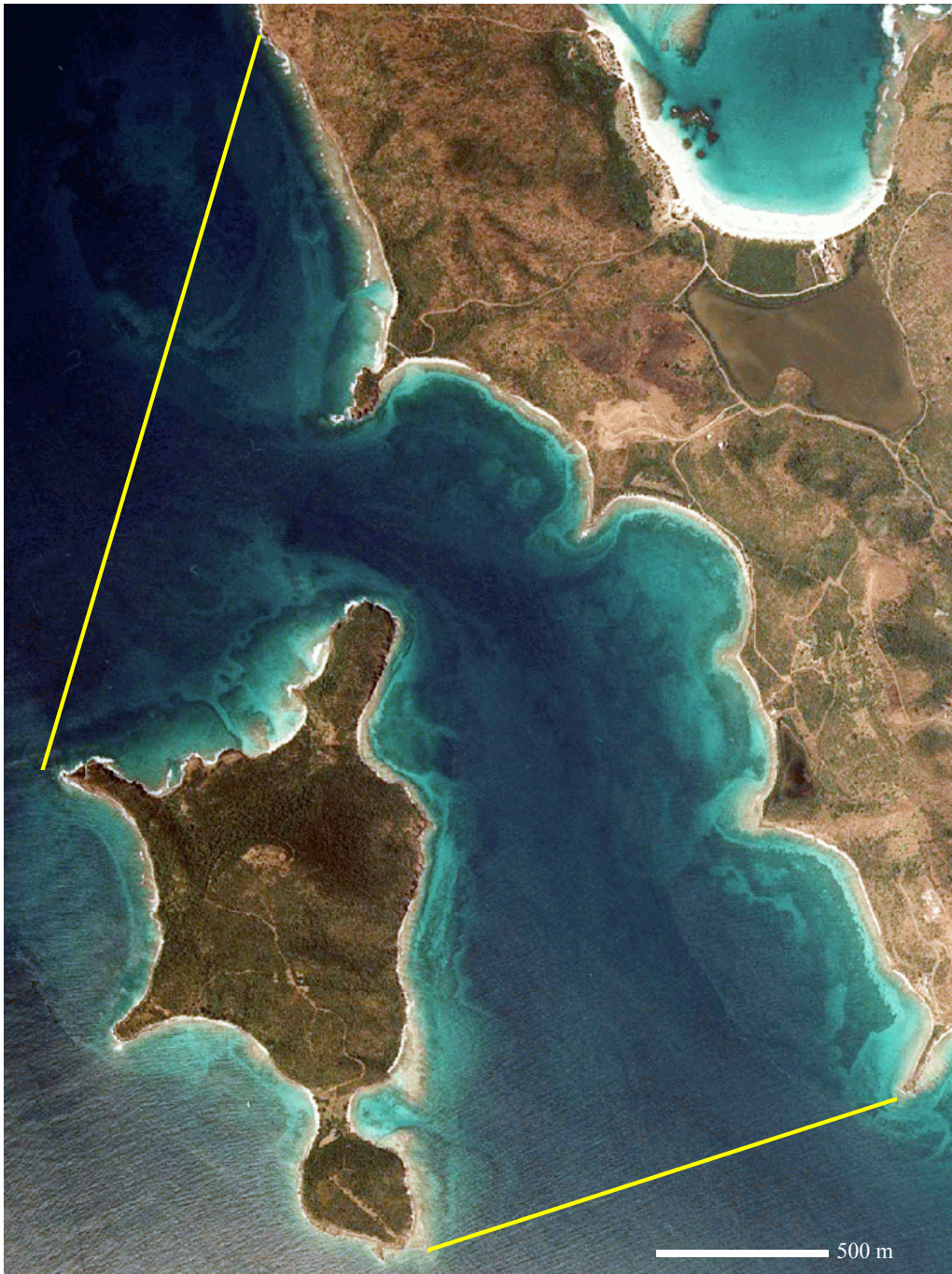


FIGURA 5. Alternativa de zonificación #1.

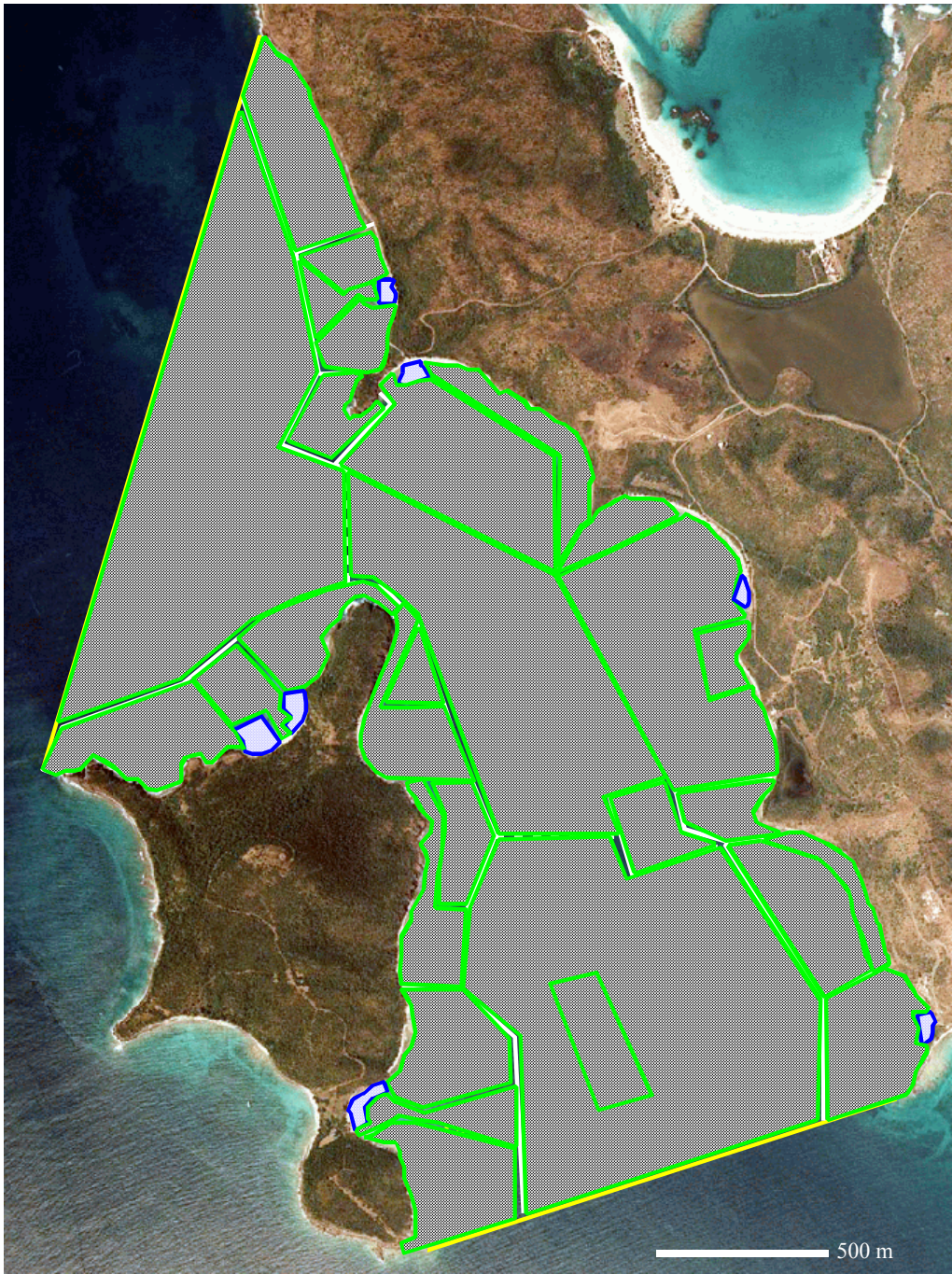


FIGURA 6. Alternativa de zonificación #2.

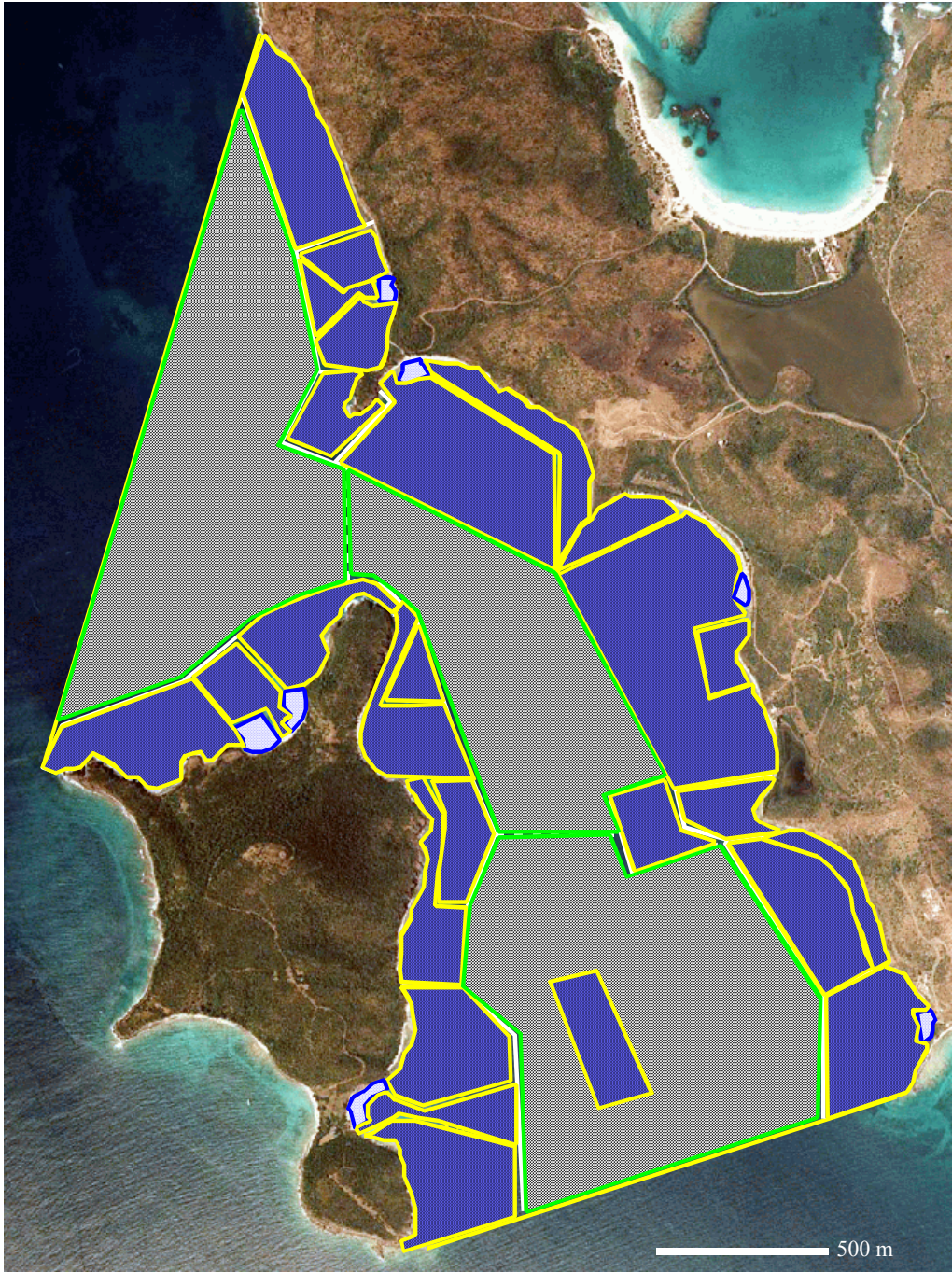


FIGURA 7. Alternativa de zonificación #3.

Guerra estadounidense, han utilizado partes de estas zonas como áreas de anclaje, en detrimento de las comunidades coralinas y de hierbas marinas. En terminos sociales, una de las ventajas principales será la de facilitar la implantación de las medidas de manejo, regulación de usos y enforzamiento. Esta alternativa es más compatble con las metas y objetivos de la RNCLP que las Alternativas #1 y #2.

La Alternativa #4 (Figura 8) es muy similar a la Alternativa #3. La diferencia principal es que se propone, adicionalmente, la designación de 4 zonas de conservación en las comunidades arrecifales de Península Flamenco-Oeste, Playa Carlos Rosario, Punta Tamarindo Chico y Cayo Luis Peña-Sureste (Tabla 3). El impacto ambiental principal de esta alternativa sería el de brindar el mayor grado de protección las cuatro comunidades arrecifales en mayor condición de la RNCLP, eliminando totalmente la navegación y el anclaje (Tabla 4). Ésto tendría como ventaja la mayor seguridad posible para los usuarios. Igualmente, la Alternativa #4 facilitará la implantación de las medidas de manejo, regulación de usos y enforzamiento. También facilitará la identificación en el campo y la educación de los usuarios sobre la presencia de habitáculos de interés particular y sobre las medidas de manejo y usos permitidos en éstos. Su impacto social adverso principal es que esta zona establece la mayor limitación de usos dentro de la RNCLP. Sin embargo, esta alternativa es compatible con las metas y objetivos de la RNCLP.

La Alternativa #5 (Figura 9) es muy similar a la Alternativa #4. Sólo que en este caso se propone designar todos los arrecifes de coral marginales de la RNCLP como zonas de conservación (Tabla 3), lo que aumentaría considerablemente el grado de protección al recurso,

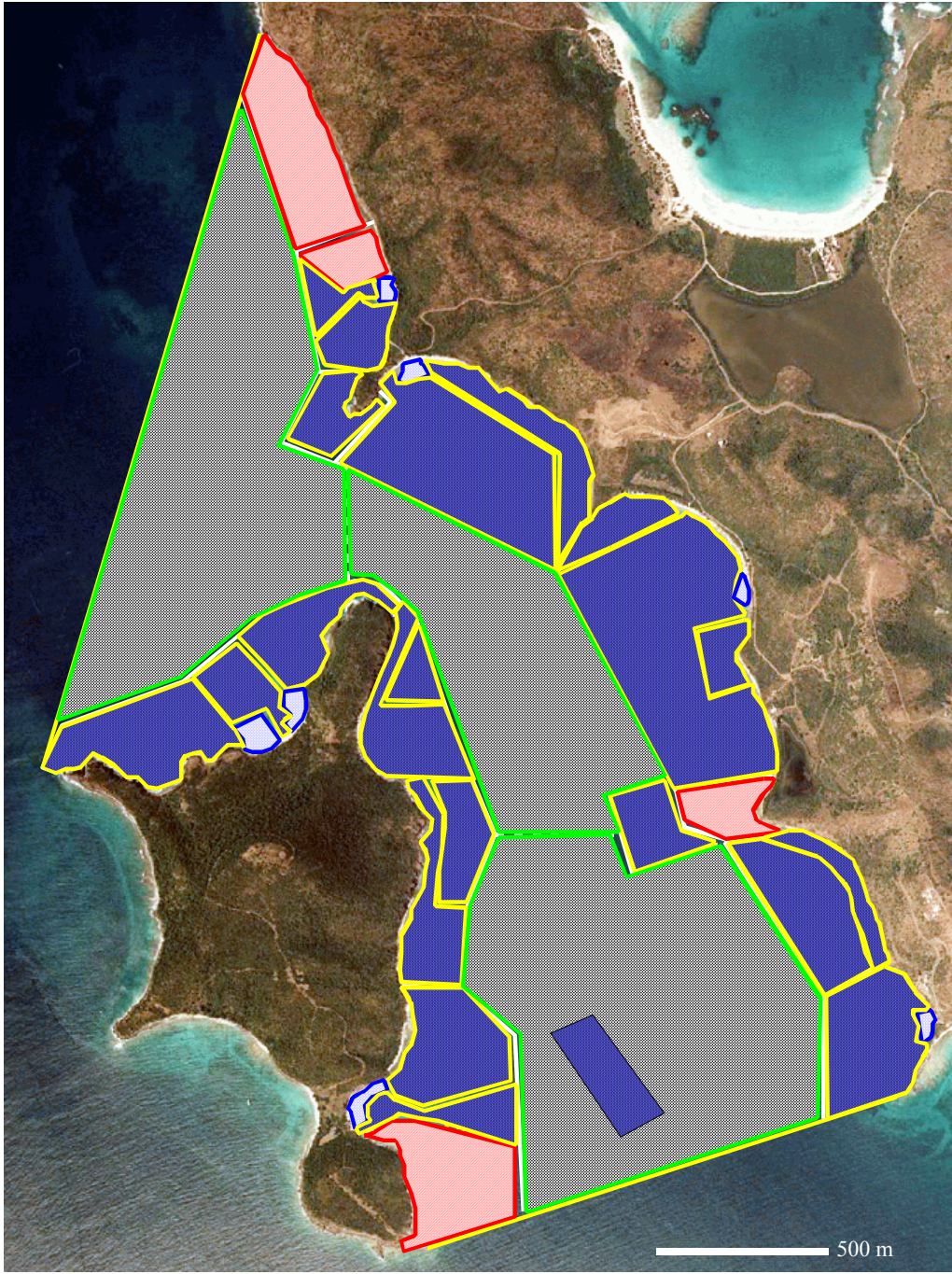


FIGURA 8. Alternativa de zonificación #4.

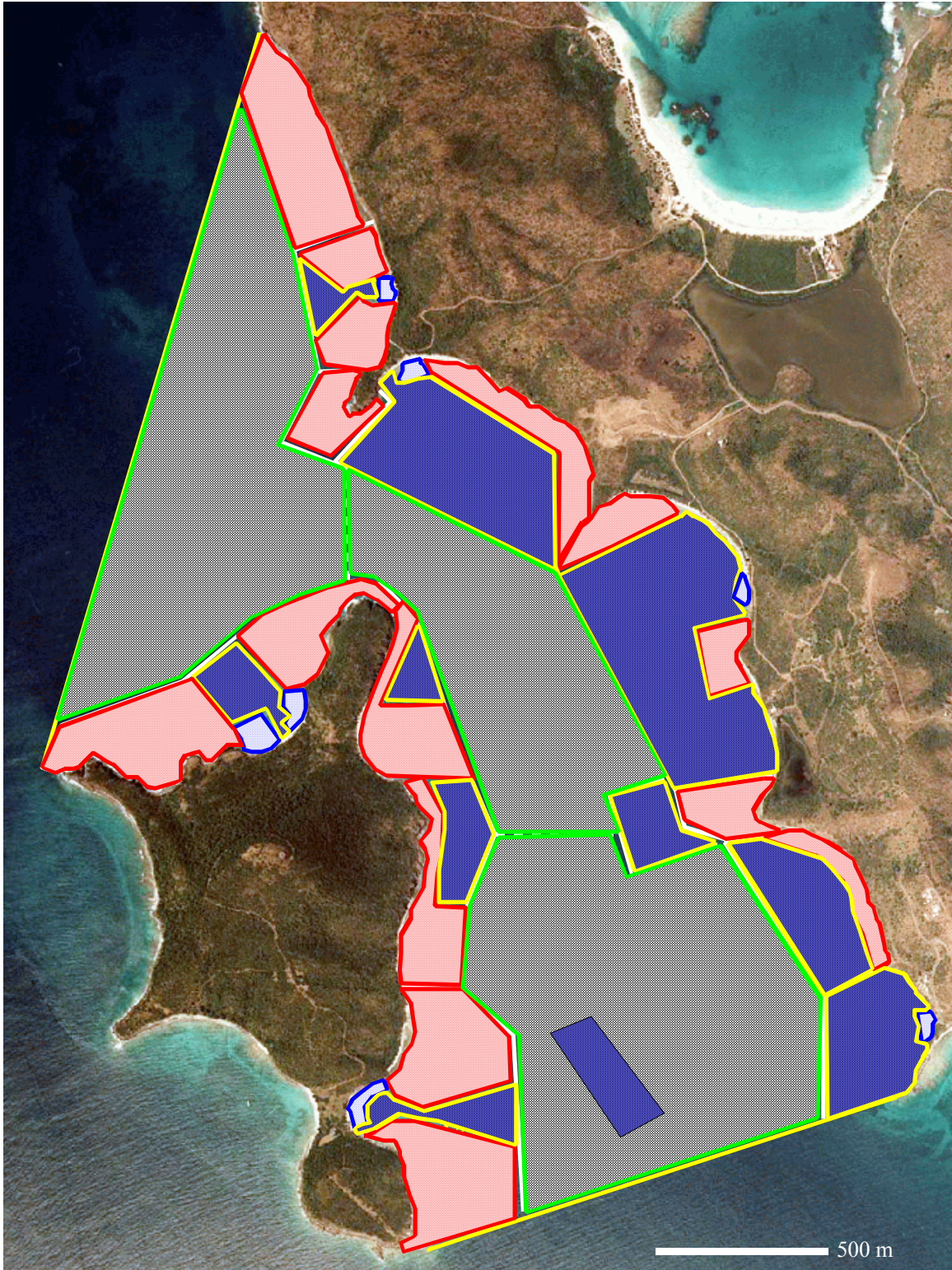


FIGURA 9. Alternativa de zonificación #5.

pero limitaría considerablemente algunas de las actividades a desarrollarse en éstos (ej. kayaks) (Tabla 4). Ésto tendría como ventaja la mayor seguridad posible para los usuarios. Igualmente, la Alternativa #5 facilitará la implantación de las medidas de manejo, regulación de usos y enforzamiento. También facilitará la identificación en el campo y la educación de los usuarios sobre la presencia de habitáculos de interés particular y sobre las medidas de manejo y usos permitidos en éstos. Además, esta alternativa establece las rutas de entrada para las embarcaciones de placer en Playa Carlos Rosario, Cayo Luis Peña-Norte, este y sureste. Sin embargo, a pesar de que esta alternativa es compatible con las metas y objetivos de la RNCLP, limitaría significativamente parte de los usos recreacionales de la RNCLP. Así mismo, la misma podría eliminar parcial o totalmente las actividades comerciales de buceo en algunas localidades (ej. Cayo Luis Peña-Sureste), cuyas zonas de protección pudieran ser de tal tamaño que resultaría muy difícil o riesgoso nadar grandes distancias desde las embarcaciones para poder tener acceso hasta las zonas de buceo.

La Alternativa # 6 (Figura 10) es exactamente igual a la Alternativa #5, con la única diferencia que se designa, además, una zona de amortiguamiento de 100 metros de ancho alrededor de los márgenes norte y sur de la RNCLP (Tabla 3). Esta zona tendría como ventaja principal el expandir la prohibición de la pesca hasta 100 metros afuera de la RNCLP para reducir al mínimo la probabilidad de que ocurran actividades de pesca ilegal en los márgenes de la RNCLP. Sin embargo, como impacto social negativo, se estaría eliminando la actividad de pesca en una zona donde actualmente se permite. La Alternativa # 6 es compatible con las metas y objetivos de la RNCLP. Sin embargo, su naturaleza establece un nivel considerable de restricciones de usos.

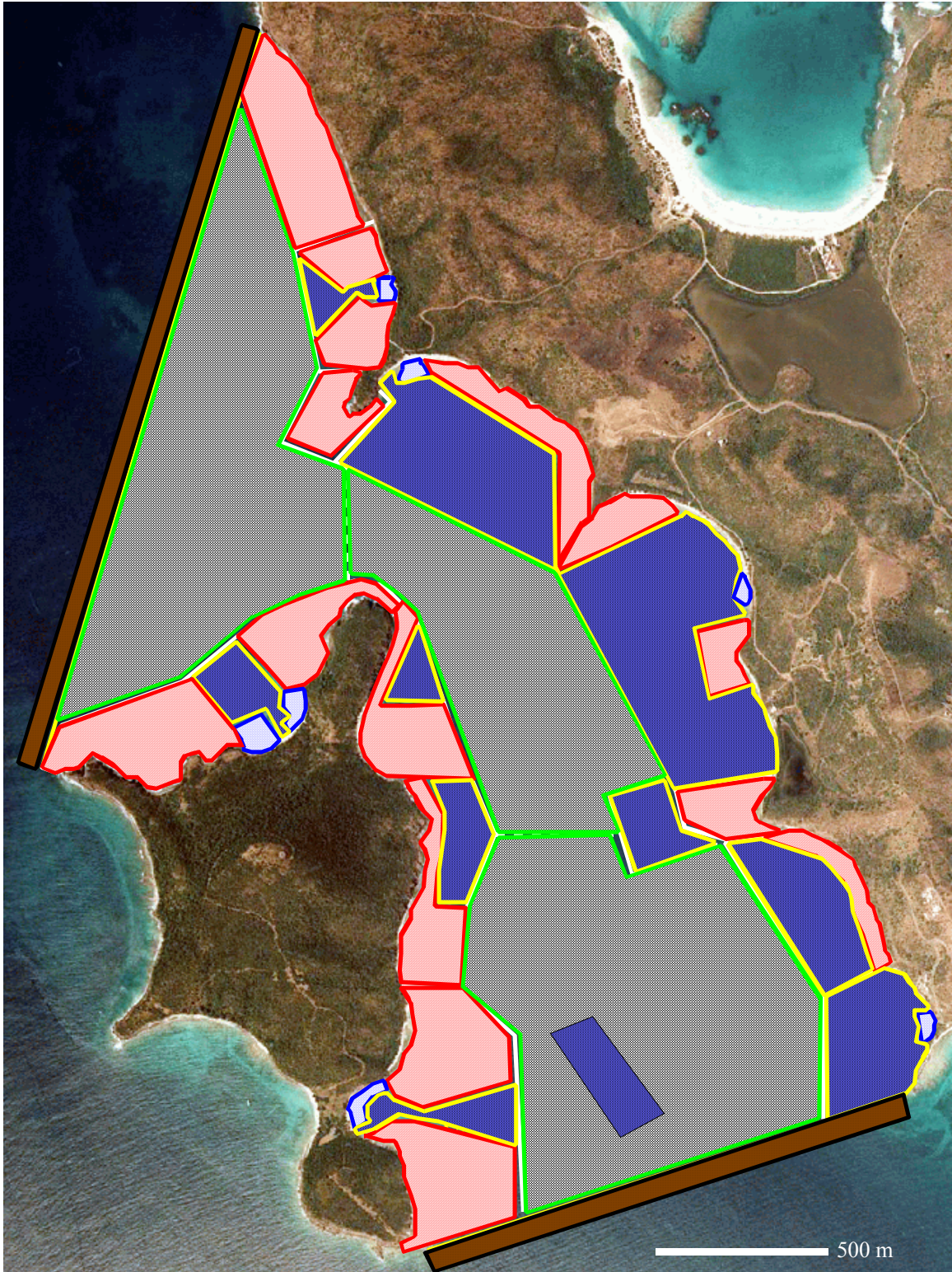


FIGURA 10. Alternativa de zonificación #6.

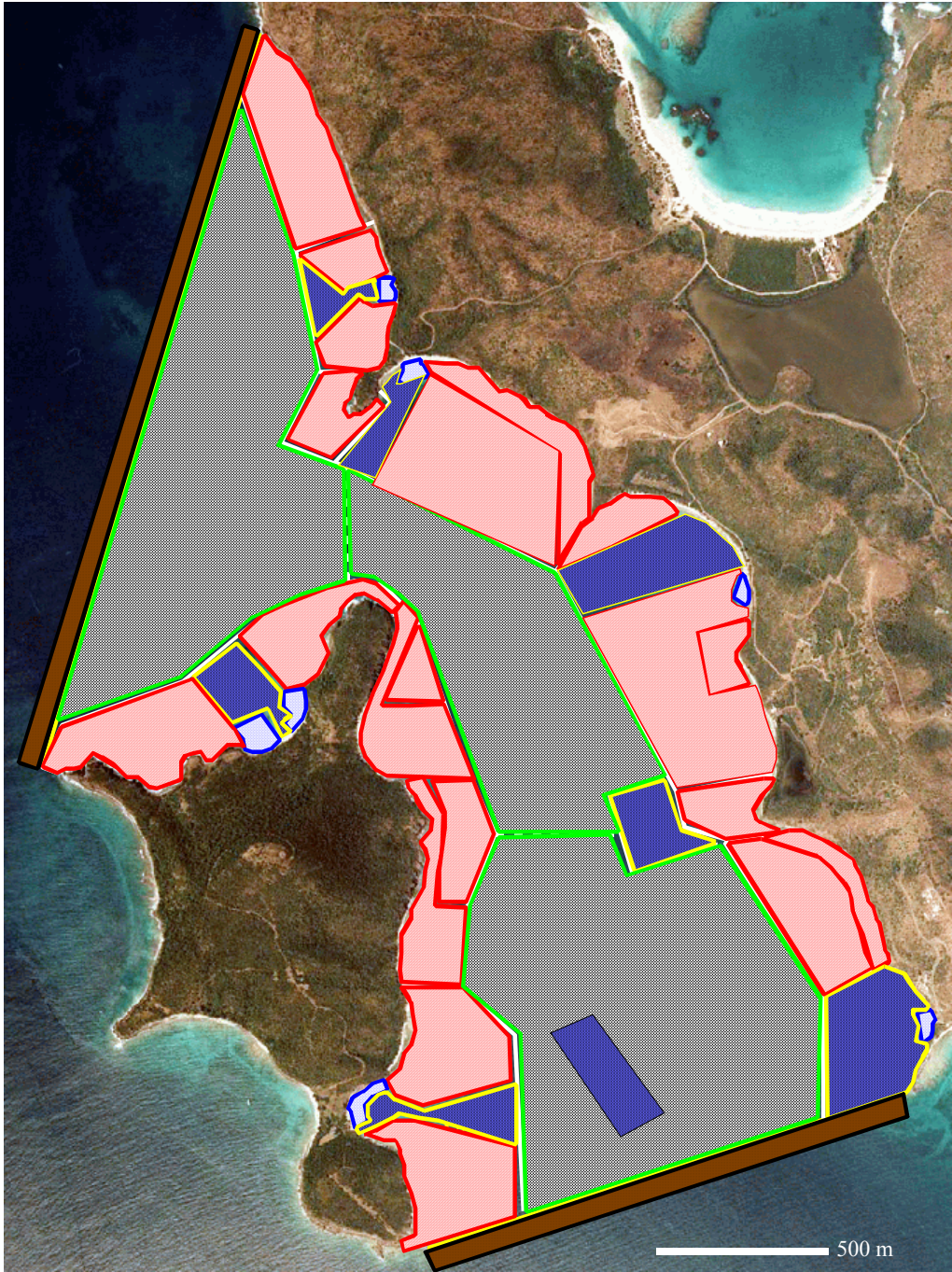


FIGURA 11. Alternativa de zonificación #7.

La Alternativa #7 (Figura 11) es muy similar a la Alternativa #6. Sin embargo, ésta designa como zonas adicionales de conservación todas las comunidades de hierbas marinas en aguas llanas (<10 m) (Tabla 3). Ésto tendría como impacto positivo para el recurso aumentar considerablemente el nivel de protección eliminando la navegación y el anclaje de zonas extensas de la RNCLP (Tabla 4). Sin embargo, la desventaja principal será la de limitar significativamente el acceso al recurso, lo cual convertiría grandes extensiones de fondos marinos en zonas *de facto* de preservación. Ésto sería contrario a una de las metas de la RNCLP de permitir usos múltiples en la RNCLP.

La Alternativa #8 (Figura 12) toma los mismos elementos de la Alternativa #3. Además, en ésta se designan como zonas de conservación sólo las áreas de mayor desarrollo de aquellos arrecifes de coral principales dentro de la RNCLP (Tabla 3). Ésto incluyó a los arrecifes de la Península Flamenco-Oeste, Playa Carlos Rosario, Arrecife Rompeanzuelos, Arrecife El Banderote, Punta Tamarindo Chico, los arrecifes entre Punta Vapor y Punta Rociada (noreste del Cayo Luis Peña) y las zonas de mayor relieve estructural y mayor porcentaje de cobertura de coral vivo en los arrecifes localizados al sureste del Cayo Luis Peña. Esta alternativa es tiene la ventaja de proveerle el nivel máximo posible de protección a las comunidades arrecifales que muestran mayor desarrollo y mejor condición ecológica, pero sin comprometer aspectos importantes como el acceso a éstas zonas. A la vez la Alternativa #8 ofrece una alternativa balanceada entre todos los esquemas de usos principales dentro de la RNCLP, salvaguardando la conservación del recurso, pero manteniendo a su vez una zona amplia de usos generales. Esta alternativa es compatible con las metas y objetivos de la RNCLP.

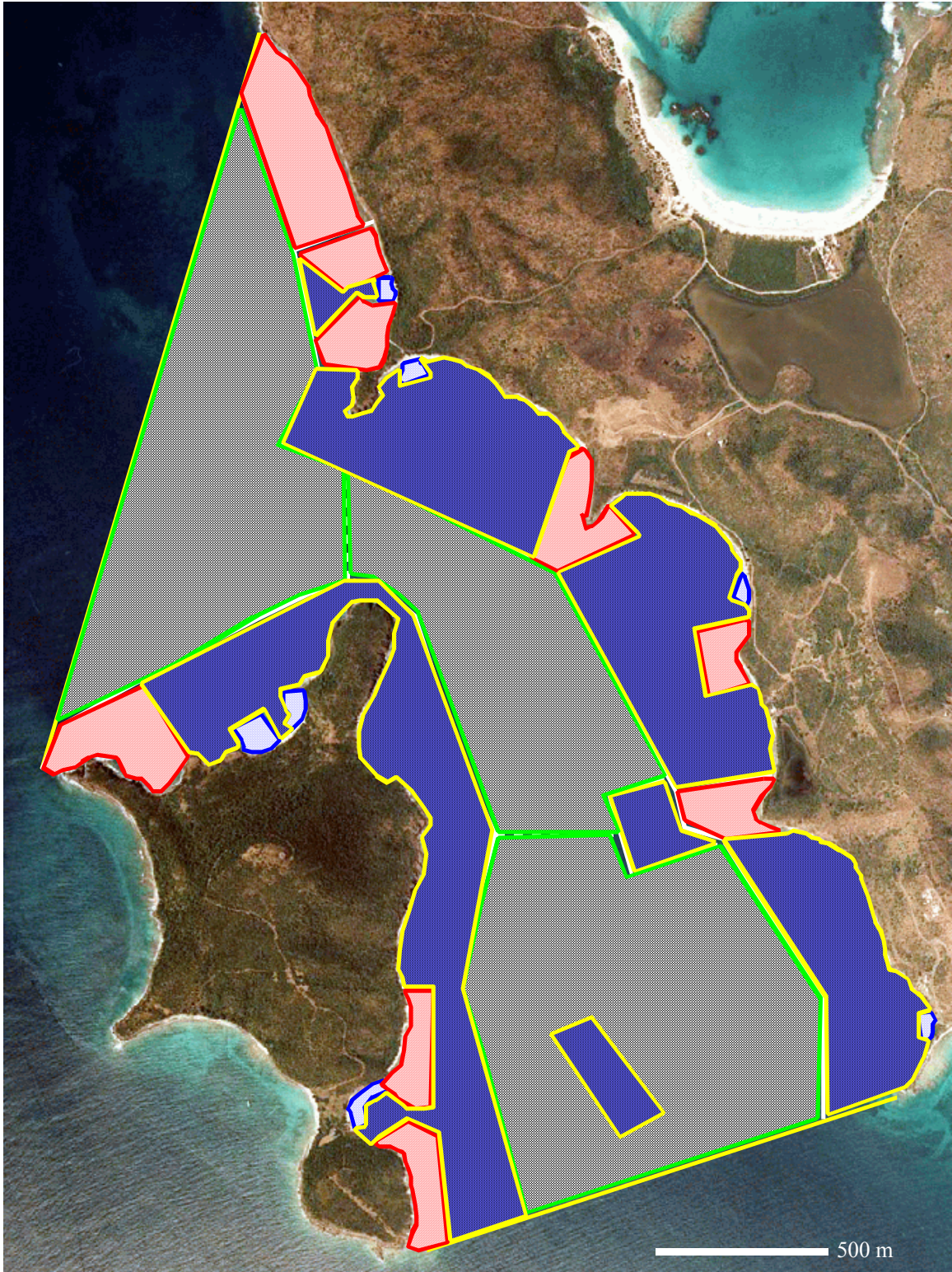


FIGURA 12. Alternativa de zonificación #8.

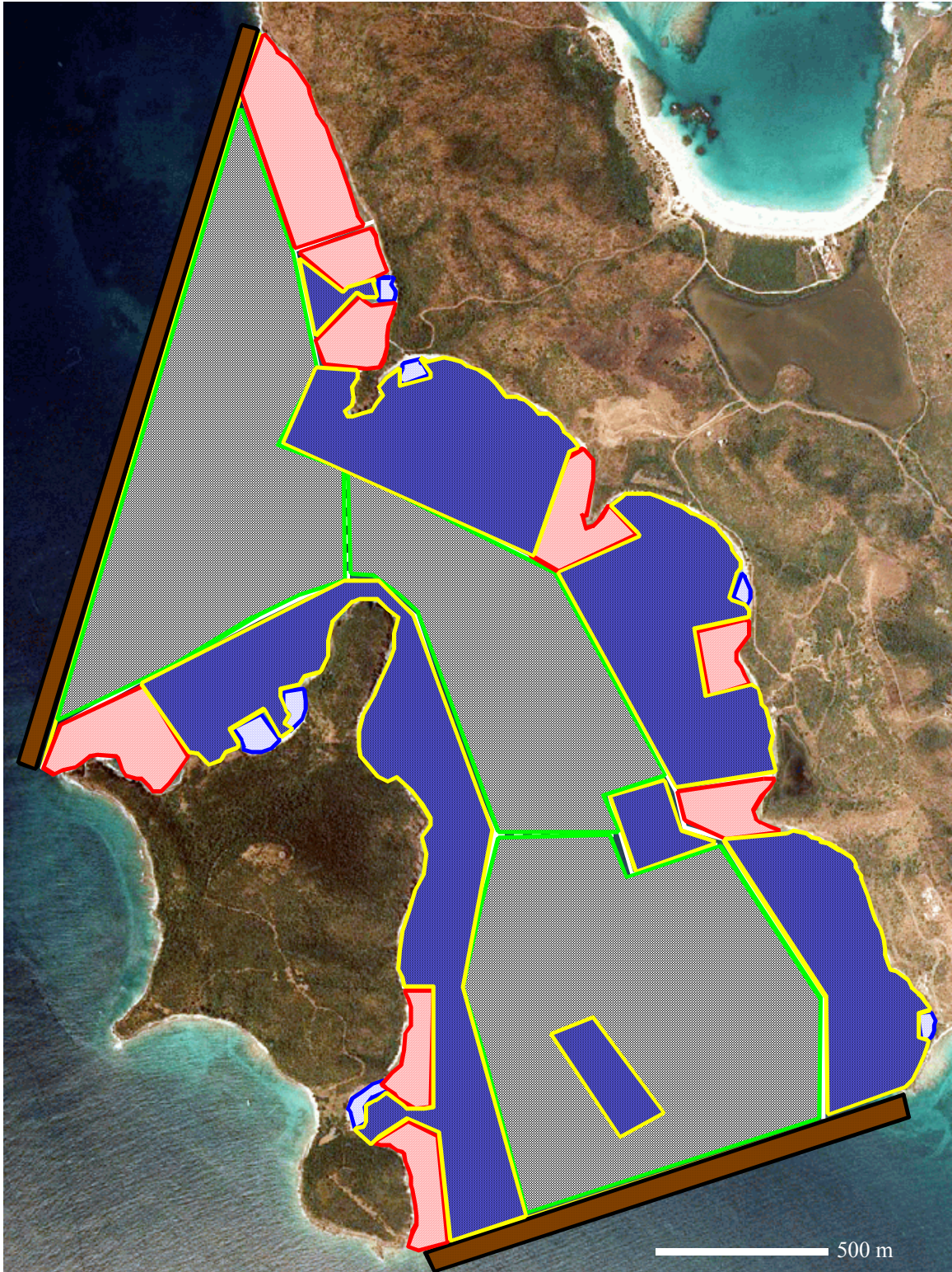


FIGURA 13. Alternativa de zonificación #9.

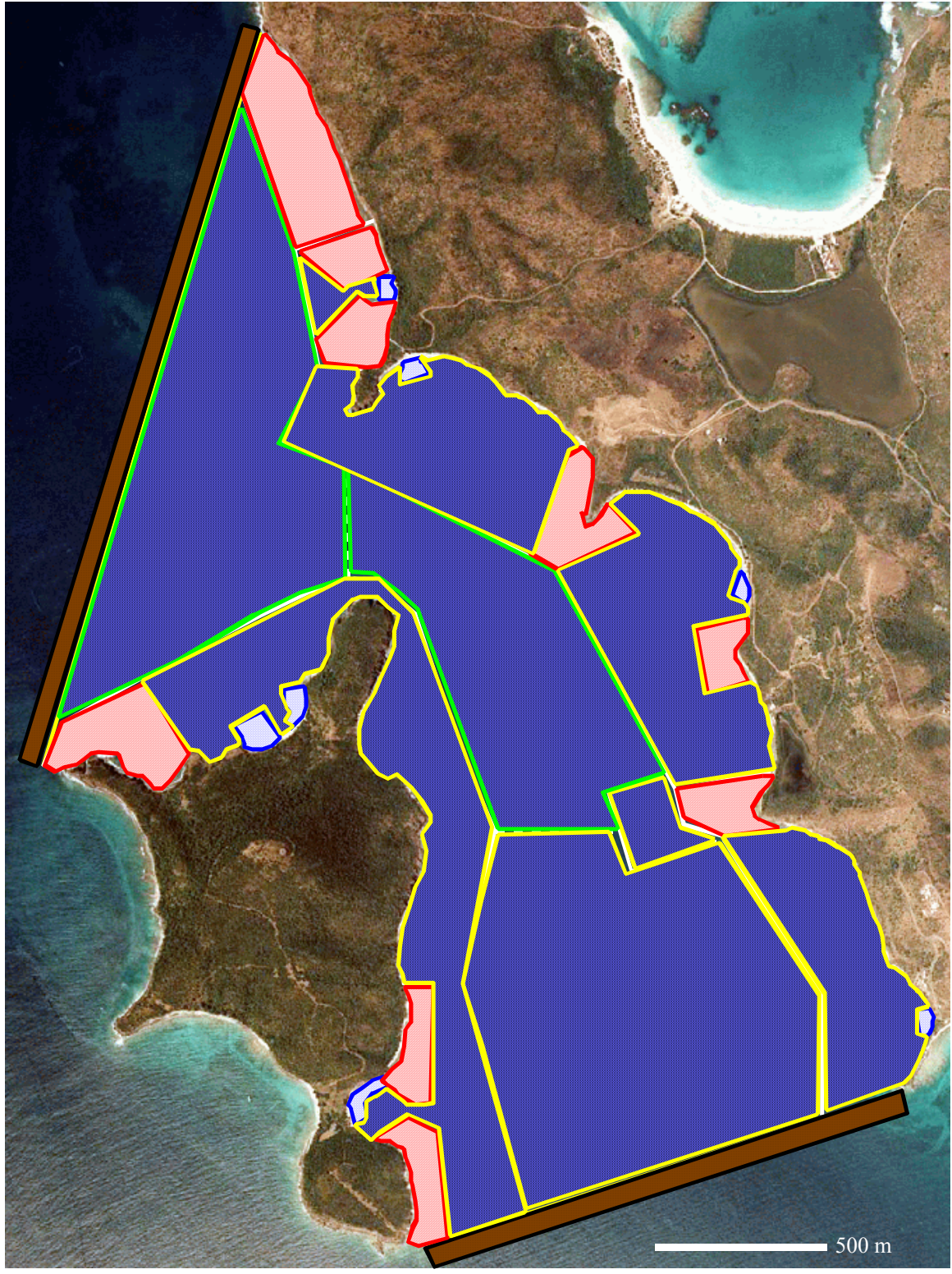


FIGURA 14. Alternativa de zonificación #10.

TABLA 4. Resumen de los posibles impactos ambientales y sociales de las alternativas de zonificación de la RNCLP.

Alternativas	Impactos Ambientales Ventajas	Impactos Ambientales Desventajas	Impactos Sociales Ventajas	Impactos Sociales Desventajas
1	Ninguna	Limitación severa del manejo; dificultad de hacer cumplir el enforzamiento de la ley; ausencia de regulación de usos; perpetuar estatus quo; mayor riesgo de impactos por usos a habitáculos.	Usos de la RNCLP se mantendrían prácticamente ilimitados.	Mayor riesgo a los usuarios en el agua; perpetuar el desconocimiento sobre la RNCLP, de los usos permitidos y de las medidas de manejo.
2	Proteger algunas de las áreas de playa con valor recreacional.	Similar a la Alternativa #1, con la excepción de las zonas de usos exclusivos; impactos mínimos localizados en los lugares de demarcación de boyas de las zonas.	Similar a la Alternativa #1; mayor seguridad para los usuarios en las zonas de usos exclusivos.	Similar a la Alternativa #1, con la excepción de las zonas de uso exclusivo; eliminación del acceso de las embarcaciones a las zonas de usos exclusivos.
3	Regular la navegación recreacional y prohibir el anclaje en habitáculos de interés particular; prohibir la navegación de ambarcaciones de alto tonelaje; facilitar la implementación de medidas de manejo y enforzamiento; establecimiento de boyas de amarre adicionales.	Impactos mínimos localizados en los lugares de demarcación de boyas de las zonas.	Aumentar la seguridad de los usuarios del recurso; facilitar la implementación de medidas de manejo, enforzamiento y de educación de los usuarios; establecimiento de boyas de amarre adicionales.	Eliminación del acceso de las embarcaciones a las zonas de usos exclusivos; limitación potencial en el número de embarcaciones en las zonas de usos limitados en función de la cantidad de boyas de amarre disponibles o de la posible designación de áreas de anclaje; prohibición explícita a la navegación de las motoras acuáticas (“jet skis”).
4	Similar a la Alternativa #3; establecer el grado mayor de conservación posible para los arrecifes de Península Flamenco-Oeste; Playa Carlos Rosario, Cayo Luis Peña-Sureste y Punta Tamarindo Chico.	Similar a la Alternativa #3	Similar a la Alternativa #3; designación de zonas de prohibición de la navegación para aumentar la seguridad de los usuarios.	Similar a la Alternativa #3; prohibición de todo tipo de navegación y anclaje en las zonas de conservación; limitación parcial de las actividades comerciales de buceo en algunas localidades.
5	Similar a la Alternativa #4; designa como zonas de conservación todos los arrecifes pincipales de la RNCLP.	Similar a la Alternativa #4	Similar a la Alternativa #4	Similar a la alternativa #4, pero aumentando las zonas de prohibición de todo tipo de navegación y anclaje en las zonas de conservación.
6	Similar a la Alternativa #6;	Similar a la Alternativa #5	Similar la Alternativa #5	Similar a la Alternativa #5;

	aumenta la protección a la zona de no pesca establecida en toda la RNCLP.			dificulta parcialmente el acceso de los usuarios al recurso en algunas localidades; se prohibirá la pesca en una franja de 100 metros de ancho afuera de los límites actuales de la RNCLP.
7	Similar a la Alternativa #6; designa como zonas de conservación todas las hierbas marinas de aguas llanas de la RNCLP.	Similar a la Alternativa #6	Similar a la Alternativa #7	Similar a la Alternativa #6; establece limitaciones severas a la navegación y usos; dificulta significativamente el acceso de los usuarios al recurso.
8	Similar a la Alternativa #3; designa como zonas de conservación a las zonas de mayor desarrollo estructural de aquellos arrecifes de mejor condición ecológica.	Similar a la Alternativa #3	Similar a la Alternativa #4; facilita el acceso regulado a las zonas de conservación maximizando su uso, pero reduciendo sus impactos; provee para mantener las actividades comerciales de buceo en algunas localidades.	Similar a la Alternativa #3; prohibición de todo tipo de navegación y anclaje en las zonas de conservación.
9	Similar a la Alternativa #8; aumenta la protección a la zona de no pesca establecida en toda la RNCLP.	Similar a la Alternativa #8	Similar a la Alternativa #8	Similar a la alternativa #8; se prohibirá la pesca en una franja de 100 metros de ancho afuera de los límites actuales de la RNCLP.
10	Similar a la Alternativa #9; confiere el grado máximo de protección a todo el Canal al designarlo como una zona de usos limitados.	Similar a la Alternativa #9	Similar a la Alternativa #9; aumenta al máximo la seguridad de los usuarios al eliminar la navegación de embarcaciones de alto tonelaje y las motoras acuáticas.	Similar a la Alternativa #9; establece restricciones al uso de motoras acuáticas y al tráfico ocasional de embarcaciones de alto tonelaje.

La Alternativa #9 (Figura 13) es similar a la Alternativa #8, solo que ésta incluye, adicionalmente, una zona de amortiguamiento similar a la descrita previamente en las Alternativas #6 y #7 en los márgenes norte y sur de la RNCLP (Tabla 3). Los impactos ambientales de esta alternativa son positivos ya que maximiza la protección a los recursos pesqueros de la RNCLP (Tabla 4). Sin embargo, a corto plazo la misma tiene un impacto negativo parcial al eliminar la pesca de la franja de 100 m alrededor de ambos márgenes. Se ha estimado, por otro lado, que el impacto a largo plazo de esta medida es positivo ya que contribuye a promover el crecimiento de las poblaciones de peces y su desplazamiento hacia zonas fuera de la Reserva.

La Alternativa #10 (Figura 14) es una modificación de la Alternativa #9, en la cual se elimina como opción de manejo las zonas de usos generales (Tabla 3). El impacto principal de tal medida será el de prohibir la navegación de las embarcaciones de alto tonelaje y de las motoras acuáticas (“jet skis”) a través de la RNCLP. También prohibiría el anclaje dentro de toda la RNCLP, confiriéndole un grado mayor de protección a los fondos marinos. Ésto redundará en beneficios para el ambiente y para los usuarios en general. El impacto adverso principal es la limitación al tráfico de embarcaciones grandes, como las embarcaciones de la Autoridad de los Puertos que utilizan dicha ruta bajo condiciones de mal tiempo en el mar. También se eliminaría en su totalidad el uso recreacional asociado a la navegación de las motoras acuáticas.

### **Recomendaciones sobre la zonificación de la RNCLP.**

Todas las alternativas presentadas tienen una serie de ventajas y desventajas. El balance entre ambas debe ser el criterio principal para decidir cuál opción de zonificación puede ser la alternativa más adecuada en cumplimiento con las metas y objetivos de la RNCLP. Entre estas opciones, las Alternativas #8 y #9 parecen presentar las opciones más balanceadas entre la conservación y los usos permisibles en la RNCLP, que maximizan los beneficios ambientales y sociales, y que minimizan los impactos sociales negativos. Sin embargo, es importante recalcar que este documento es sólo un instrumento de trabajo que estará sujeto al escrutinio público y que es necesario discutir estas opciones con la comunidad de usuarios, así como con todas las partes interesadas en el manejo de la RNCLP, de forma que todas las alternativas sean evaluadas igualmente. A la misma vez, ésto debe hacerse mediante un proceso que le permita a la comunidad y demás partes interesadas el formular sus propias alternativas de zonificación. Es muy posible que la alternativa final aceptada sea una opción desarrollada en conjunto entre todas las partes interesadas y el DRNA, la cual sea completamente diferente a cualquiera de las alternativas presentadas. Dicho proceso es necesario para garantizar que el desarrollo del Plan de Manejo de la RNCLP sea uno participativo para todos los sectores.

### **Alternativas para el establecimiento de boyas, marcadores y señales.**

El segundo componente principal de este documento es el de recomendar diferentes alternativas para la demarcación de habitáculos de interés particular dentro de la RNCLP, así como para el establecimiento de boyas, marcadores o de cualquier tipo de señal que facilite la navegación y contribuya a educar a los usuarios de la RNCLP. Para ésto se utilizó un esquema de análisis similar al utilizado en la discusión de las alternativas de zonificación. Sin embargo,

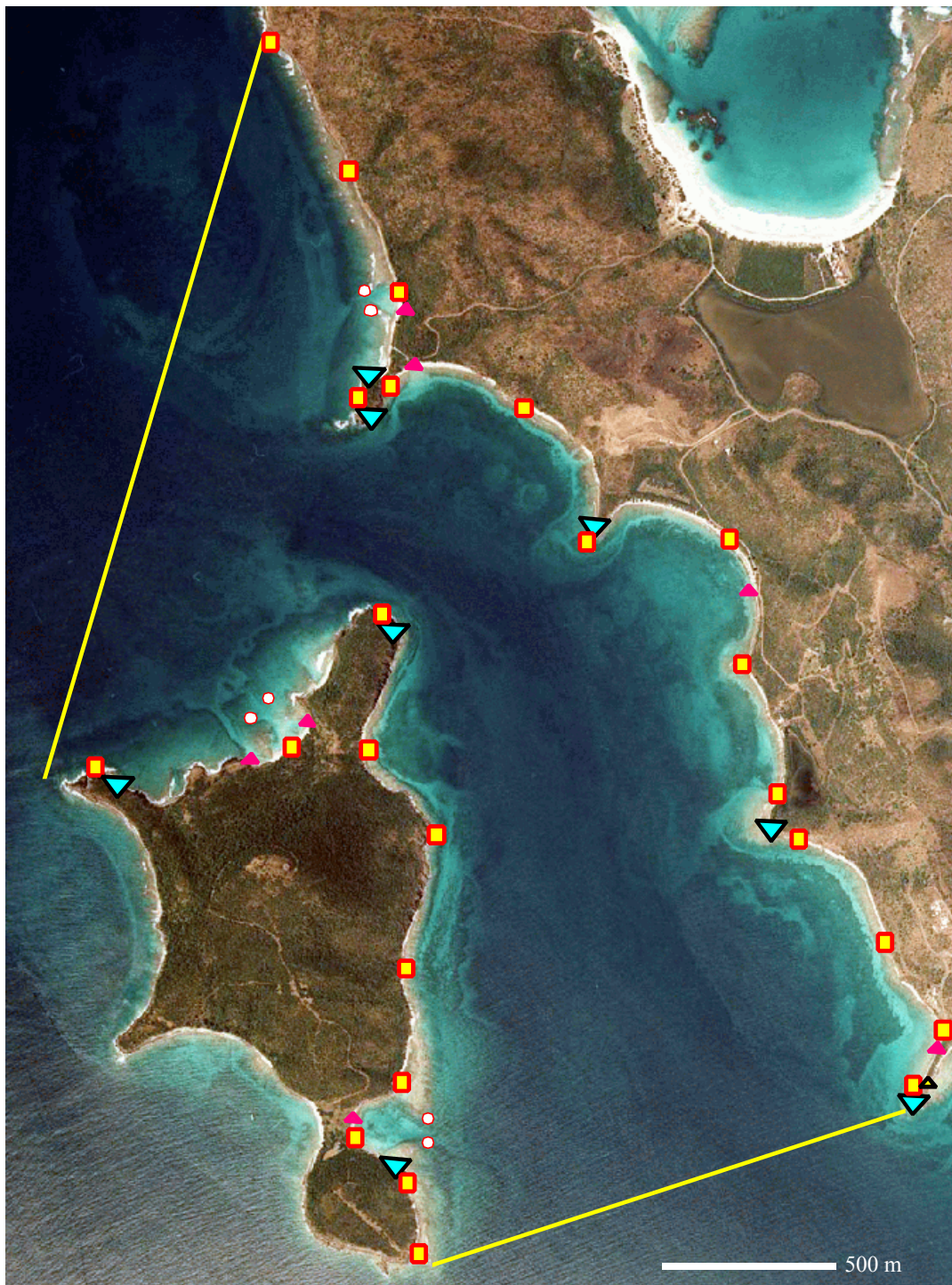


FIGURA 15. Recomendación de localización de señales terrestres y de navegación en la RNCLP. Los cuadros amarillos con el borde rojo indican las señales de prohibición de la pesca; los triángulos invertidos azules con el borde negro indican zonas de corrientes fuertes y peligrosas; los triángulos color púrpura indican zonas de usos exclusivos, presentarían un mapa de la RNCLP e informarían de los usos permitidos; los círculos blancos con el borde rojo indican la entrada a playas rodeadas de arrecifes de coral; el triángulo amarillo con el borde negro indica la presencia del único faro existente en la localidad (Punta Melones).

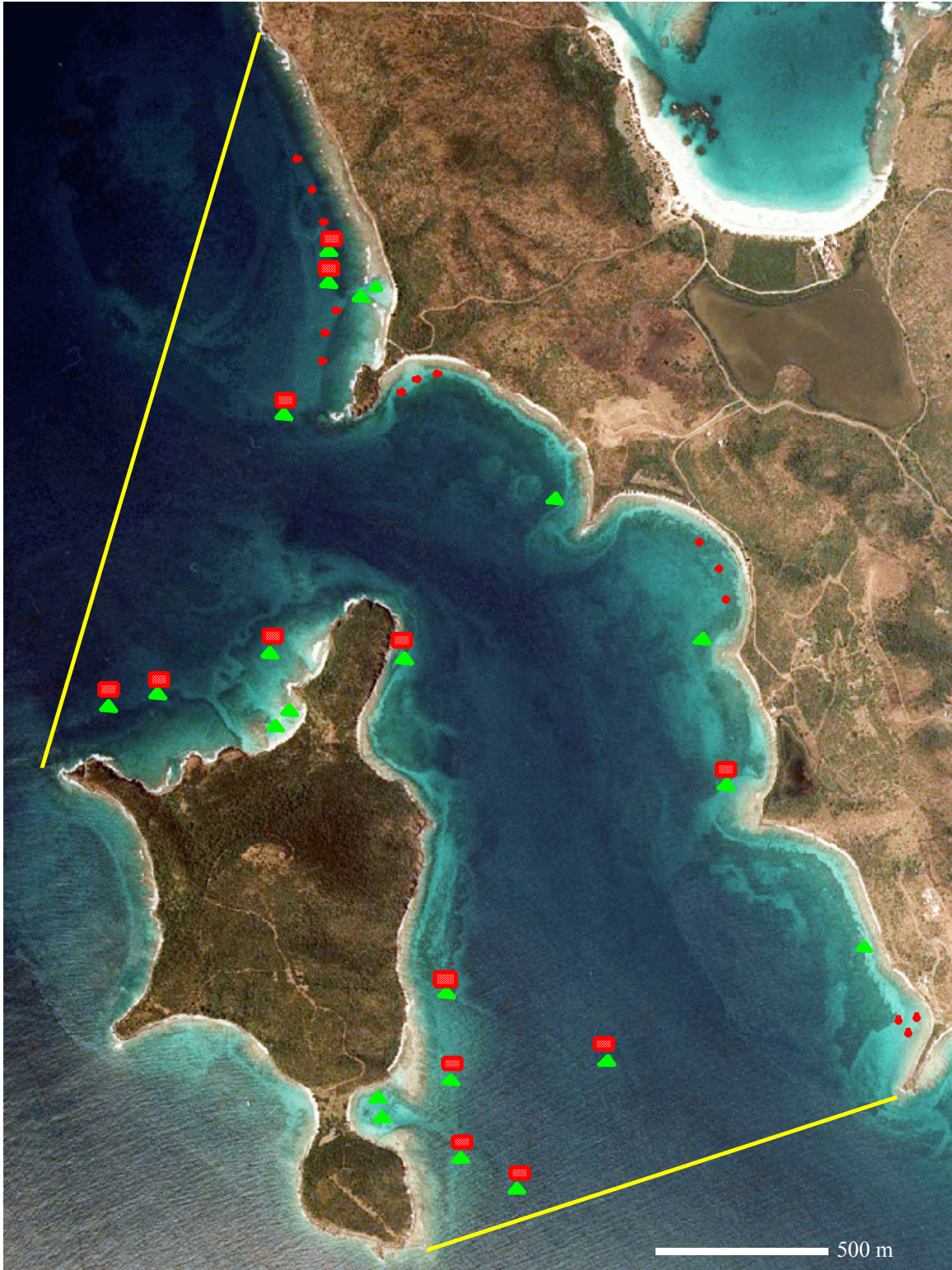


FIGURA 16. Alternativas recomendadas para la instalación de boyas para el amarre de embarcaciones en la RNCLP. Los triángulos verdes representan boyas de amarre; los cuadros rojos representan zonas con interés particular para el buceo.

se ofrecen recomendaciones específicas en cuanto a la localización de señales en tierra y de navegación (Figura 15), así como de boyas para el amarre de embarcaciones (Figura 16). En el caso de las señales terrestres, éstos serían rótulos informativos con formatos simples que puedan interpretarse en diversos idiomas. Se establecerían en total siete rótulos informando la presencia de una zona de usos exclusivos. A la vez, dichos rótulos deben contener información específica sobre la RNCLP, un mapa con las diversas zonas e información en español y en inglés sobre los diversos usos permitidos en cada zona. Cada rótulo debe indicar, además, la presencia de explosivos sin detonar en la RNCLP. En el caso de los rótulos localizados en el Cayo Luis Peña, debe añadirse que el Cayo es manejado por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre. Todas las localizaciones son aproximadas y no han sido geo-referenciadas en esta etapa ya que se requiere verificar que en cada lugar no existan rastros de explosivos sin detonar.

Además, se recomienda el establecimiento de 24 señales de identificación de la prohibición permanente a la pesca en la RNCLP, 10 de las cuales se localizarían en el Cayo Luis Peña (Figura 15). Así mismo, se recomienda el establecimiento de 8 señales de identificación de áreas donde se desarrollan corrientes marinas fuertes y peligrosas. Ésto permitiría a los usuarios inexpertos identificar aquellos lugares que pudieran representar un peligro potencial para su seguridad, particularmente, bajo condiciones de viento fuerte y cambios mareales. Todas las localizaciones son aproximadas y no han sido geo-referenciadas en esta etapa ya que se requiere verificar que en cada lugar no existan rastros de explosivos sin detonar.

En el caso de las boyas para el amarre de embarcaciones, actualmente, en la RNCLP existen 15 boyas en uso, localizadas en grupos de tres en cinco localidades, incluyendo la

Península Flamenco-Oeste, Playa Carlos Rosario, Bahía Tamarindo-Norte, Bahía Tamarindo-Sur y Punta Melones (Figura 16). Sin embargo, existen varias localidades, además de la propia Península Flamenco-Oeste y la Playa Carlos Rosario, las cuales se encuentran bajo una presión intensa de usos por el anclaje de las embarcaciones de placer y de diversas embarcaciones comerciales dedicadas a brindar servicio a buzos recreacionales. De hecho, no existen boyas para el amarre de embarcaciones en el Cayo Luis Peña, a pesar de ser uno de los lugares con mayor atractivo para los navegantes recreacionales. Por tal razón, se recomienda la instalación de 23 boyas de amarre adicionales, lo que elevaría el total a 38 en toda la RNCLP (Figura 16). Un total de 15 de las boyas recomendadas se establecerían en localidades con interés para el buceo recreacional o “snorkeling”. Igualmente, estas áreas también son importantes para la investigación científica. Específicamente, se propone el establecimiento de boyas de amarre adicionales en la Península Flamenco-Oeste (2), en la zona de playa en Playa Carlos Rosario (2), frente a Punta Tamarindo Grande (1), en Punta Rompeanzuelo (1), en el Arrecife El Banderote (1), en Punta Tamarindo Chico (1), en Bahía Tarja (1), en el Cayo Luis Peña-Norte (5), de las cuales 2 estarían en la playa, en Punta Prieta, Cayo Luis Peña (1), en el Cayo Luis Peña-Sureste (6), incluyendo 2 en la playa, y una en un arrecife profundo sin nombre localizado en el medio del Canal Luis Peña entre el Cayo y Punta Melones (Figura 16). Todas las localizaciones son aproximadas y no han sido geo-referenciadas en esta etapa ya que se requiere verificar cuál es el tipo de sustrato y que en cada lugar no existan rastros de explosivos sin detonar.

### **Alternativas para la localización de boyas de demarcación de zonas.**

El DRNA colocó en el mes de febrero del año 2002 11 boyas para demarcar sus límites y a la vez identificarla como una zona de no pesca. Sin embargo, éstas boyas han sido objeto de vandalismo recurrente al haberse cortado en repetidas ocasiones las líneas de sostén. Al presente, se han arrancado 5 boyas ilegalmente. Otras dos boyas muestran golpes por embarcaciones. Sin embargo, dentro de la RNCLP no existen boyas de demarcación de zonas o de habitáculos de interés particular. En este trabajo se evaluaron varias alternativas para el establecimiento de boyas de demarcación de zonas en función de las 10 alternativas de zonificación discutidas en la sección previa. Éstas se presentan en las figuras 17 a la 36. En la Tabla 5 se resume la cantidad de boyas de demarcación necesarias para cada una de las zonas de acuerdo a cada alternativa. El propósito de este análisis es el de facilitar en el futuro la toma de decisiones en cuanto a cómo se habrán de demarcar las posibles zonificaciones de la RNCLP, los costos de demarcación y del mantenimiento de las boyas.

Del análisis se desprende que la Alternativa #1, al no conllevar zonificación alguna, tampoco se requeriría colocar boya alguna (Tabla 5). La Alternativa #2, apenas conllevaría las 14 boyas necesarias para identificar las zonas de usos exclusivos. Las Alternativas #3, #4 y #10 requerirían entre 36 y 46 boyas, cantidad considerada como moderada. Las Alternativas #5, #6, y #7 requerirían entre 61 y 72 boyas. Mientras que las alternativas preferidas #8 y #9 requerirían 50 y 61 boyas, respectivamente. Ésto nos sugiere que, independientemente de la alternativa de zonificación seleccionada, el DRNA requiere hacer un esfuerzo para identificar fuentes para el financiamiento de un proyecto específico para el establecimiento, tanto de boyas de amarre,



FIGURA 17. Alternativa #1 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

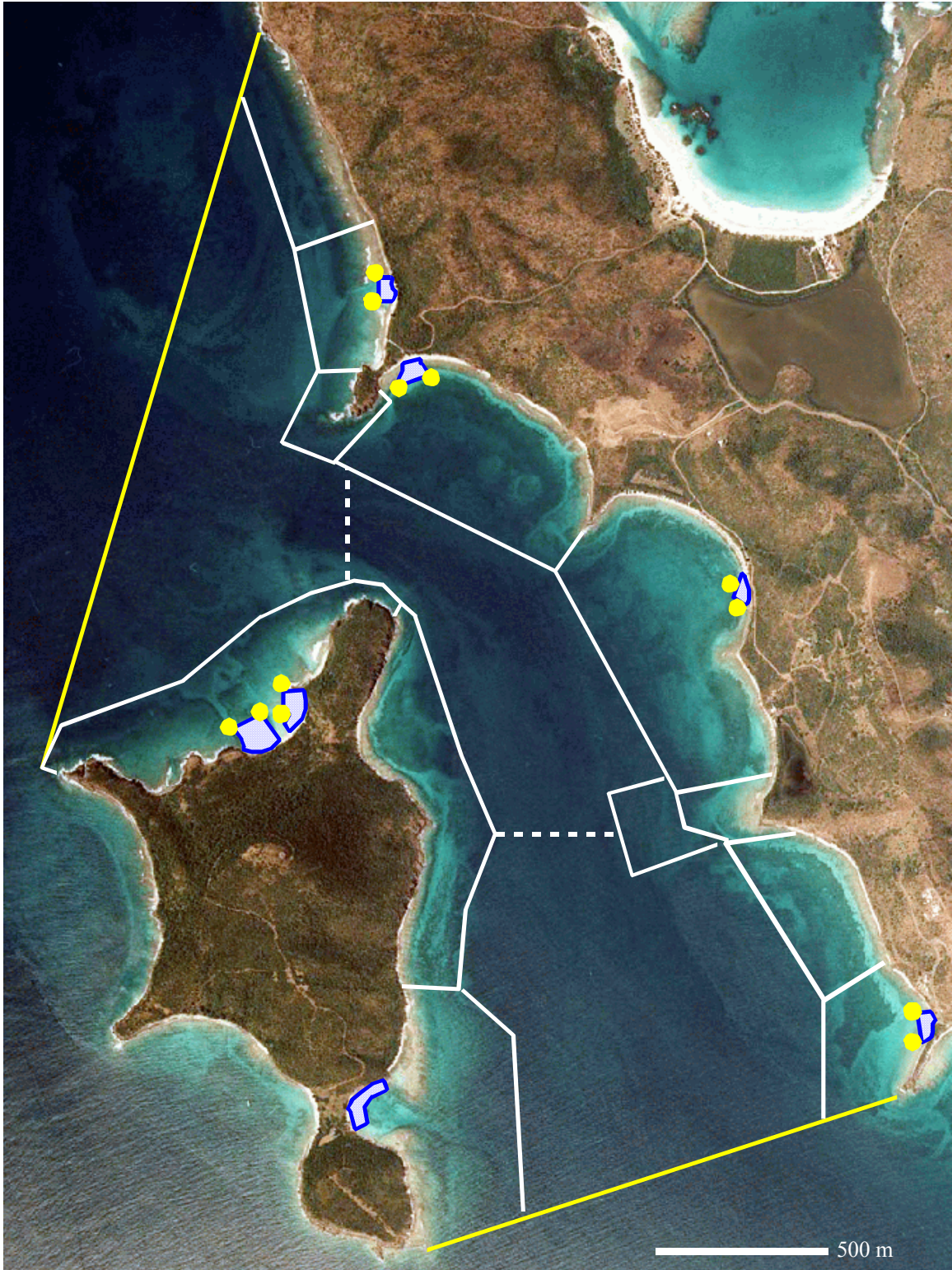


FIGURA 18. Alternativa #2 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

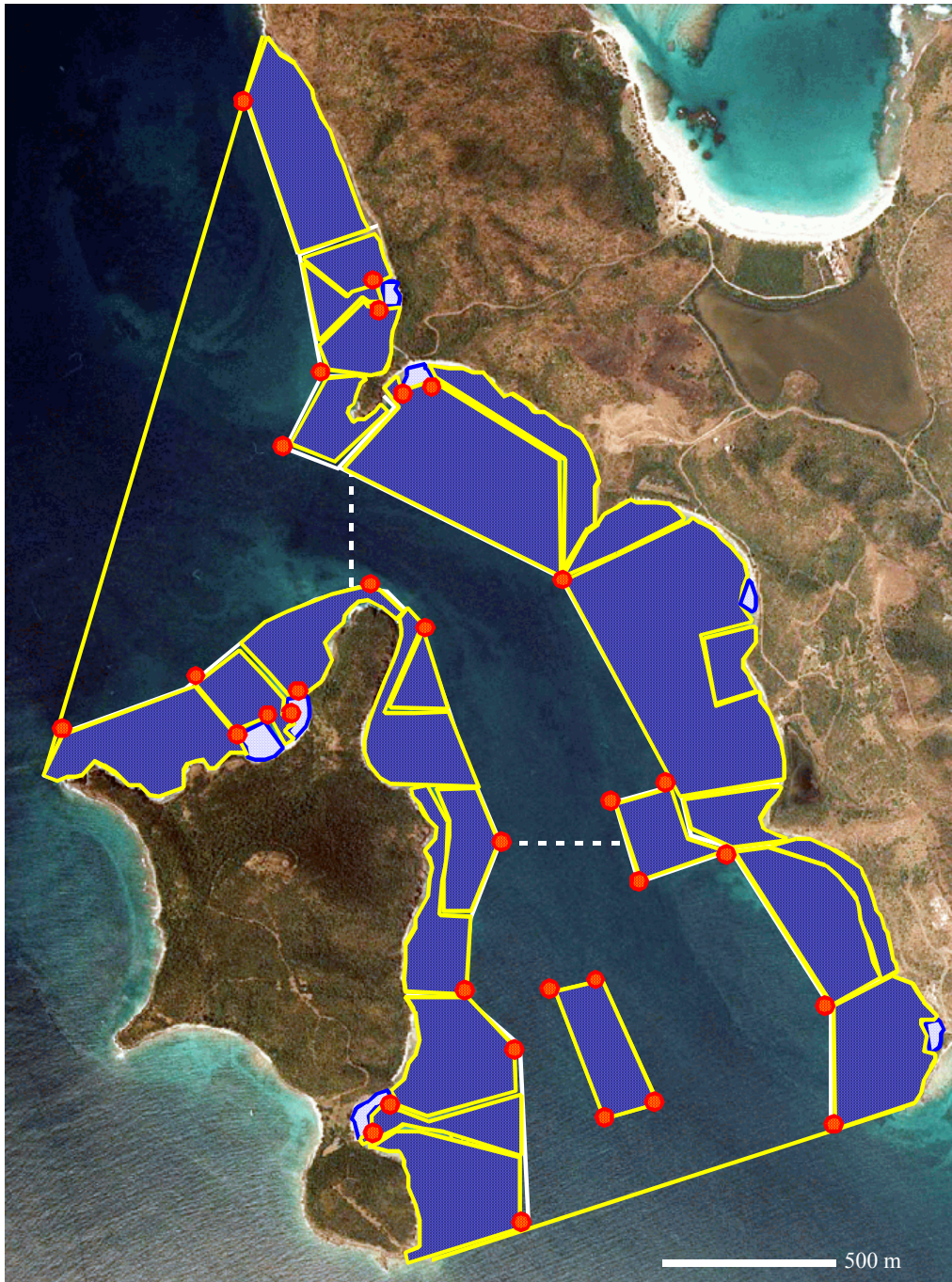


FIGURA 19. Alternativa #3 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

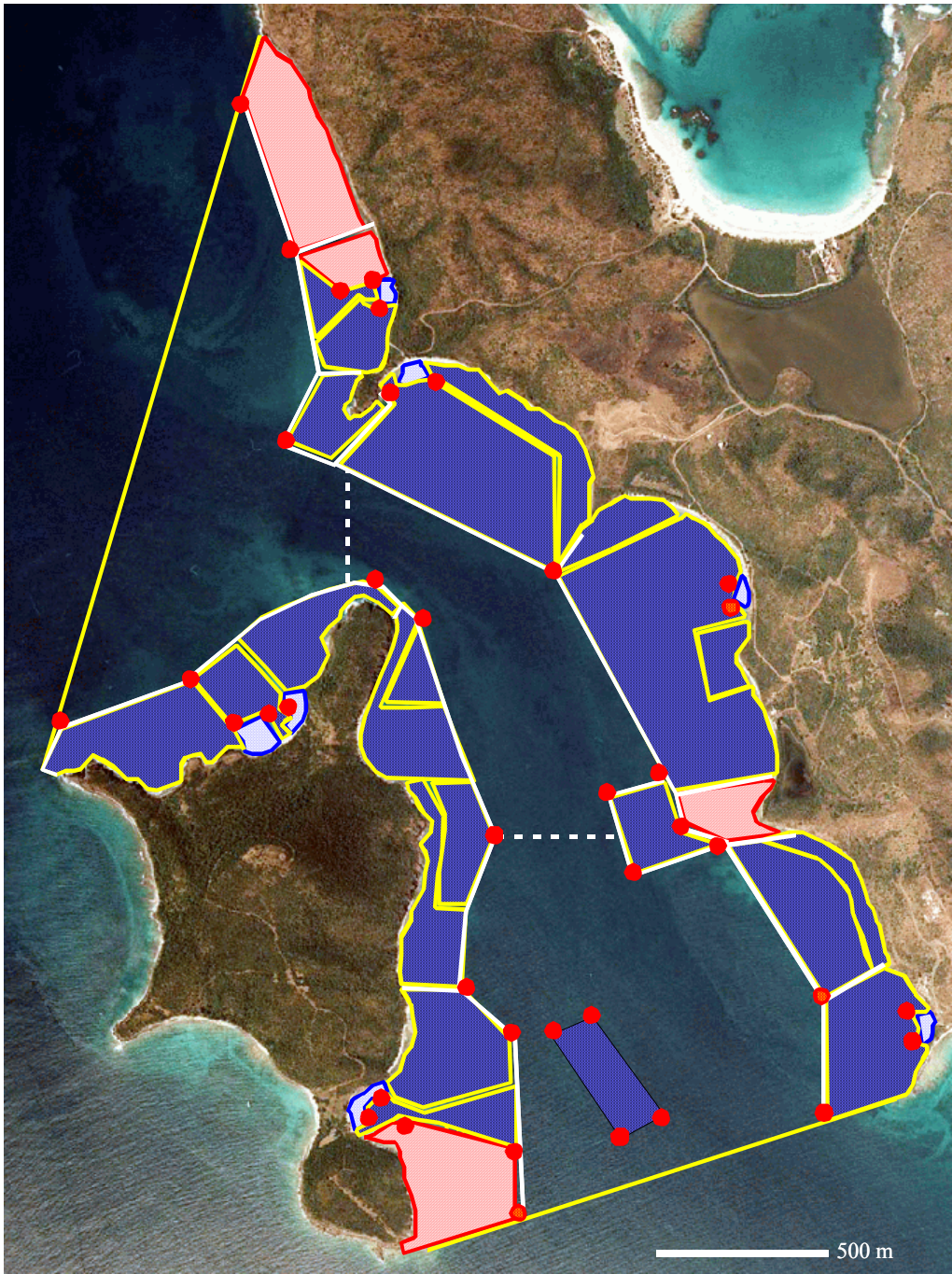


FIGURA 20. Alternativa #4 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

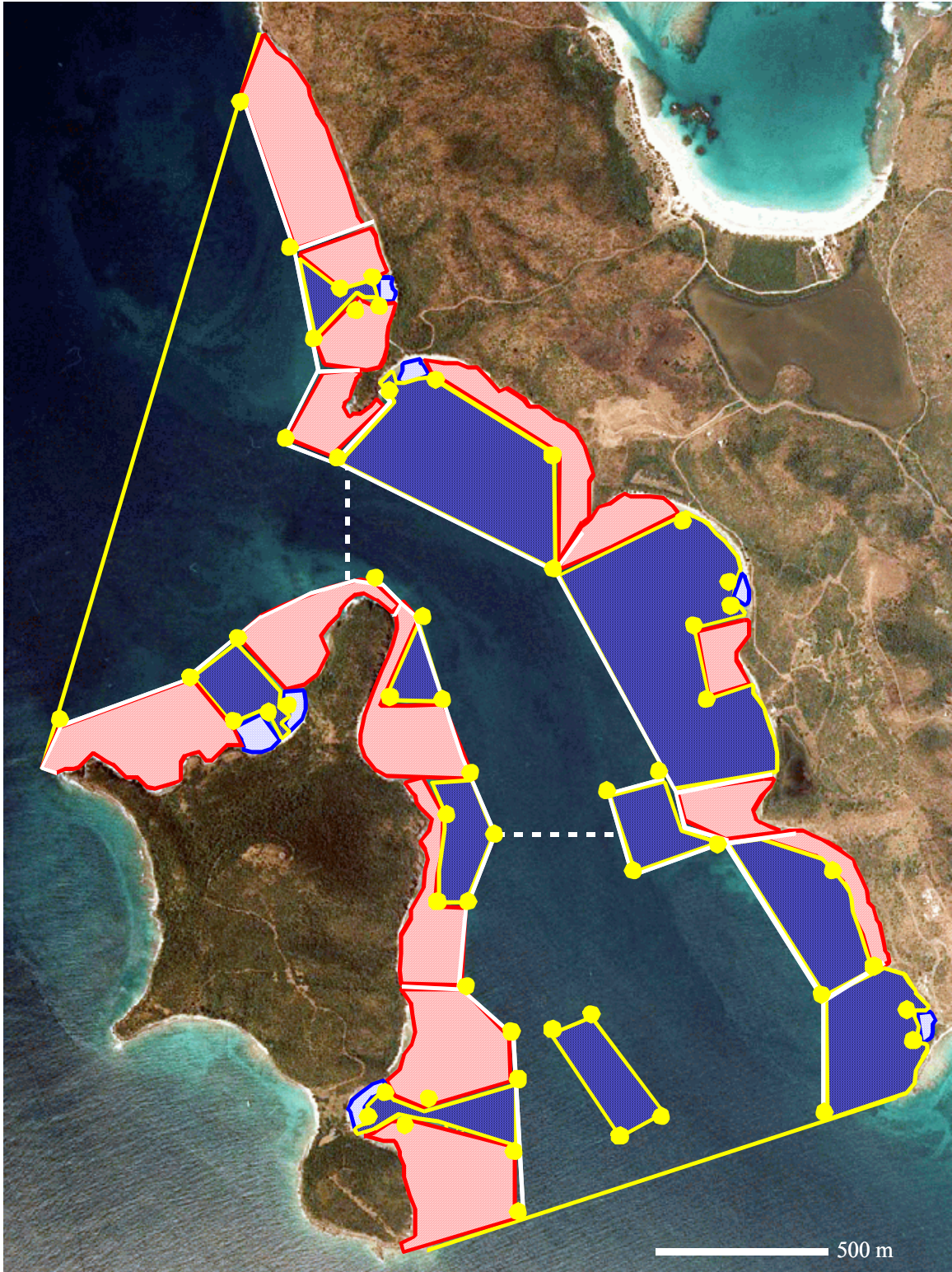


FIGURA 21. Alternativa #5 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.



FIGURA 22. Alternativa #6 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

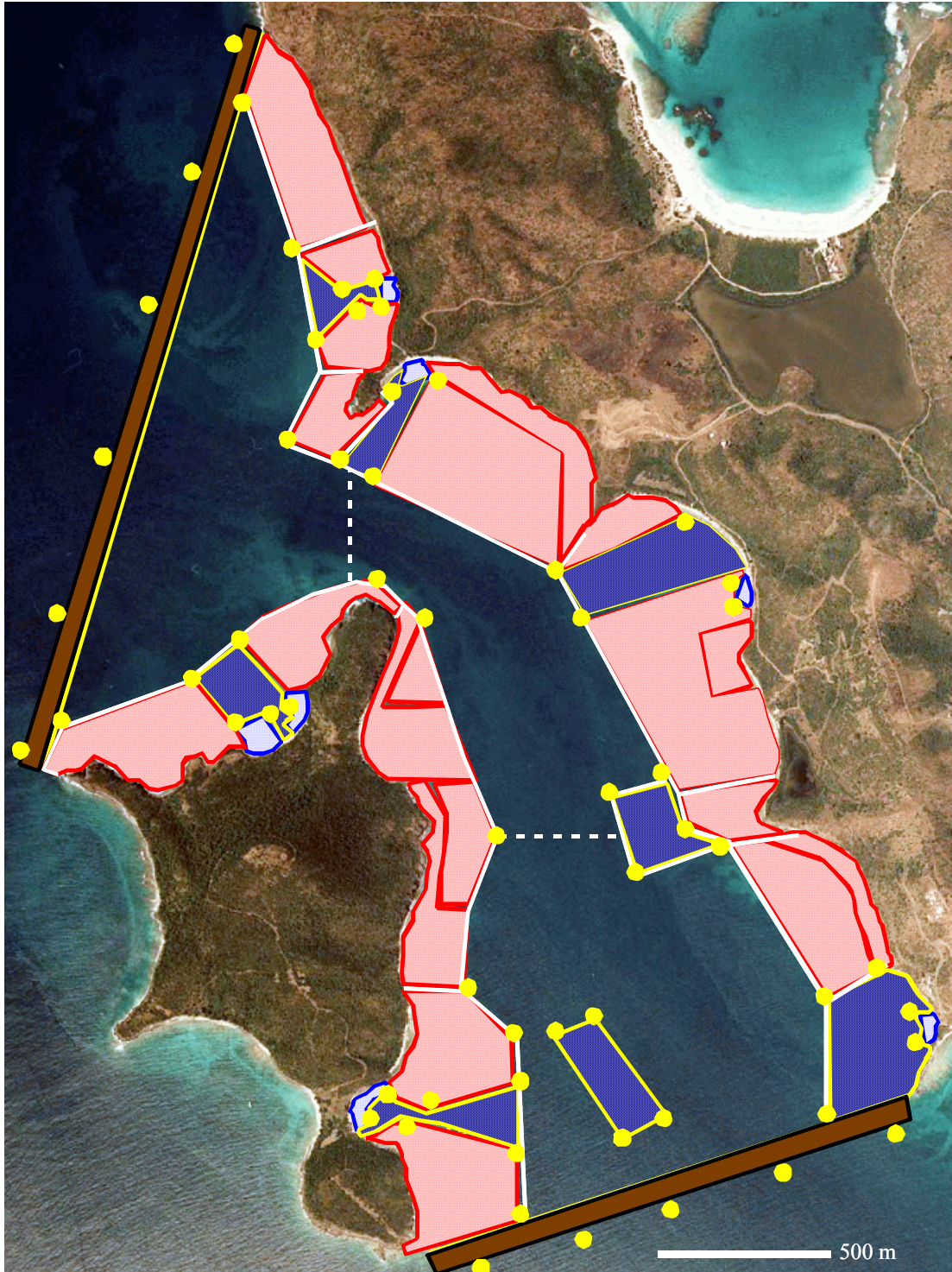


FIGURA 23. Alternativa #7 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

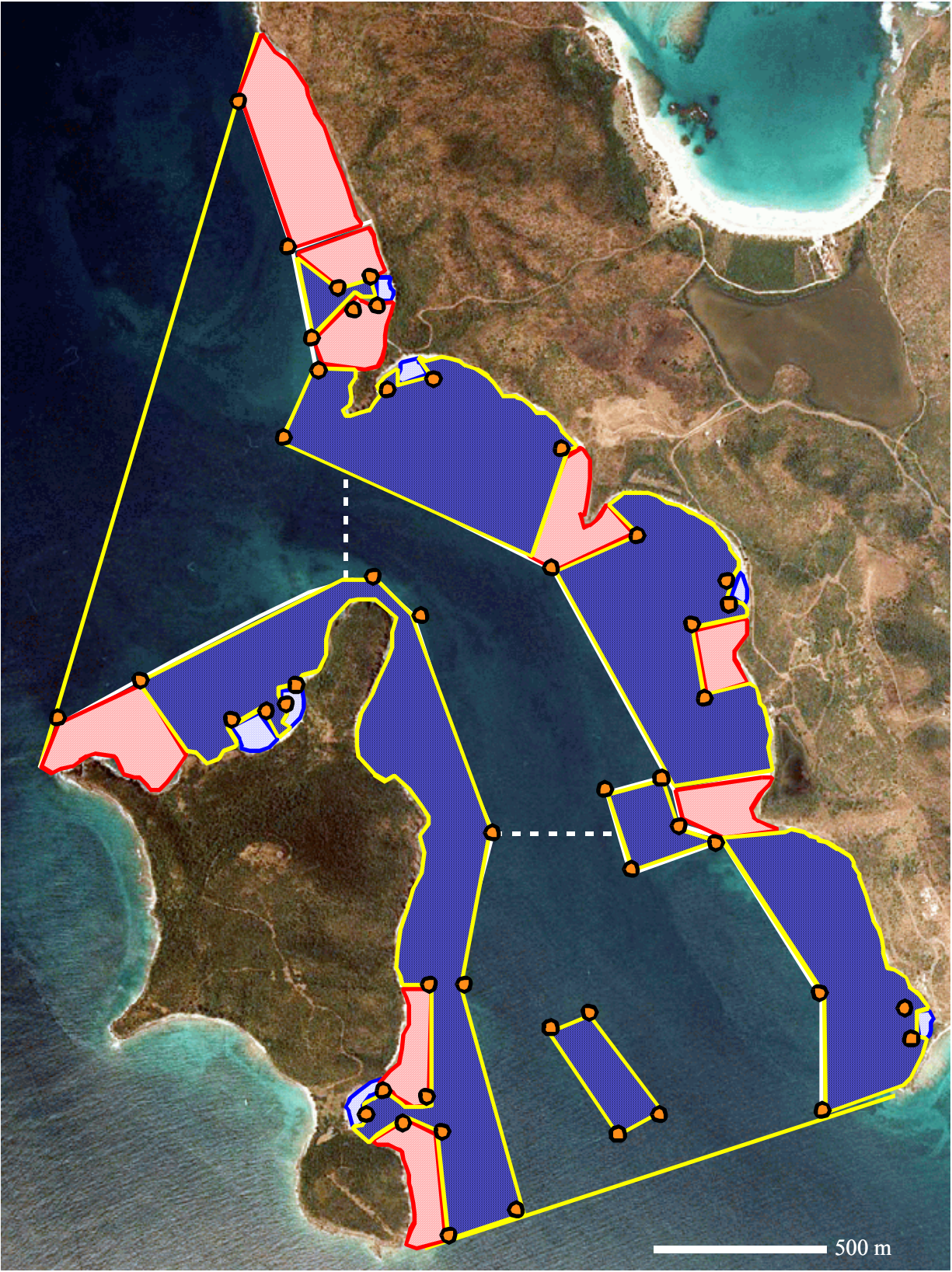


FIGURA 24. Alternativa #8 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.



FIGURA 25. Alternativa #9 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

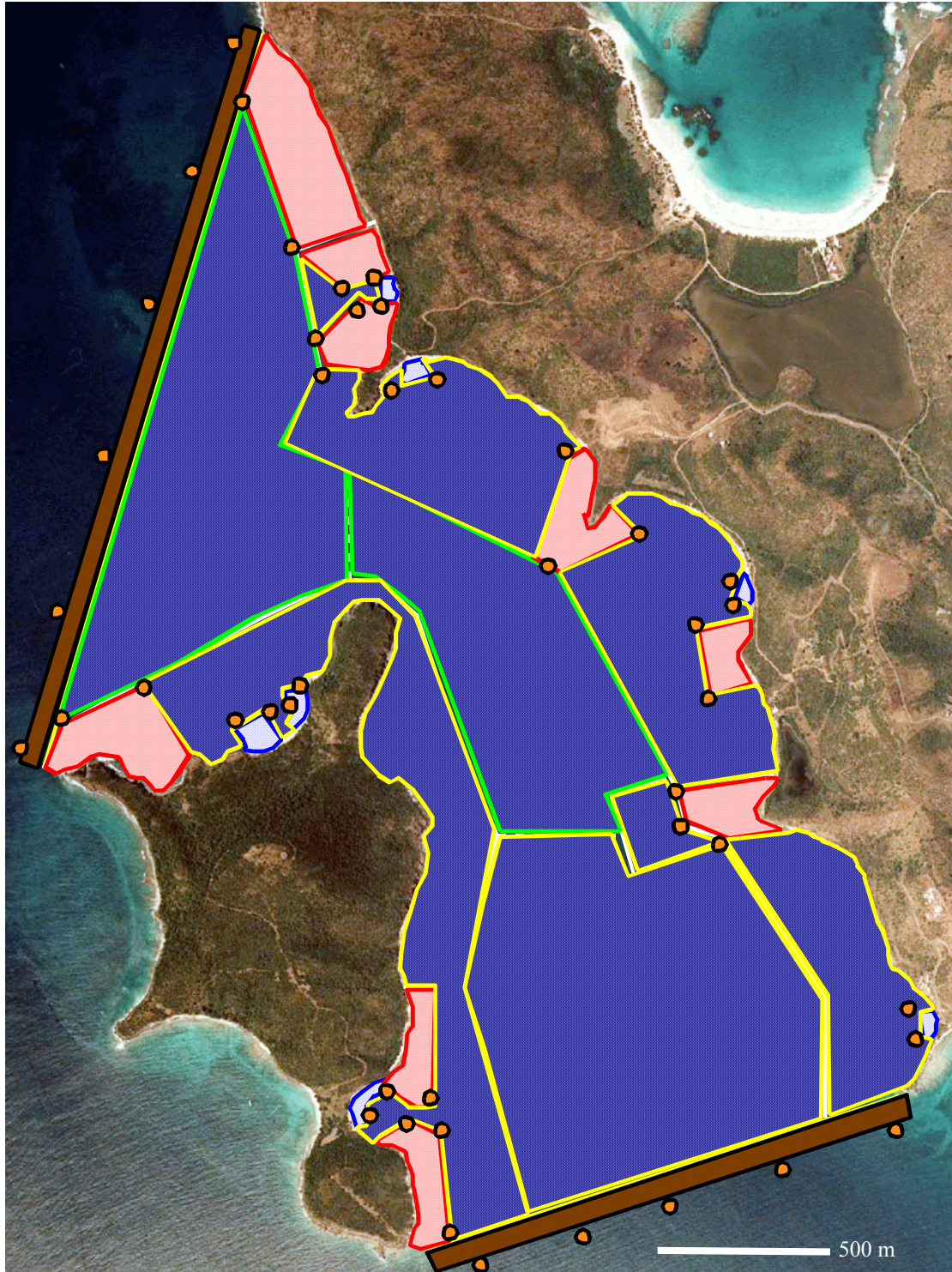


FIGURA 26. Alternativa #10 para la instalación de boyas de demarcación de zonas.

TABLA 5. Resumen de las alternativas para el establecimiento de boyas de demarcación de zonas dentro de la RNCLP.

<b>Alternativas</b>	<b>Uso exclusivo</b>	<b>Uso limitado</b>	<b>Conservación</b>	<b>Amortiguamiento</b>	<b>Total</b>
1	0	0	0	0	<b>0</b>
2	14	0	0	0	<b>14</b>
3	14	22	0	0	<b>36</b>
4	14	17	9	0	<b>40</b>
5	14	9	38	0	<b>61</b>
6	14	9	38	11	<b>72</b>
7	14	7	30	11	<b>62</b>
8	14	14	22	0	<b>50</b>
9	14	14	22	11	<b>61</b>
10	14	0	21	11	<b>46</b>

\*No se incluyó una columna para las zonas de usos generales ya que las mismas quedarían demarcadas automáticamente por cualquier otra boya de demarcación.

como de señales terrestres y de boyas de delimitación de zonas, para adquirir material de repuesto y para su mantenimiento.

### **Conclusión.**

Se identificaron 5 esquemas tentativos de zonificación para la RNCLP. Para ello se evaluaron los impactos ambientales y sociales de 10 alternativas diferentes de zonificación. Además, se recomendaron localidades específicas para la designación de boyas para el amarre de embarcaciones y para la delimitación de zonas, así como señales terrestres. Así mismo, se evaluaron diversas alternativas de localizaciones de las boyas de delimitación. Esta información constituye un documento de trabajo importante para el DRNA y cualquier parte interesada en el manejo de la RNCLP al momento de tomar decisiones relativas a la planificación e implantación del Plan de Manejo.

### **Agradecimientos.**

Este estudio se llevó a cabo a través del contrato 133-03-000516 gracias al apoyo financiero del National Marine Fisheries Service (NOAA) a través de la propuesta *Protection of Coral Reefs in Culebra, Puerto Rico*, la cual se implementó a través del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Agradezco las recomendaciones y comentarios de Lourdes Feliciano (Asociación de Pescadores de la Isla de Culebra), Jovino Márquez (Ex-Oficial de Manejo de la RNCLP, DRNA), Walter Reider (Culebra Divers), Héctor Horta (Oficial de Manejo interino de la RNCLP, DRNA) y Mary Ann Lucking (Coralations).

## Literatura citada.

- Hernández-Delgado, E.A. 2000. Effects of anthropogenic stress gradients in the structure of coral reef fish and epibenthic communities. Ph.D. Dissertation, Dept. Biology, University of Puerto Rico, San Juan, P.R. 330 pp.
- Hernández-Delgado, E.A. 2003. Suplemento técnico al Plan de Manejo para la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, Puerto Rico. I. Caracterización de habitáculos. Informe Técnico sometido al Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA. San Juan, PR. 109 pp.
- Hernández-Delgado, E.A., & A.M. Sabat. 1998. Ecological status of essential fish habitats through an anthropogenic environmental stress gradient in Puerto Rican coral reefs. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 51:457-470.
- Hernández-Delgado, E.A., L. Alicea-Rodríguez, C.G. Toledo-Hernández, & A.M. Sabat. 1998. Baseline characterization of coral reef epibenthic and fish communities within the proposed Culebra Island Marine Fishery Reserve, Puerto Rico. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 51:537-556.
- Hernández-Delgado, E.A., y B.J. Rosado-Matías. 2003. Suplemento técnico al Plan de Manejo para la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, Puerto Rico. II. Inventario biológico. Informe Técnico sometido al Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA. San Juan, PR. 60 pp.
- Pagán-Villegas, I.M., E.A. Hernández-Delgado, & V.P. Vicente. 1999. Documento de designación de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, San Juan, P.R., 21 de mayo de 1999.