

**Servicio de Parques Nacionales  
Sitio Histórico Nacional de San Juan  
Departamento del Interior de los Estados Unidos**



**Programa de Recursos Culturales**

## **Inventario de nidos, madrigueras, refugios y cavidades relacionados con la Vida Silvestre – Sitio Histórico Nacional de San Juan (SJNHS).**

*Evaluación de seguimiento preliminar a la implementación 2026*

*Programa de Recursos Culturales – Programa de Vida Silvestre – SJNHS*





**EN LA PORTADA:**

La foto fue tomada desde la Garita del Diablo a primera hora de la mañana.

Foto por Miguel Ángel Naveira (NPS-SJNHS)

---

# **Inventario de nidos, madrigueras, refugios y cavidades relacionados con la Vida Silvestre – Sitio Histórico Nacional de San Juan (SJNHS).**

*2026*

## **Programa de Recursos Culturales – Programa de Vida Silvestre**

### **Elaborado y diseñado por**

Miguel A. Naveira Guzman<sup>1</sup>  
Servicio de Parques Nacionales de EE. UU.  
Sitio Histórico Nacional de San Juan  
501 Calle Norzagaray  
San Juan P.R. 00901

### **En colaboración con**

Adriana Sepulveda Mangual<sup>2</sup>  
Servicio de Parques Nacionales de EE. UU.  
Sitio Histórico Nacional de San Juan  
American Conservation Experience  
501 Calle Norzagaray  
San Juan P.R. 00901

### **Revisado por:**

Keishla M. Rondón  
Servicio de Parques Nacionales de EE. UU.  
Sitio Histórico Nacional de San Juan  
Scientists in Parks  
501 Calle Norzagaray  
San Juan P.R. 00901

Abril 2026

Departamento de Interior de los Estados Unidos

Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos

Sitio Histórico Nacional de San Juan, San Juan Puerto Rico

Este reporte documenta las actividades de seguimiento que se están llevando a cabo en todas las zonas de manejo del Sitio Histórico Nacional de San Juan (SJNHS) como parte de la aplicación del protocolo estandarizado para la identificación y el inventario de nidos, madrigueras, refugios y cuevas naturales o artificiales utilizadas por la fauna silvestre, ya sea invasora, autóctona, endémica o migratoria. El objetivo de este informe es proporcionar datos puntuales y precisos sobre la presencia, la distribución y los patrones observados de uso del hábitat dentro de las áreas estudiadas del parque, de conformidad con las normas establecidas por el Servicio de Parques Nacionales (NPS) para el monitoreo los recursos.

El equipo de realizó todos los esfuerzos posibles por garantizar la exactitud y la integridad de los datos brutos recopilados mediante observación directa sobre el terreno, documentación fotográfica, cartografía georreferenciada con Survey123 y la verificación sistemática del estado y las características de cada estructura. El análisis sobre el terreno y la interpretación de los datos siguen en curso; por lo tanto, las conclusiones presentadas en este informe deben considerarse preliminares y sujetas a revisión a medida que se completen análisis y validaciones adicionales. Todos los informes elaborados en el marco de esta iniciativa de seguimiento se someten al nivel adecuado de revisión interna para garantizar la credibilidad científica, la precisión técnica y la claridad para el público al que van dirigidos. Este documento ha sido sometido a una revisión informal por pares por parte de un experto en la materia que no ha participado directamente en la recopilación de datos sobre el terreno, lo que garantiza la objetividad en la evaluación de su contenido y estructura.

Las opiniones, declaraciones, resultados, conclusiones, recomendaciones y datos aquí presentados no reflejan necesariamente las opiniones o políticas del Servicio de Parques Nacionales (NPS) ni del Departamento del Interior de los Estados Unidos (DOI). La mención de marcas comerciales, productos comerciales o equipos específicos no constituye un respaldo ni una recomendación de uso por parte del Gobierno de los Estados Unidos. Este informe se archivará y estará disponible en formato digital a través de la Oficina del Programa de Vida Silvestre del Sitio Histórico Nacional de San Juan, del Servicio de Parques Nacionales. Si tiene dificultades para acceder a la información de esta publicación, especialmente si utiliza tecnología de apoyo, póngase en contacto con: [irma@nps.gov](mailto:irma@nps.gov) or [saju\\_superintendent@nps.gov](mailto:saju_superintendent@nps.gov)

Por favor, cite esta publicación de la siguiente manera:

Naveira, M., A. Sepulveda (2026). National Park Service (NPS). *Pre-Implementation Monitoring Assessment: Inventory of Wildlife-Associated Nests, Burrows, Refuges, and Cavities – San Juan National Historic Site (SJNHS)*. National Park Service, San Juan, Puerto Rico.

## EXTRACTO

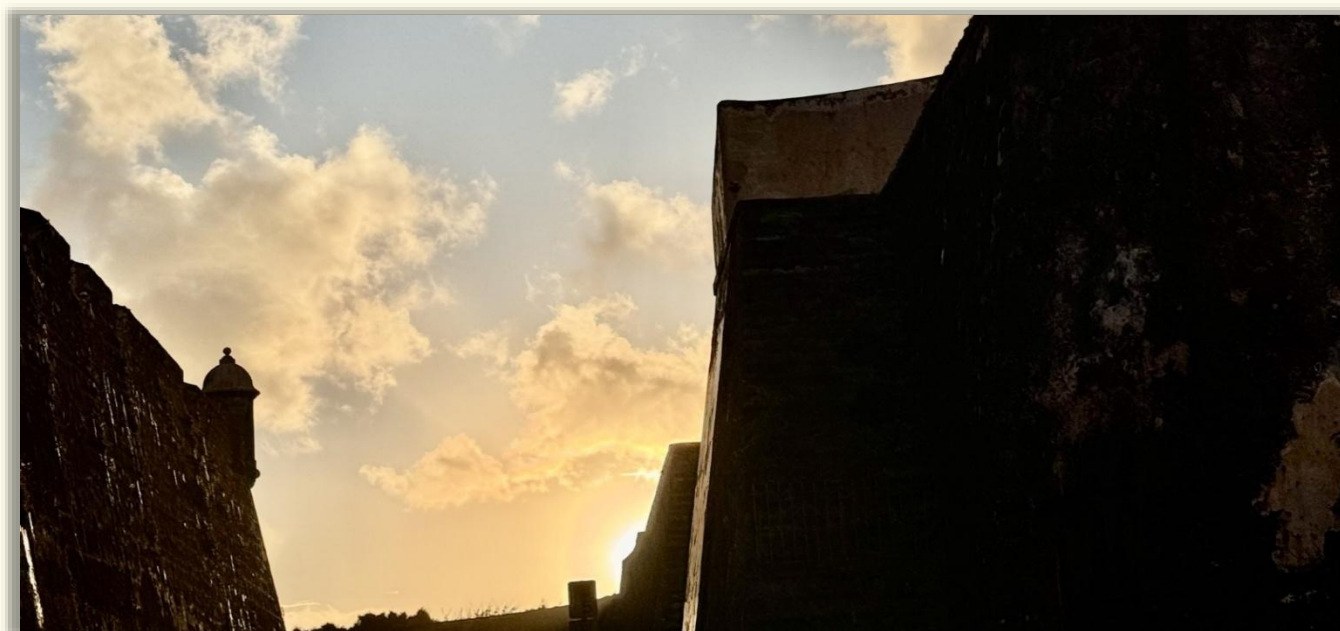
El presente informe documenta el proceso de monitoreo sistemático, georreferenciación y análisis descriptivo de estructuras físicas de anidación, refugio y madriguera utilizadas por fauna nativa, endémica, migratoria e introducida dentro del Sitio Histórico Nacional de San Juan (SJNHS). En particular, se aborda la presencia y uso de microhábitats asociados a la iguana verde (*Iguana iguana*), una especie exótica invasora ampliamente distribuida en Puerto Rico. La iguana, exhaustivamente, ha utilizado cavidades en estructuras históricas plantea riesgos significativos para la integridad ecológica y la conservación del patrimonio cultural del parque. La consolidación de una línea base espacial y cuantitativa permite identificar patrones de abundancia, distribución y ocupación activa, facilitando la detección temprana de amenazas, la priorización de zonas críticas y el diseño de estrategias de manejo adaptativo.

El estudio integra un protocolo estandarizado de campo basado en caminatas sistemáticas, uso de Survey123 (ArcGIS), GPS, registro fotográfico y verificación cualitativa de estructuras, seguido de análisis estadístico mediante métodos descriptivos y visualizaciones (tablas, histogramas, gráficos de barras apiladas, pie charts y análisis de Pareto). Este enfoque permitió caracterizar un total de 556 estructuras: 478 guaridas, 66 cuevas y 12 madrigueras revelando una marcada concentración espacial en zonas específicas del parque, como el Castillo San Felipe del Morro, el Baluarte de Santa Elena y la Batería San Fernando. Asimismo, la evaluación de la ocupación activa (15.6% del total) evidenció un desacoplamiento entre disponibilidad de estructuras y uso efectivo, sugiriendo la influencia de variables ambientales y antrópicas adicionales sobre la selección de hábitat. La estructura del informe se alinea con el formato de evaluaciones previas de manejo del National Park Service (NPS), integrando secciones de introducción, marco teórico, metodología, análisis espacial y estadístico, resultados, discusión, conclusiones, anexos y referencias, en coherencia con los lineamientos de gestión del NPS, NEPA y políticas de control de especies invasoras aplicables al SJNHS. La línea base generada constituye un insumo esencial para la planificación de intervenciones de control, restauración ecológica y protección del patrimonio histórico, y servirá como referencia para monitoreos futuros, modelos predictivos de riesgo e iniciativas interdisciplinarias orientadas a la conservación integrada de los recursos naturales y culturales del parque.

## CONTENIDO

|                                                                                                                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                                                                                                              | <b>10</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN .....</b>                                                                                                                                             | <b>10</b> |
| <b>OBJETIVOS .....</b>                                                                                                                                                                 | <b>12</b> |
| <b>ALCANCE .....</b>                                                                                                                                                                   | <b>12</b> |
| <i>Descripción natural y ambiental del parque .....</i>                                                                                                                                | <i>12</i> |
| <b>METODOLOGÍA DE MUESTREO Y REGISTRO .....</b>                                                                                                                                        | <b>13</b> |
| <b>Figura 1:</b> Representación de la ubicación de San Juan (Puerto Rico), donde se encuentra el SJNHS. ....                                                                           | 14        |
| <b>Figure 2:</b> Imagen de los límites del impacto mediante el recuento de nidos y el área de estudio (75 acres) en el SJNHS. ....                                                     | 15        |
| <b>MÉTODOS DE ANÁLISIS .....</b>                                                                                                                                                       | <b>15</b> |
| <i>Productos esperados .....</i>                                                                                                                                                       | <i>16</i> |
| <b>MARCO LEGAL.....</b>                                                                                                                                                                | <b>16</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>                                                                                                                                                    | <b>17</b> |
| <i>Estadística descriptiva, gráfico de barras simple, histograma de frecuencias, gráfico de barras apiladas, gráfico circular, prueba de funcionamiento y diagrama de Pareto .....</i> | <i>17</i> |
| <i>Elementos de Análisis .....</i>                                                                                                                                                     | <i>18</i> |
| <i>Resultados del análisis descriptivo de estructuras físicas .....</i>                                                                                                                | <i>19</i> |
| <b>Tabla 1:</b> Estadísticas descriptivas de las estructuras de las iguanas (madrigueras, guarida, cuevas) .....                                                                       | 19        |
| <i>Distribución por zona .....</i>                                                                                                                                                     | <i>20</i> |
| <b>Tabla 2:</b> Resumen de madrigueras, refugios y cuevas por zona (total) .....                                                                                                       | 20        |
| <b>Figura 3:</b> Composición de las estructuras de microhábitats por zona de gestión .....                                                                                             | 21        |
| <b>Figura 4:</b> Histograma de frecuencia de microhábitats (estructura del nido).....                                                                                                  | 22        |
| <i>Ocupación activa: nidos habitados y tasa de ocupación .....</i>                                                                                                                     | <i>22</i> |
| <b>Tabla 3:</b> Estructuras activas por zona y tasa de ocupación .....                                                                                                                 | 23        |
| <b>Figura 6:</b> Distribución de los nidos de especies activas por zona de manejo .....                                                                                                | 25        |
| <b>Figura 7:</b> Tasa de ocupación por zona (por ciento) .....                                                                                                                         | 26        |
| <b>Figura 8:</b> Zonas con mayor concentración de estructuras para iguanas .....                                                                                                       | 27        |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 4:</b> Resumen de las estructuras y la ocupación de las iguanas por zona de manejo.....                   | 27 |
| <i>Prueba de Run</i> .....                                                                                         | 28 |
| <i>Figuras por zona de estudio</i> .....                                                                           | 29 |
| <b>Figura 9:</b> “Mapa de densidad de estructuras por zona.....                                                    | 29 |
| <b>Figura 10:</b> “Mapa de densidad de estructuras por límites del SJNHS .....                                     | 30 |
| <b>Figura 11:</b> Mapa de calor espacial de las zonas susceptibles de anidación en el SJNHS .....                  | 31 |
| <b>Figura 12:</b> Mapa de calor espacial de las zonas susceptibles de anidación y nombre de la zona en SJNHS ..... | 32 |
| <i>Observaciones de campo y notas cualitativas</i> .....                                                           | 32 |
| <i>Discusión</i> .....                                                                                             | 33 |
| <b>CONCLUSIÓN</b> .....                                                                                            | 36 |
| <b>REFERENCIAS</b> .....                                                                                           | 39 |
| <b>APÉNDICE</b> .....                                                                                              | 44 |
| <i>Apéndice B:</i> Galería fotográfica de estructuras por zona del parque .....                                    | 47 |
| <i>Apéndice C:</i> Zona Susceptible a nidos por remoción de vegetación.....                                        | 48 |



## AGRADECIMIENTOS

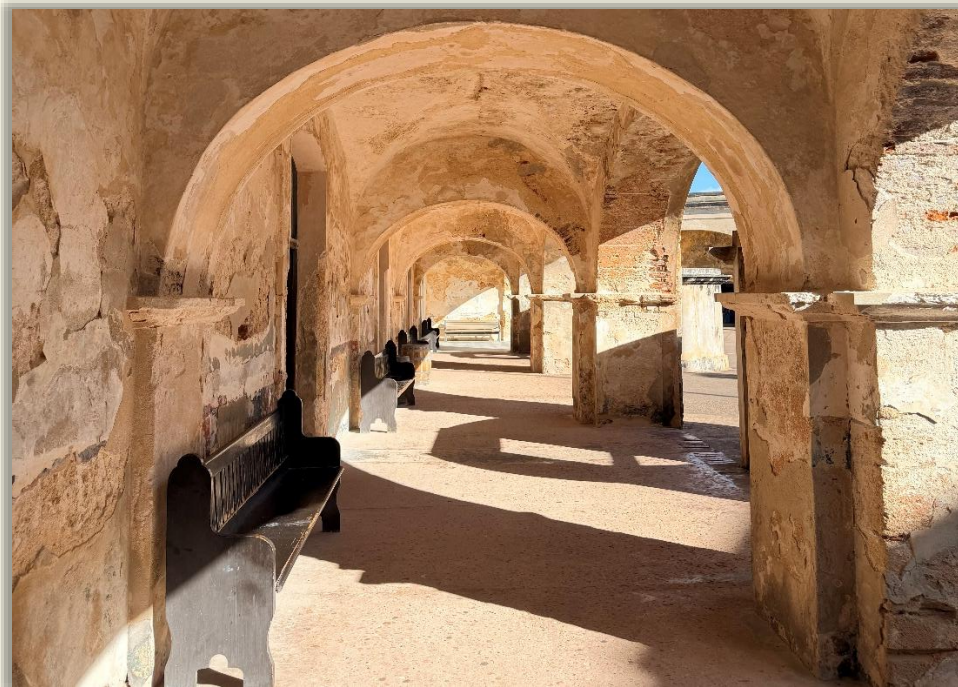
El Equipo de Vida Silvestre desea expresar su más sincero agradecimiento al Servicio de Parques Nacionales - Sitio Histórico Nacional de San Juan (SAJU) por el apoyo logístico y la autorización para llevar a cabo este estudio de nidos dentro de las áreas protegidas del parque. Agradecemos la colaboración del personal de la División de Recursos Culturales y del equipo de mantenimiento, quienes facilitaron el acceso y la instalación del equipo de monitoreo en las zonas de interés, siguiendo los protocolos establecidos en los planes de gestión de especies invasoras.

Un agradecimiento especial a los técnicos y voluntarios de American Conservation Experience (ACE), cuyo compromiso y dedicación en la instalación, la recopilación de datos y el mantenimiento de las cámaras y las tabletas fueron fundamentales para obtener información fidedigna y sólida. Su participación refleja la importancia de la colaboración interinstitucional y comunitaria en la gestión adaptativa de la fauna silvestre, tal y como se promueve en los planes de gestión de la iguana verde y de los felinos en libertad. También queremos expresar nuestro reconocimiento a todas las personas y organizaciones que apoyan los esfuerzos de conservación y la gestión ética de las especies invasoras en el Sitio Histórico Nacional de San Juan. Su compromiso contribuye a la preservación del patrimonio natural, arqueológico, cultural e histórico de Puerto Rico y de los Estados Unidos de América, y refuerza la integración de criterios ecológicos, sociales y culturales en la toma de decisiones sobre la conservación de la biodiversidad.

Finalmente, destacamos la importancia de la participación de la comunidad, la transparencia en la presentación de informes y el seguimiento continuo, elementos clave para el éxito de los programas de gestión y para prevenir la reaparición de problemas relacionados con las especies invasoras, tal y como se recoge en los informes sobre la gestión de la iguana verde y los gatos en la zona del Paseo del Morro.

## LISTA DE ACRÓNIMOS (En inglés)

|        |                                                 |
|--------|-------------------------------------------------|
| ACE    | American Conservation Experience                |
| et al. | and others                                      |
| °      | degrees                                         |
| °C     | degrees Celsius                                 |
| GIS    | Geographical Information System                 |
| GPS    | Global Positioning System                       |
| NEPA   | National Environmental Protection Act           |
| NOAA   | National Oceanic and Atmospheric Administration |
| NPS    | National Park Service                           |
| %      | percent                                         |
| SJBP   | San Juan Bay Estuary Program                    |
| SJNHS  | San Juan National Historic Site                 |
| SAJU   | San Juan National Historic Site (park code)     |
| U.S    | United States                                   |
| USFW   | United States Fish and Wildlife Service         |
| DOI    | U.S. Department of the Interior                 |
| USGS   | U.S. Geological Survey                          |



## INTRODUCCIÓN

La iguana verde (*Iguana iguana*) constituye una especie exótica invasora cuya expansión en entornos urbanos y costeros de Puerto Rico presenta retos ecológicos y de conservación del patrimonio histórico. En el SJNHS, la presencia de madrigueras y refugios en taludes, praderas y estructuras fortificadas puede favorecer erosión, desestabilización de las murallas históricas y afecta de manera directa los recursos culturales y naturales, en un territorio caracterizado por eolianitas y caliza coralina, con presión de erosión costera y clima subtropical húmedo (NPS, 2013; Gómez, 2014; Méndez-Lázaro et al., 2015). La consolidación de una línea base espacial y descriptiva de las estructuras utilizadas por iguanas u otras especies invasivas o por las especies nativas y endémicas; resulta en un asunto crítico para una gestión proactiva, permitiendo la detección temprana, la prevención de impactos (positivo o negativo) y la mitigación basada en datos primarios, especialmente en áreas de alto valor patrimonial y ecológico (Bradley et al., 2019; Gallardo et al., 2016; Dueñas et al., 2021).

A nivel científico, el inventario sistemático de nidos, madrigueras y refugios facilita la identificación de variables ambientales que explican la presencia y abundancia de invasoras, nativas y endémicas. Además, habilita la construcción de mapas de riesgo y modelos de idoneidad de hábitat, herramientas esenciales para priorizar zonas vulnerables y optimizar estrategias de control, cuidado o erradicación (Bueno et al., 2023; De Groot et al., 2024; Wang & Wan, 2021; Williams et al., 2024). En el contexto del SJNHS, donde coexisten recursos naturales y culturales en un eje costero-urbano históricamente sensible, el monitoreo detallado de estas estructuras respalda decisiones interdisciplinarias que integran ecología, geología, clima y patrimonio (NPS, 2013; NPS, 2020; NOAA, 2022).

## MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN

Las invasiones biológicas pueden causar impactos significativos aún en bajas abundancias, especialmente cuando las especies ocupan niveles tróficos altos o funcionan como formadores de hábitat (Bradley et al., 2019; Dueñas et al., 2021). La iguana verde, por su plasticidad ecológica y capacidad excavadora, puede transformar microhábitats y alterar procesos geomorfológicos locales en zonas costeras y fortificadas del SJNHS. Un inventario georreferenciado de madrigueras, refugios y cuevas, con atributos de ocupación activa, permite no solo dimensionar la magnitud del problema sino también evaluar su variabilidad espacial por zona y su relación con variables antrópicas y ambientales (Bueno et al., 2023; De Groot et al., 2024; Wang & Wan, 2021).

Diversos estudios han mostrado que el uso de zonas de protección como las estructuras históricas son utilizadas por especies endémicas, migratorias y nativas, aunque más común es verlo en zonas naturales. El pájaro carpintero de mejillas doradas (*Melanerpes chrysogenys*), endémico mexicano anida en grandes árboles autóctonos dentro de bosques protegidos, pero en zonas antropogénicas cercanos pasa fácilmente a anidar en postes de servicios públicos y palmeras no autóctonas, siempre que haya suficiente vegetación autóctona y árboles muertos en pie para alimentarse (Maya, et. al., 2025). Ahora bien, en Guam, el estornino micronesio (*Aplonis opaca*) se alimenta

en el bosque, pero ahora anida casi por completo en zonas desarrolladas de una base aérea, utilizando una mezcla de estructuras naturales y artificiales relativamente inaccesibles para las serpientes arborícolas marrones invasoras. Las cajas nido resistentes a depredadores en estas áreas construidas fueron colonizadas rápidamente (el 77% de las cajas ocupadas) y apoyaron una reproducción sostenida (Sevidge, et. al., 2022). En una puerta del siglo XVII en la India, murciélagos insectívoros se posan en vacíos arquitectónicos, grietas y nichos sombreados, encontrando refugio mientras contribuyen al control de insectos; El guano causó manchas, pero no daño de inmediato la estructura (Ghosh, et. al., 2025). Esto ilustra cómo los endémicos, lo autóctono puede utilizar elementos construidos si se conserva o restaura la estructura clave del hábitat.

En el caso de la iguana verde (*Iguana iguana*), introducida en Puerto Rico en la década de 1970 por el comercio de mascotas, se ha convertido en una especie altamente invasiva debido a su elevada capacidad reproductiva, su adaptación climática y la ausencia de depredadores naturales en el archipiélago puertorriqueño. Su éxito se evidencia en densidades poblacionales excepcionalmente altas: hasta 223 individuos por hectárea, valores mayores que en cualquier zona de su rango nativo, donde es controlada por depredación y explotación humana. Estudios han señalado que en dos temporadas de anidación se documentaron más de 100 nidos y 2,558 huevos, con una viabilidad de hasta 91.4 %, lo que demuestra un sistema reproductivo altamente eficaz en Puerto Rico. La sincronía con los patrones climáticos, el cortejo y anidación en la época seca; eclosión durante la estación lluviosa, cuando el alimento y el camuflaje facilita aún más su éxito ecológico en zonas como Las Cabezas de San Juan, caracterizadas por suelos sueltos y condiciones térmicas óptimas para la incubación.

La sobrepoblación generada por estas tasas reproductivas tiene efectos significativos. Ecológicamente, la especie provoca herbivoría severa sobre mangles como *Laguncularia racemosa*, compite con fauna nativa, y depreda ocasionalmente nidos de aves como la gallareta común (*Gallinula chloropus*). Además, sus nidos atraen perros, gatos y mangostas, elevando el riesgo para otras especies, entre ellas la tortuga tinglar (*Dermochelys coriacea*), cuyos nidos coinciden temporalmente con los de la iguana. Ahora bien, herramientas como la identificación de nidos en general de toda especie o lugares donde se pudiese ser potencial para anidar, el uso de montículos artificiales y la intervención dirigida durante la época reproductiva (una vez identificada la especie) se han sugerido como estrategias efectivas para controlar poblaciones sobre las invasoras, como la iguana verde, especialmente en áreas críticas como reservas naturales, históricas y zonas agrícolas (López, et. al., 2011). Además, comprender las preferencias de hábitat y la distribución geográfica de estas estructuras alimenta modelos de idoneidad y mapas de riesgo que anticipan futuras invasiones o re-expansiones, habilitando respuestas tempranas y manejo adaptativo en áreas patrimonio y ecosistemas adyacentes (Williams et al., 2024; De Groot et al., 2024). El enfoque sistemático de monitoreo y análisis, integrado con GIS y estadística descriptiva, fortalece la gestión proactiva fundamentada en ciencia, reduce la incertidumbre y protege el valor histórico-cultural y socioambiental del parque (NPS, 2013; NPS, 2025).

## OBJETIVOS

El objetivo general de este informe es establecer una línea base georreferenciada y descriptiva de estructuras donde especies nativas, endémicas, migratorias e introducidas se alojan o utilizan la jurisdicción del San Juan National Historic Site (SJNHS) como un hábitat; esto a través de la documentación de nidos, madrigueras y refugios por zona, estimando su magnitud y variabilidad e integrando un indicador de ocupación activa. De forma específica, se busca identificar y mapear las estructuras por las 20 zonas oficiales del SJNHS, estimar la abundancia y distribución por tipo de estructura, calcular la tasa de ocupación y proponer un esquema de priorización según zonas críticas que concentren mayor número de estructuras, en apoyo a acciones de control, erradicación y restauración (NPS, 2025). Ante la amenaza directa de la iguana verde (*Iguana iguana*) como principal desplazador de las especies locales.

## ALCANCE

El protocolo de nidos expuesto en este informe se aplica a la totalidad del SJNHS (75 acres, con 27 acres terrestres), integrando tecnologías de recolección de datos, observación directa, Survey123 de ArcGIS, y respaldo manual en cuaderno de campo, con enfoque multidisciplinario (NPS, 2013; NPS, 2020). Las 20 zonas consideradas incluyen Castillo San Felipe del Morro, Castillo San Cristóbal, y los baluartes, baterías, Contraguardías, revellines y puertas definidas en el inventario histórico del parque. El monitoreo se realiza en horarios de la mañana (8:00–10:30), dos a tres días por semana y concluye cuando se mapean todas las zonas. Se inició el 21 de agosto de 2025 y se culminó el 19 de diciembre de 2025. La estructura narrativa del informe, su secuencia de secciones y el énfasis en productos y anexos siguen la organización del modelo de evaluación previa usado el formato del Nacional Park Service, expuesto en el “*Inventory & Monitoring*” web site (2025).

### *Descripción natural y ambiental del parque*

El SJNHS se ubica en el sector de Viejo San Juan, en una península rocosa que delimita con el Océano Atlántico al norte y con la Bahía de San Juan al oeste y suroeste. Este emplazamiento presenta una geología dominada por eolianitas y caliza coralina, formaciones que debido a su naturaleza porosa, y a su exposición continua a la erosión costera y a los procesos de intemperización, pueden comprometer la estabilidad de las fortificaciones históricas del área (NPS, 2013). El clima del parque corresponde a un régimen subtropical húmedo, con temperaturas promedio que oscilan entre 24 y 32 °C y una precipitación anual de 1,256 a 1,630 mm, influenciada por la acción de los vientos alisios, los patrones atmosféricos del Caribe y la presencia documentada de eventos de isla de calor urbano (González-Cruz, 2004; Méndez-Lázaro et al., 2015; Gómez, 2014; NOAA, 2022).

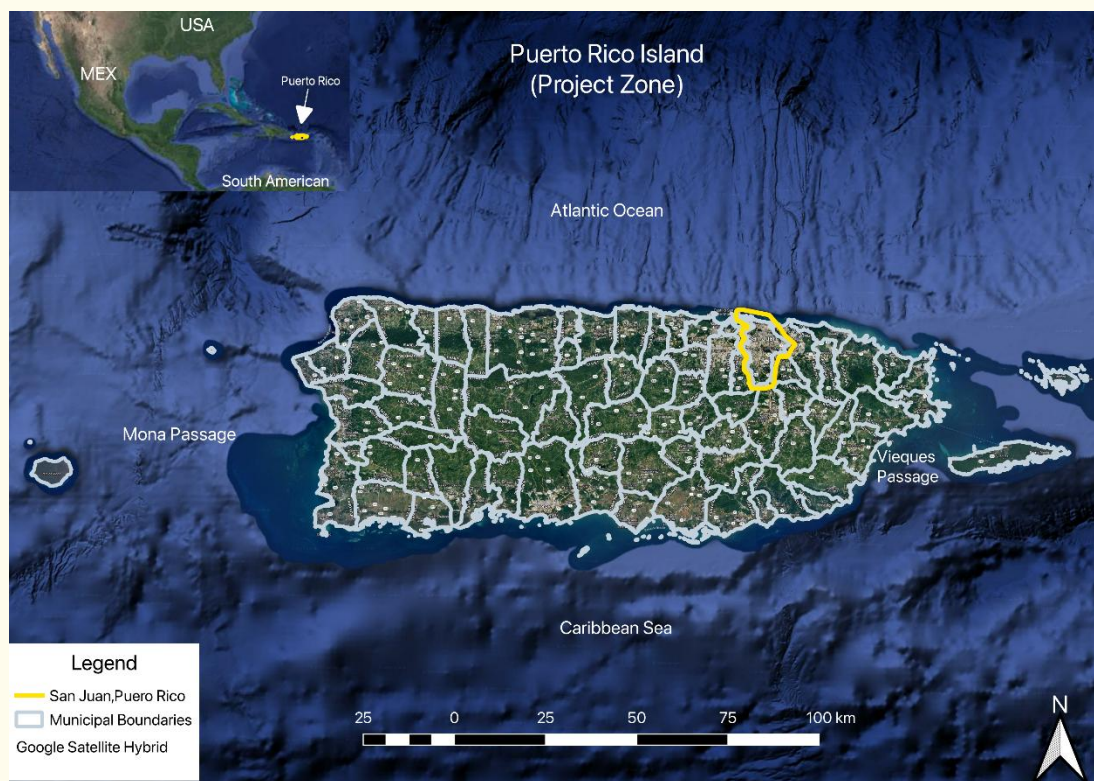
La vegetación del área incluye gramíneas, arbustos, lianas, monocotiledóneas y dicotiledóneas, junto con algunos árboles dispersos cuya densidad es limitada debido al prolongado historial de urbanización en el entorno del Viejo San Juan (González-Cruz, 2004). Esta cobertura vegetal se

distribuye sobre zonas de praderas, sectores de suelo arenoso o rocoso y áreas de transición costera, condiciones que pueden favorecer la formación de madrigueras, refugios o cuevas utilizadas por fauna nativa, migratoria o invasora, incluyendo potencialmente a la iguana verde (NPS, 2020; NPS, 2013). El parque integra de manera simultánea hábitats costeros y urbanos, lo que permite la coexistencia de una amplia diversidad biológica. Dentro de esta diversidad se incluyen insectos, reptiles, anfibios como el coquí, más de 124 especies de peces, así como ocho especies animales y diecisiete especies de plantas catalogadas como amenazadas o en peligro de extinción, entre ellas el manatí antillano (*Trichechus manatus*) (SJB, 2025; Bassols et al., 2020). Esta mezcla de recursos naturales y culturales convierte al SJNHS en un entorno ecológicamente dinámico y altamente sensible, donde la presencia y actividad de la fauna, incluyendo la construcción de nidos, madrigueras o refugios estos tienen implicaciones tanto ambientales como patrimoniales.

## METODOLOGÍA DE MUESTREO Y REGISTRO

La metodología en el campo consistió en caminatas sistemáticas por cada zona del SJNHS (75 acres), con documentación individual de todo nido, madriguera o refugio detectado mediante observación directa, registro fotográfico y toma de coordenadas en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). El formulario en *Survey123* recoge la identidad del técnico, fecha y hora, tipo de estructura (madriguera, refugio, cueva), ocupación activa (“habitado: sí/no”), zona, comentarios, y la georreferenciación correspondiente. Cuando la aplicación no está disponible, se utiliza GPS, cámara y libreta de campo, con respaldo semanal de datos en *OneDrive* o *SharePoint* del programa de Vida Silvestre. La frecuencia del muestreo se establece de dos a tres días por semana, con una sesión diaria en la mañana, siguiendo un plan de cobertura que distribuye los días entre las 20 zonas del parque y finaliza cuando todas han sido registradas.

**Figura 1:** Representación de la ubicación de San Juan (Puerto Rico), donde se encuentra el SJNHS.



**Figure 2:** Imagen de los límites del impacto mediante el recuento de nidos y el área de estudio (75 acres) en el SJNHS.



## MÉTODOS DE ANÁLISIS

El análisis espacial se realizará en *ArcGIS – Survey123*, generando mapas de densidad de puntos y zonificación por tipo de estructura, así como mapas de posibles riesgo e impacto sobre el patrimonio. En el componente estadístico, se aplicará estadística descriptiva y visualizaciones básicas que faciliten la interpretación de la magnitud y la variabilidad de las estructuras, con fundamento en buenas prácticas de visualización y resumen de datos en entornos técnicos (Cooksey, 2020; Saket et al., 2017; Schmuck, 2017).

En *Minitab*, el análisis descriptivo de estructuras físicas se realizará mediante el módulo de estadísticas básicas, seleccionando las variables madriguera, guarida y cueva para estimar media, suma, mínimo, máximo y desviación estándar, con el fin de caracterizar la magnitud y la variabilidad por tipo de estructura. Posteriormente, se generará una tabla de resumen por zona usando el procedimiento de tablas con la estadística suma aplicada a madriguera, guarida y cueva, estratificando por zonas, para observar la distribución de estructuras por área de gestión. La composición de estructuras por zona se visualizará mediante un gráfico de barras apiladas, configurando las barras por la suma de valores y categorizando por zonas, con apilamiento por tipo de estructura; en caso de requerir mayor flexibilidad, se preparará una columna auxiliar para

apilar las categorías o se utilizará *Graph Builder*. Para comprender la distribución de cada tipo, se crearán histogramas simples para madriguera, guarida y cueva, evaluando si los datos se concentran o dispersan y si muestran asimetrías.

En el indicador de ocupación activa, se elaborará una tabla y un gráfico por zona a partir de los nidos habitados, resumiendo por zonas la suma de estructuras habitadas y calculando la tasa de ocupación ( $\text{Tasa\_de\_ocupación} = \text{nidos habitados} / \text{recuento}$ ), con una comparación entre zonas mediante un gráfico de barras de la tasa. Para la priorización de la gestión, se generará un gráfico de Pareto que identifique las zonas críticas, configurando la frecuencia como la suma de madrigueras + guarida + cuevas (o recuento), de modo que se reconozcan las áreas que concentran la mayor parte de las estructuras y se proponga una secuencia de intervención. (Saket et al., 2017; Xiong et al., 2021). Finalmente, en *Excel*, se construyó una tabla dinámica en formato largo con campos, zonas, Tipo de hábitat, Recuento y nido habitado, resumiendo por zona y tipo de hábitat los totales. Esto, facilitaría la comparación entre zonas en números absolutos y tasa de ocupación. Se produjo una tabla principal integrada que resume todo el análisis cuantitativo, y sirve como base para los gráficos y la discusión.

### *Productos esperados*

El proceso generará una base de datos georreferenciada de estructuras y su estado de ocupación, mapas de densidad y distribución, tablas de resumen por zona, gráficos de composición y distribución, un análisis de Pareto para priorización y una tabla integrada que consolide tipos de hábitat, totales de estructuras, nidos habitados y tasa de ocupación. Estos productos se integrarán en el informe técnico y en los anexos, con salidas listas para gestión interna y seguimiento del Plan De Manejo De Las Iguanas Verdes (NPS, 2025).

## **MARCO LEGAL**

La gestión de recursos naturales y culturales del SJNHS - NPS busca garantizar la protección del patrimonio y la vida silvestre. A nivel federal, el *National Environmental Policy Act* (NEPA) establece las pautas para la evaluación y mitigación de impactos ambientales, promoviendo decisiones informadas (NEPA, 1969/2025; NPS, 2015). El *Management Policies* del NPS (2006) especifica que las especies exóticas invasoras serán manejadas, incluyendo erradicación, cuando el control sea prudente y factible; y cuando afecten recursos, dificulten la gestión o supongan un riesgo para la salud y la seguridad. A nivel territorial, la Ley de Bienestar y Protección Animal de Puerto Rico (Ley Núm. 154-2008 y enmiendas) establece responsabilidades y salvaguardas relevantes. Este marco, complementado por manuales y guías operativas, orienta el monitoreo, el control y las acciones de educación ambiental dentro del SAJU (NPS, 2015; Commonwealth of Puerto Rico, 2011).

Otra regulación importante en el manejo de especies invasivas es la protección de nidos en zonas históricas o de conservación de especies migratorias, nativas y endémicas. Este se fundamenta en el *Mitigation Policy* del *U.S. Fish and Wildlife Service* (2023), que establece la jerarquía de mitigación evitar, minimizar y compensar como principio rector para reducir impactos a los recursos naturales, incluyendo hábitats críticos y áreas de alto valor ecológico (USFWS, 2023). Esta política requiere priorizar la evitación de impactos en hábitats de alto valor, particularmente aquellos esenciales para especies migratorias o en riesgo, así como para la integridad de ecosistemas donde la presencia de especies invasivas puede agravar la pérdida funcional del hábitat y más en nuestra zona, ya que se han observado aves migratorias en nuestra jurisdicción. Además, bajo el NEPA y el *Endangered Species Act* (ESA), se exige evaluar y mitigar los efectos directos e indirectos sobre especies protegidas, incluidos sus nidos, mediante medidas basadas en la mejor ciencia disponible y con un enfoque de *no net loss* de los recursos afectados (USFWS, 2023). En zonas históricas o de preservación, estas obligaciones se complementan con la necesidad de prevenir impactos acumulativos y asegurar la durabilidad de las medidas de mitigación, incluyendo el control de especies invasivas que puedan impactar los nidos de lo nativo y la protección activa del hábitat reproductivo mediante restricciones temporales, manejo adaptativo y prácticas de conservación compatibles con los objetivos del SJNHS.

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Estadística descriptiva, gráfico de barras simple, histograma de frecuencias, gráfico de barras apiladas, gráfico circular, prueba de funcionamiento y diagrama de Pareto*

El análisis se llevó a cabo utilizando métodos estadísticos descriptivos, que sirvieron como herramientas esenciales para resumir e interpretar los datos recopilados sobre los lugares de anidación. Se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y distribución de los datos para ofrecer una visión general de la presencia de nidos, su variabilidad y los patrones espaciales en las zonas de estudio y los años de estudio. Todos los análisis y representaciones gráficas se realizaron utilizando *Minitab* 22. Se utilizaron gráficos de barras simples para comparar el número de nidos entre diferentes categorías, como las zonas de estudio. Estas visualizaciones permitieron identificar claramente las diferencias en la abundancia de nidos y facilitaron comparaciones directas entre los conjuntos de datos. Además, se emplearon gráficos de barras apiladas para representar subcategorías dentro de los datos de anidación, como los tipos de estructuras de anidación (ej., madrigueras, refugios y cavidades), lo que permitió una interpretación más detallada de cómo cada categoría contribuía al recuento total. Se utilizaron gráficos circulares para ilustrar las relaciones proporcionales dentro del conjunto de datos, particularmente la contribución relativa de cada categoría de nido o zona de estudio al número total de nidos registrados. Estos gráficos ofrecieron una representación clara de las partes que componen el todo, lo que permitió interpretar rápidamente las categorías predominantes en el estudio. (Hill, 2024; Albers et al., 2022; Tufte, 2001). Los histogramas se utilizan para representar la distribución de datos cuantitativos, lo que

permite a los investigadores observar patrones, variabilidad y posibles valores atípicos dentro de un conjunto de datos (Moore et al., 2017). Este enfoque permitió comprender mejor cómo se distribuían las observaciones de nidos entre las unidades de muestreo. Además, el Runs Test es un procedimiento estadístico no paramétrico que se utiliza para evaluar si una secuencia de datos se genera de forma aleatoria, mediante el análisis del patrón y el número de series consecutivas dentro de la secuencia, lo que ayuda a detectar posibles patrones no aleatorios en los datos (Bujang & Sapri, 2018). Se utilizaron diagramas de Pareto para identificar las categorías más significativas que contribuyen a la presencia de nidos. Al combinar gráficos de barras con líneas de porcentaje acumulativo, estas visualizaciones pusieron de relieve las zonas o los tipos de nidos con mayor influencia en el conjunto de datos global, lo que facilitó la priorización y las consideraciones de gestión. El diagrama de Pareto es una herramienta que se utiliza para identificar y distinguir los pocos factores esenciales de los muchos factores secundarios, lo que permite priorizar mejor los esfuerzos de resolución de problemas (Kaoru Ishikawa, 1985).

Se utilizaron tablas descriptivas generadas en *Minitab 22* para validar los valores numéricos representados en los resultados gráficos, garantizando así la coherencia y la precisión del análisis. Estos cálculos se basaron en datos puntuales y se emplearon para comparar las variaciones en la abundancia y la distribución de los nidos a lo largo del tiempo. En general, la integración de resúmenes estadísticos y métodos gráficos proporcionó una evaluación exhaustiva y precisa de los datos de anidación. Estos enfoques facilitaron la identificación de patrones, diferencias entre las áreas de estudio y cambios a lo largo del tiempo, lo que respaldó una interpretación basada en datos de la dinámica de los sitios de anidación dentro del área de estudio.

### *Elementos de Análisis*

El análisis de los datos obtenidos durante el monitoreo se desarrolló con el propósito de identificar, clasificar y evaluar todas las estructuras de anidación y refugio observadas en el SJNHS, independientemente del origen ecológico de las especies asociadas. Esto incluye estructuras pertenecientes a fauna invasora, endémica, nativa o migratoria, dado que la meta del proceso es comprender la presencia, distribución y uso del hábitat dentro del parque sin limitarse a un solo grupo taxonómico. Para garantizar la calidad de los datos, se llevó a cabo un proceso de verificación exhaustivo que permitió detectar y corregir registros potencialmente erróneos relacionados con la ubicación, el tipo de estructura y el estado de ocupación. Una vez validada la base de datos (data limpia), se aplicaron métodos de estadística descriptiva orientados a caracterizar la magnitud y variabilidad de las estructuras documentadas. Este análisis contempló medidas como la suma total por tipo de estructura, los valores mínimos y máximos observados y la dispersión reflejada en la desviación estándar, siguiendo las recomendaciones metodológicas para análisis exploratorio de datos en estudios ecológicos (Jones, 2022; Mukhiya, 2020). Estos indicadores permiten visualizar patrones generales de formación de nidos, madrigueras y refugios, aportando una primera aproximación a la dinámica espacial de las especies que interactúan con los recursos naturales y culturales del parque. Para complementar este enfoque, se utilizaron diversas técnicas de representación gráfica que facilitan la interpretación de los resultados. Los gráficos de

barras simples permiten comparar zonas específicas, mientras que los gráficos de barras apiladas facilitan observar la composición relativa de los tipos de estructuras dentro de cada sector. Los histogramas contribuyen a identificar patrones de distribución o posibles sesgos en la aparición de estructuras, y los gráficos circulares ayudan a comunicar de manera clara la proporción total de estructuras y la distribución de nidos o refugios ocupados a través del parque. En adición, el uso de la tabla dinámica permitió resumir los datos de forma flexible, comparando zonas, tipos de hábitat, porcentaje de ocupados y niveles de ocupación.

Este conjunto de herramientas permite detectar patrones espaciales, evaluar diferencias entre zonas, identificar áreas con posible valor ecológico, así como sectores donde puedan existir riesgos para recursos históricos debido a la presencia de estructuras activas o excavaciones. De este modo, el análisis cumple una doble función: por un lado, documentar el estado actual de los nidos y refugios presentes en el SJNHS, y por otro, generar una base de evidencia que pueda integrarse a futuros procesos de toma de decisiones y manejo adaptativo. La siguiente sección presenta los resultados derivados de este análisis integral.

### *Resultados del análisis descriptivo de estructuras físicas*

El análisis descriptivo de los burrow, herborage y cave proporciona una caracterización inicial de la presencia de estructuras asociadas a todas las especies ya sea invasiva, endémica o nativa, esto resumido mediante medias, sumas, mínimos, máximos y desviaciones estándar. A continuación, se observa las tablas descriptivas.

**Tabla 1:** Estadísticas descriptivas de las estructuras de las iguanas (madrigueras, guarida, cuevas)

| Variable   | N  | N* | Mean | SE Mean | StDev | Sum | Minimum | Q1 | Median | Q3 | Maximum |
|------------|----|----|------|---------|-------|-----|---------|----|--------|----|---------|
| Madriguera | 67 | 4  | 0.18 | 0.06    | 0.52  | 12  | 0       | 0  | 0      | 0  | 3       |
| Guardia    | 67 | 4  | 7.13 | 1.05    | 8.563 | 478 | 0       | 2  | 4      | 9  | 54      |
| Cueva      | 67 | 4  | 0.98 | 0.39    | 3.19  | 66  | 0       | 0  | 0      | 0  | 21      |

La [Tabla 1](#) muestra la estadística descriptiva de madrigueras, guarida y cuevas, mostrando sus valores de media, suma, mínimo, máximo y desviación estándar. Las guaridas presentaron los valores más altos con unos siete puntos trece (7.13), lo que refleja su mayor abundancia en zonas con estructuras históricas. Mientras que las madrigueras y cuevas muestran frecuencias más bajas y mayor variabilidad entre zonas, influenciadas por factores como el tipo de suelo, pendiente y disponibilidad de cavidades. Esto resume permite visualizar rápidamente la magnitud y variación de cada tipo de microhábitat y sirve como base para interpretar patrones de uso del hábitat en las zonas monitoreadas. Se espera que las guaridas presenten valores promedios mayores en zonas con estructuras históricas, mientras que las madrigueras y cuevas muestren variabilidad por el tipo de suelo, pendiente y exposición a erosión.

### *Distribución por zona*

En zonas como el Castillo San Felipe del Morro y el Baluarte de Santa Elena se documentó una mayor cantidad de estructuras, esto consistente en la complejidad estructural, el tránsito de visitantes y la exposición costera. La [Tabla 2](#) ofrece una comparación que nos ayuda a priorizar y planificar la secuencia de intervención de control.

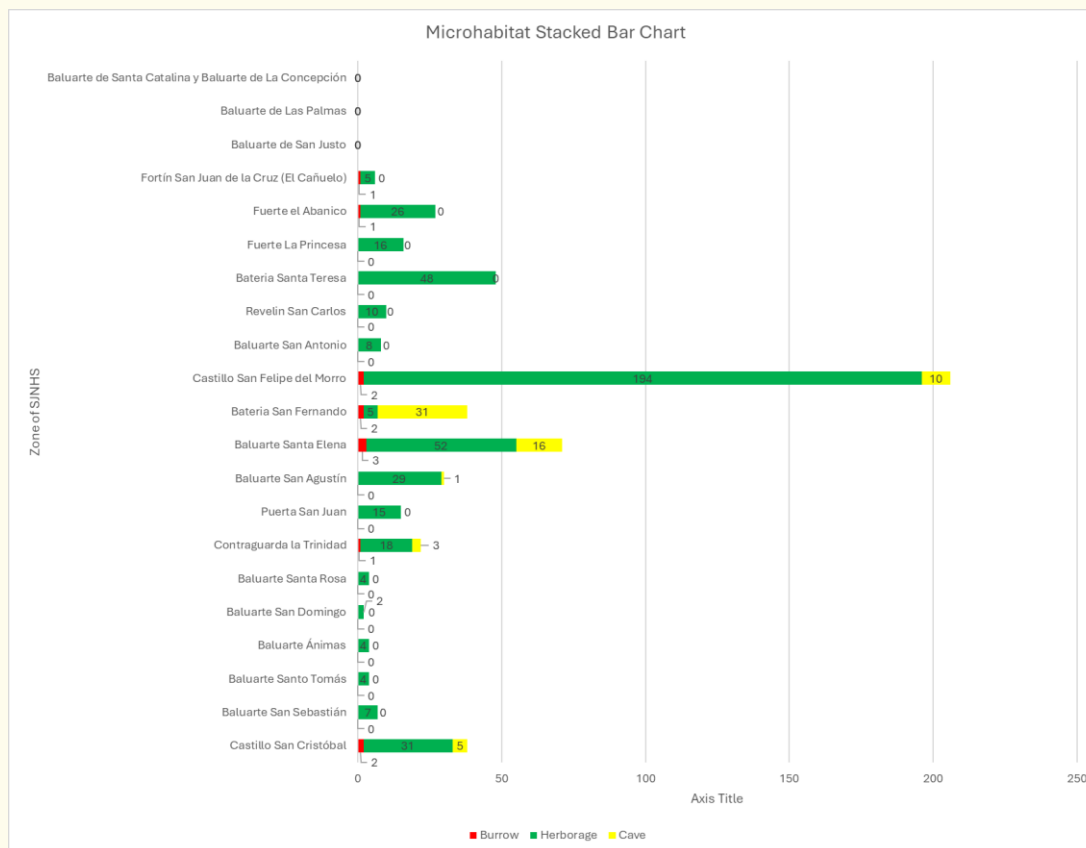
**Tabla 2:** Resumen de madrigueras, refugios y cuevas por zona (total)

| Zone                                                   | Burrow | Herborage | Cave | Total |
|--------------------------------------------------------|--------|-----------|------|-------|
| Castillo San Cristóbal                                 | 2      | 31        | 5    | 38    |
| Baluarte San Sebastián                                 | 0      | 7         | 0    | 7     |
| Baluarte Santo Tomás                                   | 0      | 4         | 0    | 4     |
| Baluarte Ánimas                                        | 0      | 4         | 0    | 4     |
| Baluarte San Domingo                                   | 0      | 2         | 0    | 2     |
| Baluarte Santa Rosa                                    | 0      | 4         | 0    | 4     |
| Contraguadía la Trinidad                               | 1      | 18        | 3    | 22    |
| Puerta San Juan                                        | 0      | 15        | 0    | 15    |
| Baluarte San Agustín                                   | 0      | 29        | 1    | 30    |
| Baluarte Santa Elena                                   | 3      | 52        | 16   | 71    |
| Bateria San Fernando                                   | 2      | 5         | 31   | 38    |
| Castillo San Felipe del Morro                          | 2      | 194       | 10   | 206   |
| Baluarte San Antonio                                   | 0      | 8         | 0    | 8     |
| Revelin San Carlos                                     | 0      | 10        | 0    | 10    |
| Bateria Santa Teresa                                   | 0      | 48        | 0    | 48    |
| Fuerte La Princesa                                     | 0      | 16        | 0    | 16    |
| Fuerte el Abanico                                      | 1      | 26        | 0    | 27    |
| Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo)                | 1      | 5         | 0    | 6     |
| Baluarte de San Justo                                  | *      | *         | *    | *     |
| Baluarte de Las Palmas                                 | *      | *         | *    | *     |
| Baluarte de Santa Catalina y Baluarte de La Concepción | *      | *         | *    | *     |
| <b>Total:</b>                                          | 12     | 478       | 66   | 556   |

**NOTE:** \*= No data.

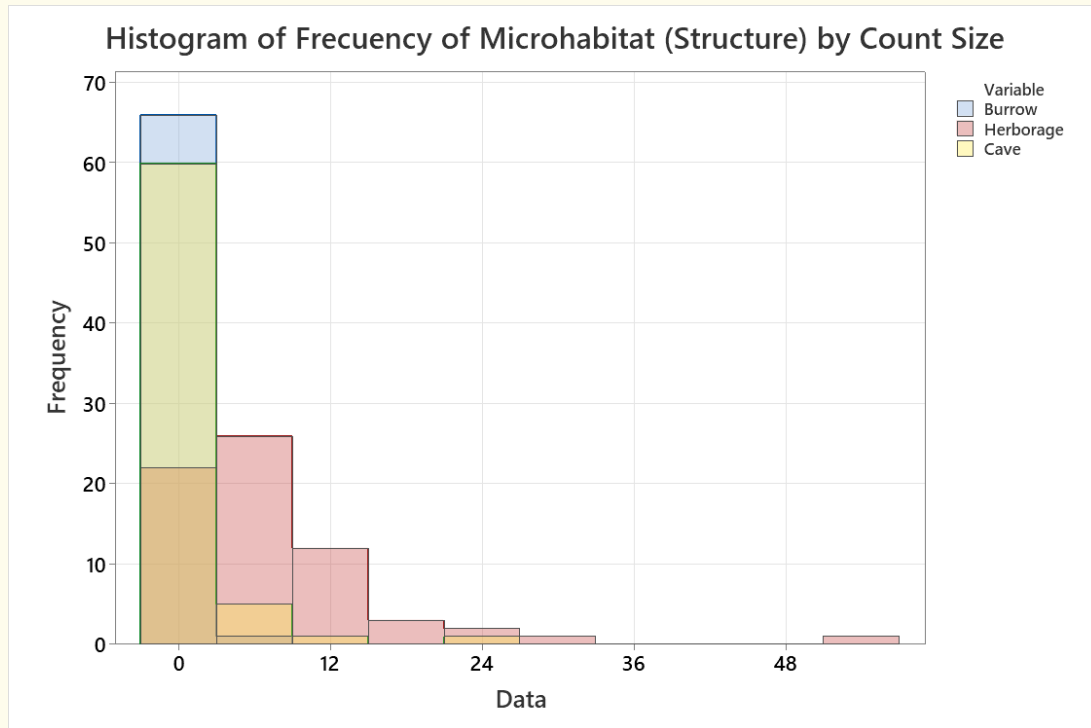
La [Tabla 2](#) muestra el total de madrigueras, guaridas y cuevas en las zonas monitoreadas, además muestra la cantidad total de madrigueras, guaridas y cuevas. Se puede observar que se contaron doce (12) madrigueras, cuatrocientos setenta y ocho (478) guaridas y sesenta y seis (66) cuevas en total. Se puede observar que la mayor cantidad de madrigueras se encuentra en el Baluarte de Santa Elena con un total de tres (3) madrigueras. Mientras que la mayor cantidad de guaridas se encuentra en el Castillo San Felipe del Morro con un total de 194 guaridas. Mientras que la mayor cantidad de cuevas se encuentra en la Bateria de San Fernando con un total de treinta y un (31) cuevas.

**Figura 3:** Composición de las estructuras de microhábitats por zona de gestión



La Figura 3 nos muestra la composición de estructuras por zona utilizando una gráfica de barras apiladas, esta nos permitió observar que tipo de estructura predomina en cada zona, al igual que la diversidad de los hábitats disponibles para las iguanas. Se puede observar como la cantidad de guarida es la que domina en todas las zonas monitoreadas, siendo el Castillo San Felipe del Morro el que cuenta con la mayor cantidad de guaridas en las zonas monitoreadas, con un total de ciento nueva y cuatro (194) guaridas, de cuatrocientos setenta y ocho (478) en total de las zonas monitoreadas. Mientras que la cantidad de cuevas es la segunda que domina en las zonas monitoreadas con un total de sesenta y seis (66). Las cuevas se pudieron observar en el Baluarte de San Agustín con un total de una cueva, en el Baluarte de Santa Elena con un total de dieciseis (16) cuevas, en la Bateria de San Fernando con un total de treinta y un (31) cuevas, en el Castillo San Cristóbal con un total de cinco (5) cuevas, en el Castillo San Felipe del Morro con un total de diez (10) cuevas y en la Contraguadía la Trinidad con un total de tres (3) cuevas. Mientras que la cantidad de madrigueras fue baja en las zonas monitoreadas. Las madrigueras se pudieron observar en el Baluarte de Santa Elena con un total de tres (3) madrigueras, y un total de dos (2) madrigueras en la Bateria de San Fernando, en el Castillo San Cristóbal, en el Castillo San Felipe del Morro. Mientras que se observó una madriguera en la Contraguadía de la Trinidad, en el Fortín San Juan de la Cruz, y en el Fuerte el Abanico.

**Figura 4:** Histograma de frecuencia de microhábitats (estructura del nido)



La [Figura 4](#) muestra la distribución de frecuencias de los conteos de microhábitats (Madrigueras, Guaridas y Cuevas) registrados en las zonas monitoreadas. La gráfica permitió observar la concentración, dispersión y asimetría asociada a cada estructura. En general, la mayor parte de los registros se acumula en valores cercanos a cero (0), lo que indica que la mayoría de las zonas contienen pocos microhábitats documentados. Sin embargo, las tres variables difieren notablemente entre sí. Las guaridas representan tanto la media más alta como la mayor dispersión, con una cola derecha muy extendida debido a unos pocos valores extremos que alcanzan más de cincuenta (50) estructuras. Esto produce una asimetría positiva pronunciada hacia la izquierda. En contraste, las madrigueras muestran medias extremadamente bajas y muy poca variabilidad, concentrándose casi por completo en valores entre cero (0) y uno (1). Las cuevas ocupan una posición intermedia: la mayoría de los valores son bajos, aunque unos pocos casos elevados generan una dispersión mayor que la de las madrigueras, pero menor que la de las guaridas. En conjunto, el patrón revela que solo unas pocas zonas concentran cantidades altas de guaridas o cuevas, mientras que la gran mayoría presenta conteos reducidos, lo que refleja una distribución fuertemente sesgada y heterogénea entre las zonas del parque.

#### *Ocupación activa: nidos habitados y tasa de ocupación*

El uso de las estructuras contadas se puede analizar a través del conteo de los nidos habitados por zona y su tasa de ocupación. La variación de zonas nos indica las diferencias en la

intensidad de uso del hábitat, mostrando que las zonas con menos estructuras pueden tener tasas de ocupaciones altas, mientras que las zonas con una abundancia de estructuras no siempre presentan la ocupación más intensa, esto desacopla disponibilidad y uso.

**Tabla 3:** Estructuras activas por zona y tasa de ocupación

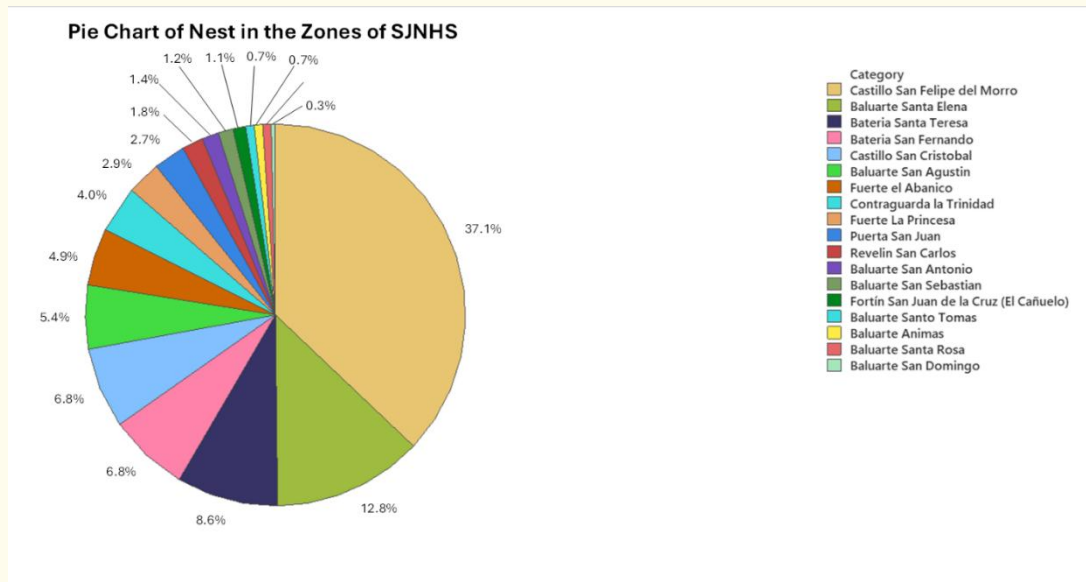
| Zones                                                    | Nido habitado | Total Count | % habitantes |
|----------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------------|
| Fuerte el Abanico                                        | 13            | 27          | 48.14        |
| Bateria San Fernando                                     | 12            | 38          | 31.57        |
| Castillo San Felipe del Morro                            | 39            | 206         | 18.93        |
| Baluartes Santa Elena                                    | 12            | 71          | 16.90        |
| Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo)                  | 1             | 6           | 16.66        |
| Castillo San Cristóbal                                   | 5             | 38          | 13.15        |
| Baluartes San Agustín                                    | 3             | 30          | 10           |
| Bateria Santa Teresa                                     | 2             | 48          | 4.16         |
| Baluartes San Sebastián                                  | 0             | 7           | 0            |
| Baluartes Santo Tomás                                    | 0             | 4           | 0            |
| Baluartes Ánimas                                         | 0             | 4           | 0            |
| Baluartes San Domingo                                    | 0             | 2           | 0            |
| Baluartes Santa Rosa                                     | 0             | 4           | 0            |
| Contraguadía la Trinidad                                 | 0             | 22          | 0            |
| Puerta San Juan                                          | 0             | 15          | 0            |
| Baluartes San Antonio                                    | 0             | 8           | 0            |
| Revelín San Carlos                                       | 0             | 10          | 0            |
| Fuerte La Princesa                                       | 0             | 16          | 0            |
| Baluartes de San Justo                                   | *             | *           | *            |
| Baluartes de Las Palmas                                  | *             | *           | *            |
| Baluartes de Santa Catalina y Baluartes de La Concepción | *             | *           | *            |
| Total                                                    | 87            | 556         |              |

NOTE: \* = No data.

La [Tabla 3](#) muestra el total de nidos habitados en las zonas monitoreadas. Las zonas donde se identificaron nidos fueron el Fuerte el Abanico con un total de trece (13) nidos habitados siendo un cuarenta y ocho punto quince por ciento (48.15%) de los nidos monitoreados en esta zona, la Bateria San Fernando con un total de doce (12) nidos habitados siendo un treinta y uno punto cincuenta y ocho por ciento (31.58%) de los nidos monitoreados en esta zona, el Castillo San Felipe del Morro con un total de treinta y nueve (39) nidos habitados siendo un dieciocho punto noventa y tres por ciento (18.93%) de los nidos monitoreados en esta zona, el Baluarte de Santa Elena con un total de doce (12) nidos habitados siendo un dieciséis punto noventa por ciento (16.90%) de los nidos monitoreados en esta zona, el Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo) con un solo nido habitado siendo un dieciséis punto sesenta y siete por ciento (16.67%) de los nidos monitoreados en esta zona, el Castillo San Cristóbal con cinco (5) nidos habitados siendo un trece punto diez y seis por ciento (13.16%) de los nidos monitoreados en esta zona, el Baluarte de San Agustín con tres (3) nidos habitados siendo un diez por ciento (10%) de los nidos monitoreados en esta zona y

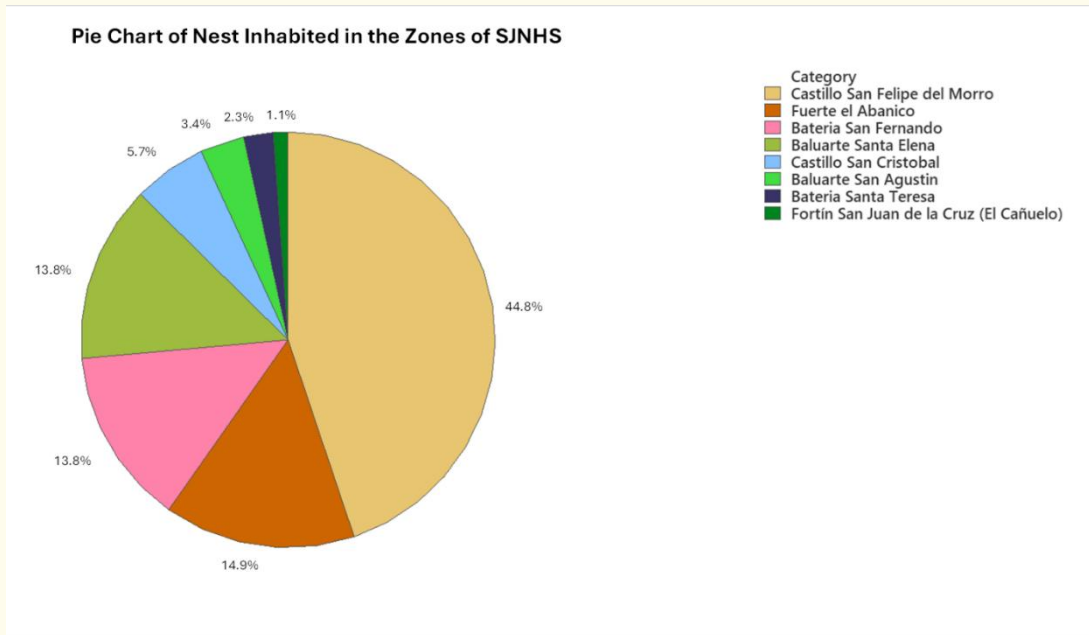
el Baluarte Santa Teresa con dos (2) nidos habitados siendo un cuatro punto diez y siete por ciento (4.17%) de los nidos monitoreados en esta zona.

**Figura 5: Percentage Distribution of Iguana Structures by Management Zone**



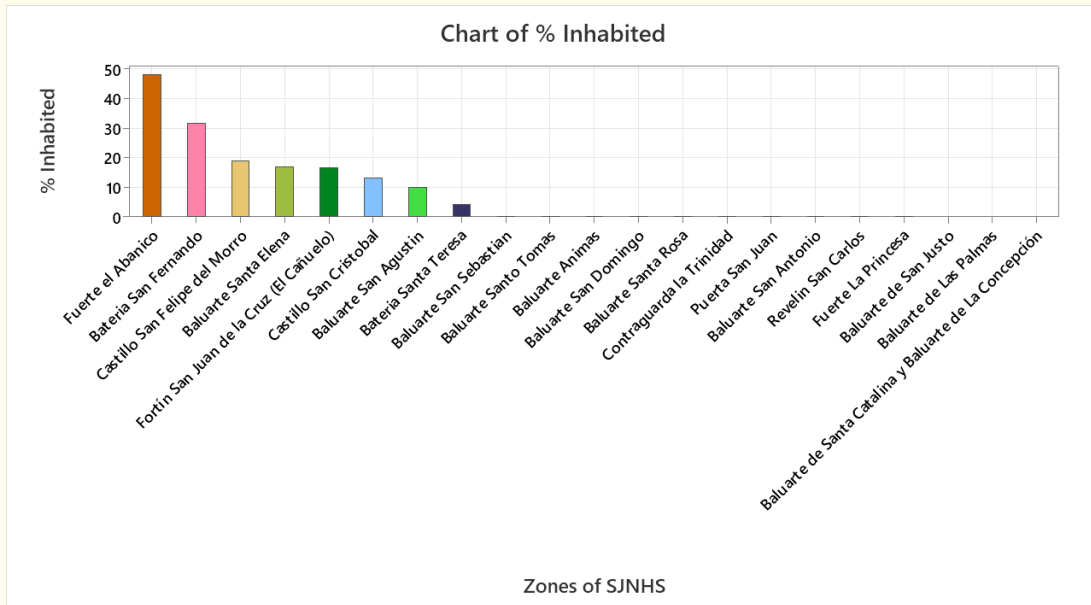
La [Figura 5](#) muestra la proporción relativa de madrigueras, guaridas y cuevas registradas en cada zona del SJNHS, donde se puede observar que la mayoría de los nidos se concentran en un pequeño número de zonas, en especial en el Castillo San Felipe del Morro y el Baluarte de Santa Elena, cuyas características arquitectónicas española ayudan a la disponibilidad de microhábitats (nidos). Esta representación gráfica permitió proyecta el peso relativo de cada zona dentro del total de estructuras documentadas y ayudo a facilitar comparaciones con otras métricas, como la ocupación activa y el riesgo asociado al patrimonio histórico como se proyectará en la [Figura 6](#) a continuación.

**Figura 6:** Distribución de los nidos de especies activas por zona de manejo



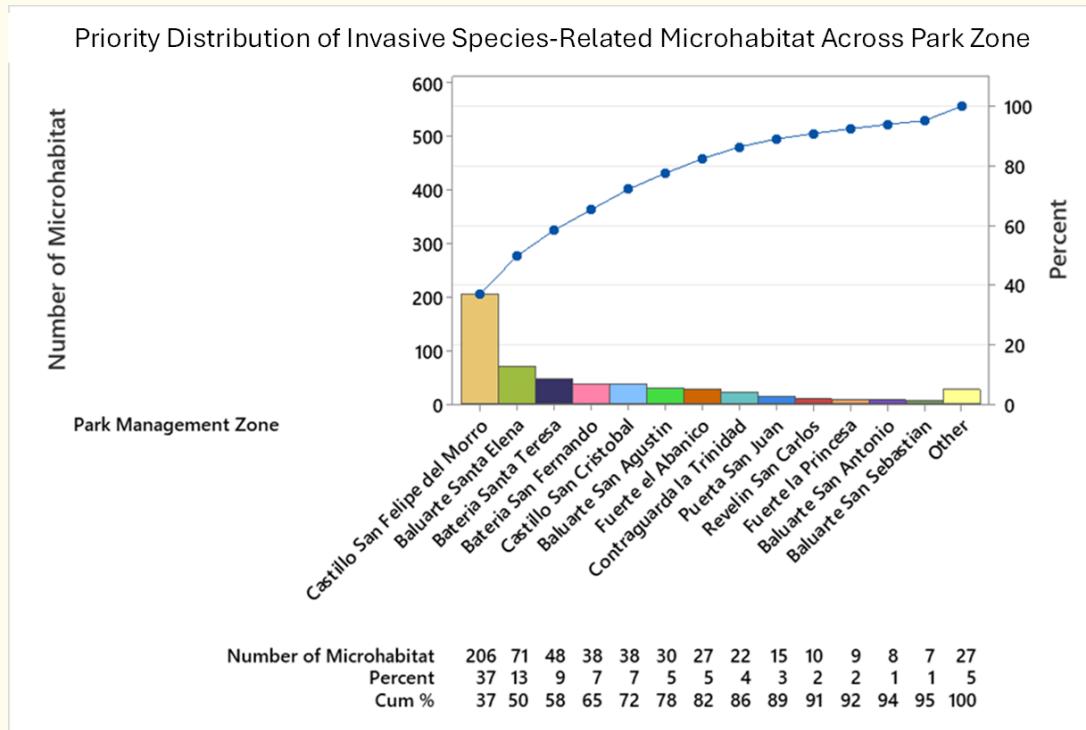
La [Figura 6](#) muestra la distribución de los nidos ocupados en algunas de las zonas que fueron monitoreadas, esto resalta las áreas donde la actividad biológica de especies invasivas, nativas y endémicas se manifiesta con mayor intensidad. Se encontró un cuarenta y cuatro punto ocho por ciento (44.8%) de nidos habitados en el Castillo San Felipe del Morro, catorce punto diez y nueve por ciento (14.9%) de nidos habitados en el Fuerte el Abanico, trece punto ocho por ciento (13.8%) de nidos habitados en la Bateria de San Fernando y el Baluarte de Santa Elena, cinco punto siete por ciento (5.7%) de nidos habitados en el Castillo San Cristóbal, dos punto tres por ciento (2.3%) de nidos habitados en la Bateria de Santa Teresa y uno punto un por ciento (1.1%) de nidos habitados en el Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo). Algunas zonas presentan un número elevado de estructuras potenciales, la proporción de nidos habitados revela un patrón distinto, en el que no siempre coinciden las áreas con mayor abundancia de madrigueras, guaridas y cuevas donde existe un mayor nivel de uso efectivo. Este contraste evidencio y registro una mayor proporción de ocupación activa, lo que indica condiciones favorables para la permanencia y actividad de diversas especies.

**Figura 7: Tasa de ocupación por zona (por ciento)**



La [Figura 7](#) proyecta la variación en la tasa de ocupación de nidos por zona monitoreada. Esto evidencia qué zonas del parque presentan un uso más intenso de las estructuras disponibles por parte de especies invasivas o nativas y endémicas. A diferencia de las distribuciones basadas en el número total de madrigueras, guaridas y cuevas, la tasa de ocupación revela un patrón más selectivo, donde algunas zonas con abundancia estructural muestran porcentajes de uso bajos, mientras que otras áreas con menos estructuras muestran una ocupación proporcionalmente mayor. Esta figura permite identificar zonas en las que la actividad biológica se concentra con mayor intensidad, aportando información clave para orientar decisiones de manejo, priorización y mitigación.

**Figura 8:** Zonas con mayor concentración de estructuras para iguanas



La Figura 8 nos muestra el análisis de Pareto de las zonas monitoreadas, mostrando cuáles concentran la mayor proporción de estructuras asociadas a especies invasivas, como la iguana verde o zonas que podrían ser utilizadas por especies nativas y endémicas. Esto permitió identificar las áreas donde se acumula la mayor cantidad de madrigueras, guaridas y cuevas. Se puede observar que un grupo reducido en: el Baluarte de Santo Tomás, el Baluarte de las Ánimas, el Baluarte San Domingo, Baluarte de Santa Rosa, Baluarte de San Fernando y el Fortín de San Juan de la Cruz (El Cañuelo). Estas zonas concentran la mayoría de las estructuras registradas, lo que evidencia una distribución desigual del fenómeno dentro del parque. Zonas como el Castillo San Felipe del Morro, el Baluarte de Santa Elena y la Bateria de San Fernando presentan las cantidades más altas de nidos, especialmente las guaridas, que es el tipo de estructura dominante. La curva acumulativa demuestra que tras alcanzar un porcentaje significativo del total dentro del primer veinte al treinta por ciento (20-30%) las zonas, las zonas restantes contribuyen solo marginalmente al total de estructuras.

**Tabla 4:** Resumen de las estructuras y la ocupación de las iguanas por zona de manejo

| Zona                   | Madriguera | Guarida | Cueva | Total Count | Nest Inhabited | Occupancy Rate (%) |
|------------------------|------------|---------|-------|-------------|----------------|--------------------|
| Castillo San Cristóbal | 2          | 31      | 5     | 38          | 5              | 13.15789           |
| Baluarte San Sebastián | 0          | 7       | 0     | 7           | 0              | 0                  |
| Baluarte Santo Tomás   | 0          | 4       | 0     | 4           | 0              | 0                  |

|                                                          |    |     |    |     |    |          |
|----------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|----------|
| Baluartes Ánimas                                         | 0  | 4   | 0  | 4   | 0  | 0        |
| Baluartes San Domingo                                    | 0  | 2   | 0  | 2   | 0  | 0        |
| Baluartes Santa Rosa                                     | 0  | 4   | 0  | 4   | 0  | 0        |
| Contraguadía la Trinidad                                 | 1  | 18  | 3  | 22  | 0  | 0        |
| Puerta San Juan                                          | 0  | 15  | 0  | 15  | 0  | 0        |
| Baluartes San Agustín                                    | 0  | 29  | 1  | 30  | 3  | 10.00000 |
| Baluartes Santa Elena                                    | 3  | 52  | 16 | 71  | 12 | 16.90141 |
| Batería San Fernando                                     | 2  | 5   | 31 | 38  | 12 | 31.57895 |
| Castillo San Felipe del Morro                            | 2  | 194 | 10 | 206 | 39 | 18.93204 |
| Baluartes San Antonio                                    | 0  | 8   | 0  | 8   | 0  | 0        |
| Revelin San Carlos                                       | 0  | 10  | 0  | 10  | 0  | 0        |
| Batería Santa Teresa                                     | 0  | 48  | 0  | 48  | 2  | 4.16667  |
| Fuerte La Princesa                                       | 0  | 16  | 0  | 16  | 0  | 0        |
| Fuerte el Abanico                                        | 1  | 26  | 0  | 27  | 13 | 48.14815 |
| Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo)                  | 1  | 5   | 0  | 6   | 1  | 16.66667 |
| Baluartes de San Justo                                   | *  | *   | *  | *   | *  | *        |
| Baluartes de Las Palmas                                  | *  | *   | *  | *   | *  | *        |
| Baluartes de Santa Catalina y Baluartes de La Concepción | *  | *   | *  | *   | *  | *        |
| <b>Total:</b>                                            | 12 | 478 | 66 | 556 | 87 |          |

NOTE: \*= No data.

La [Tabla 4](#) integra un marco comparativo la cantidad total de madrigueras, guaridas y cuevas documentadas por las zonas monitoreadas, junto con el número de nidos habitados y la tasa de ocupación. Esto nos ayuda a evaluar la disponibilidad de microhábitats y su uso efectivo por parte de la *Iguana iguana*. Esto, muestra que algunas zonas presentan una alta abundancia estructural, especialmente aquellas con complejidad arquitectónica o sustratos favorable. La intensidad de ocupación no siempre corresponde a la disponibilidad, destacándose zonas donde un número moderado de estructuras sostiene una proporción elevada de uso activo.

### Prueba de Run

Descriptive Statistics

| Number of Observations |   |     |     |
|------------------------|---|-----|-----|
| N                      | K | ≤ K | > K |

Test

Null hypothesis      H<sub>0</sub>: The order of the data is random

67 8.29851 46 21

$K = \text{sample mean}$

Alternative hypothesis  $H_1$ : The order of the data is not random

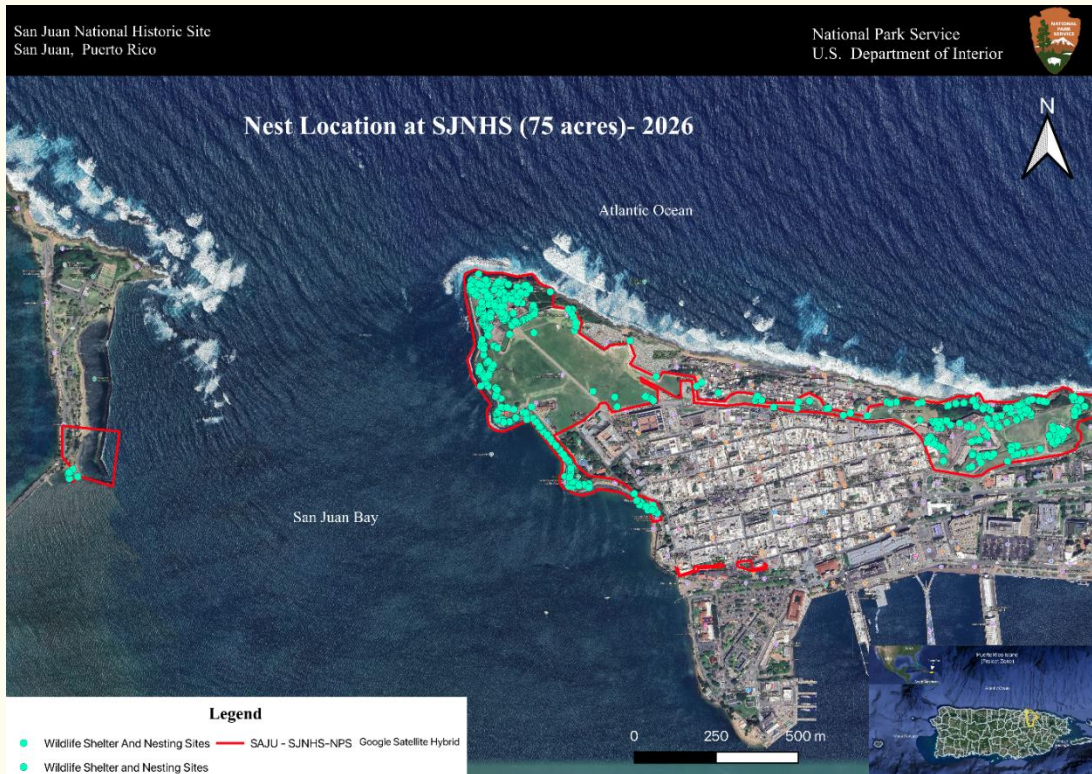
#### Number of Runs

| Observed | Expected | P-Value |
|----------|----------|---------|
| 24       | 29.84    | 0.094   |

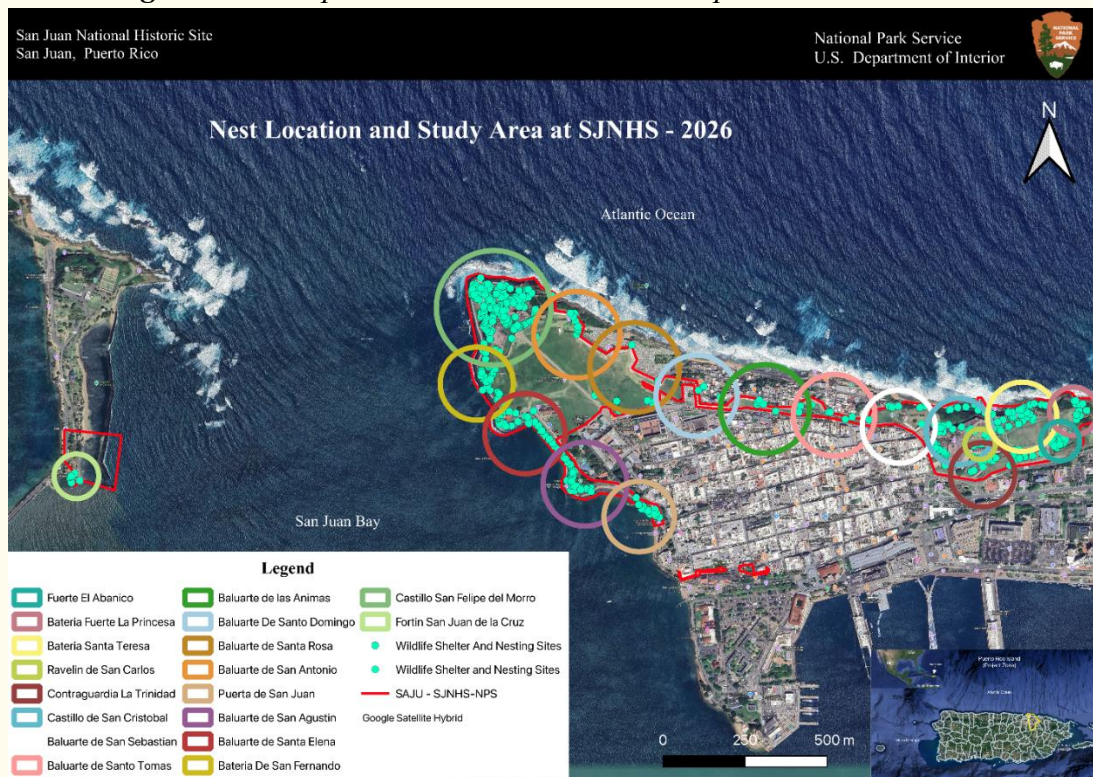
La secuencia de observaciones mostró veinticuatro (24) *runs*, mientras que el número esperado bajo la hipótesis de aleatoriedad era veintinueve puntos ochenta y cuatro (29.84). El valor p obtenido fue de cero puntos cero noventa y cuatro (0.094), indicando que no se rechaza la hipótesis nula de aleatoriedad de los datos obtenidos ( $\alpha = 0.05$ ). Esto supone que, estadísticamente, la ubicación de los sitios monitoreados puede considerarse aleatoria, las especies ya sea invasiva, endémica o nativa van fortuita por el parque, no existe un patrón en su anidación. De las sesenta y siete (67) observaciones registradas, cuarenta y seis (46) se encontraron por debajo de la mediana y veintiuna (21) por encima de ella, con ocho (8) valores iguales a la mediana. La distribución muestra una ligera tendencia a tener más observaciones por debajo de la mediana, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa, según la prueba.

#### Figuras por zona de estudio

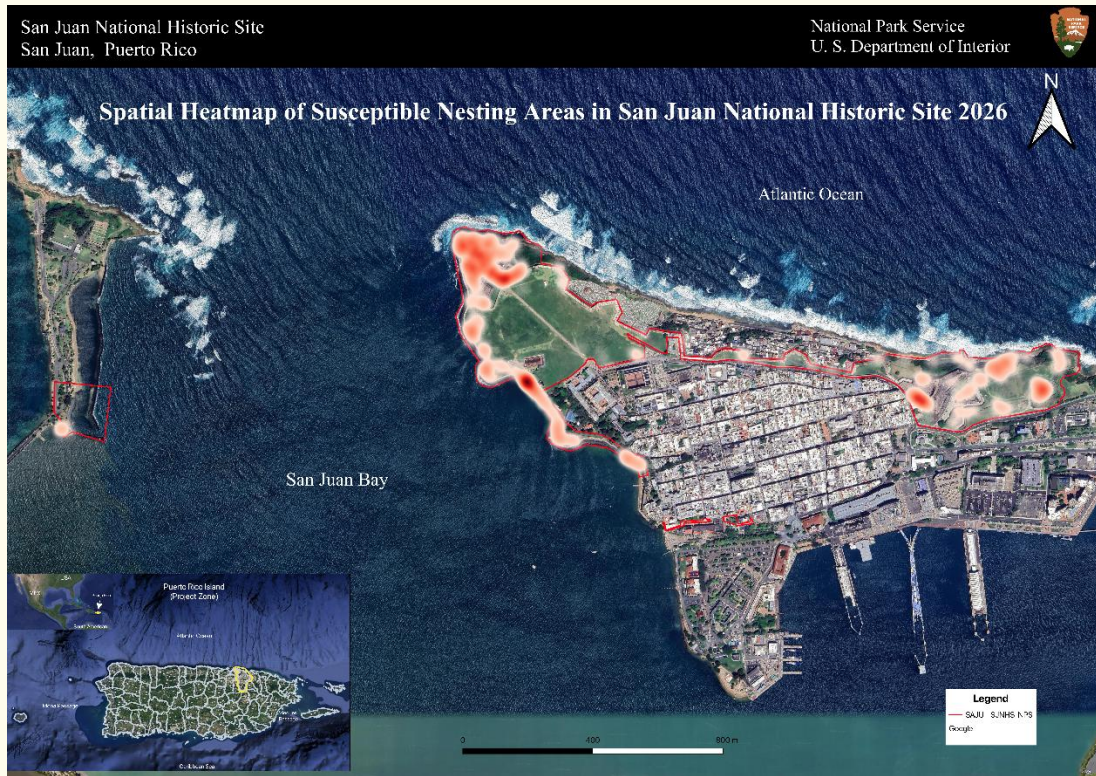
**Figura 9:** “Mapa de densidad de estructuras por zona



**Figura 10:** “Mapa de densidad de estructuras por límites del SJNHS



**Figura 11:** Mapa de calor espacial de las zonas susceptibles de anidación en el SJNHS



**Figura 12:** Mapa de calor espacial de las zonas susceptibles de anidación y nombre de la zona en SJNHS



### Observaciones de campo y notas cualitativas

Como parte del proceso de documentación en *Survey123*, se generó un conjunto sustancial de comentarios cualitativos asociados a cada registro georreferenciado de nidos, madrigueras, cavidades y estructuras potenciales utilizadas por fauna invasora, nativa, endémica o migratoria dentro del SJNHS. Estas observaciones fueron ingresadas en tiempo real por el personal técnico durante el monitoreo, y permiten contextualizar la naturaleza de cada estructura y las condiciones ambientales o estructurales circundantes. Tras revisar los comentarios recopilados, se identificaron patrones temáticos que evidencian la complejidad ecológica, arquitectónica y operativa del sitio. Una proporción considerable de las anotaciones se relaciona con los desagües, muchos de los cuales presentan características de interés ecológico, tales como entradas y salidas funcionales, conexiones internas con el parque, presencia de fauna activa (particularmente iguanas, cangrejos terrestres, gatos ferales, palomas y abejas), o condiciones de bloqueo, acumulación de sedimentos o taponamiento parcial por vegetación. Se registraron también numerosos desagües mitigados mediante el uso de tela metálica o ladrillos, lo que refleja intervenciones previas o esfuerzos de manejo orientados a limitar el acceso de especies invasoras, sin considerar la vida nativa, endémica o migratoria.

Otro conjunto importante de comentarios se vincula con huecos estructurales y cavidades ubicadas en la base o superficie de las murallas históricas, así como con grietas, erosión activa y microhábitats formados por la interacción entre el sustrato rocoso costero y la vegetación circundante, particularmente raíces de uva playera (*Coccoloba uvifera*) y acumulaciones de rocas expuestas al oleaje. En varios casos se documentó la presencia directa de iguanas utilizando cavidades como refugios diurnos, así como estructuras ubicadas en áreas actualmente sometidas a trabajos de mantenimiento, lo que enfatiza la necesidad de integrar el componente ecológico a los procesos de conservación histórica. Se registraron además observaciones relativas a nidos de aves y esto al incluir estructuras no habitadas y cavidades en muros donde podría existir uso estacional por estas especies, así como la presencia de abejas en cavidades específicas incluyendo los desagües, lo que representa un elemento relevante para la planificación de seguridad por los turistas y a su vez por el manejo de los recursos naturales. Algunas anotaciones corresponden a hallazgos no representativos o asociados a estructuras sin función ecológica aparente.

En conclusión, estas notas de campo complementan la información cuantitativa presentada en las secciones, proporcionando contexto ambiental, evidencia de actividad de fauna, indicios de riesgo estructural, y elementos clave para futuras decisiones de mitigación, mantenimiento, monitoreo y priorización espacial. Su contenido completo se conserva en el archivo digital del proyecto como un anexo técnico. Se recomienda un análisis más profundo dado a que los desagües son esenciales para el manejo y la distribución de las aguas superficiales.

## *Discusión*

El análisis espacial y cuantitativo de las estructuras potenciales de refugio y anidación en el Sitio Histórico Nacional de San Juan (SJNHS) demuestra que la inmensa mayoría de los posibles nidos o refugios identificados se encuentran en las estructuras históricas, tales como baluartes, muros, fortificaciones, desagües y cavidades artificiales, y no en el ambiente natural circundante como veredas, pastizales, microhábitats u otros recursos naturales. De las quinientas cincuenta y seis (556) estructuras documentadas en total, cuatrocientas setenta y ocho (478) corresponden a refugios “*herborage*”, sesenta y seis (66) a cuevas “*cave*” y doce (12) a madrigueras “*burrow*”. Esto significa que los refugios representan aproximadamente el ochenta y seis por ciento (86%) del total de estructuras, las cuevas el doce (12%) y las madrigueras solo el dos (2%). Además, según las observaciones de campo y las notas documentadas, prácticamente todas estas estructuras (tanto refugios, como cuevas y madrigueras) fueron localizadas dentro de elementos arquitectónicos históricos, y solo algunos madrigueras o cuevas naturales se encontraron fuera de las estructuras, lo que representa menos del cinco (5%) del total. Por lo tanto, se podría decir que más del noventa y cinco (95%) de los posibles nidos o refugios identificados están asociados directamente a las estructuras históricas del sitio, lo que subraya la dependencia casi exclusiva de la fauna local, endémica y de especies introducidas de los elementos arquitectónicos para su ocupación (National Park Service, 2013). Este monitoreo de nidos reveló datos que al comparar con el estimado poblacional podremos dar con posibles efectos a nivel poblacional en poblaciones en peligro o amenaza, proporcionando objetivos para la acción (Massaro et al., 2013).

Esta situación es especialmente relevante al considerar la coexistencia y competencia entre especies nativas, endémicas y especies introducidas o invasivas, ya que la concentración de refugios en las estructuras históricas implica que cualquier acción de manejo, control o restricción de acceso puede tener impactos directos o indirectos tanto en la fauna local como en la conservación del patrimonio cultural. Desde la perspectiva de la gestión y la política institucional del Departamento de Interior – National Park Service, la presencia y uso intensivo de las estructuras históricas por fauna, especialmente por especies introducidas, representa una amenaza significativa para la integridad física de los recursos culturales. El documento fundacional del SJNHS (2013) establece que la misión fundamental del parque es preservar sin menoscabo los recursos naturales y culturales para el disfrute de las generaciones presentes y futuras, y que la protección de las fortificaciones, murallas y valores asociados es prioritaria para la gestión (NPS, 2013). Las políticas de manejo del NPS refuerzan que cualquier uso o actividad que cause deterioro (“*impairment*”) o impactos inaceptables (“*unacceptable impacts*”) sobre los valores y recursos del parque debe ser evitado o mitigado, y que la conservación debe prevalecer sobre el uso cuando exista conflicto (NPS, 2006). La identificación de madrigueras y cuevas naturales es mínima, lo que indica que la fauna, incluyendo especies nativas, endémicas y especies introducidas, depende casi exclusivamente de las estructuras históricas para refugio y anidación. Esto es preocupante, ya que la excavación, el uso intensivo o la alteración de estos elementos por parte de fauna puede acelerar procesos de erosión, colapso y deterioro estructural, en contradicción directa con las políticas de manejo y conservación de los Servicios de Parques Nacionales (NPS, 2013; NPS, 2006). El marco normativo del NPS es explícito en cuanto a la gestión de especies exóticas o invasivas. Y establece que no se permitirá que especies exóticas desplacen a las especies nativas si se puede prevenir, y que todas las especies exóticas que no sean necesarias para un propósito identificado del parque serán gestionadas, hasta la erradicación, si interfieren con procesos naturales, la perpetuación de características naturales, especies nativas o hábitats naturales, o dañan recursos culturales (NPS, 2006). Además, la política exige la implementación de planes de manejo integrados para plagas y especies no nativas, priorizando aquellas que puedan causar daños sustanciales a los recursos del parque. La situación actual, donde la mayoría de los refugios y nidos potenciales están en las estructuras históricas y no en el ambiente natural, plantea un reto de manejo que requiere equilibrio entre la protección del patrimonio, la conservación de la biodiversidad y la introducción de la comunidad en general. Cualquier intervención debe estar alineada con los principios de no menoscabo, uso apropiado y prevención de impactos inaceptables, tal como lo establecen los documentos fundacionales y las políticas de manejo del NPS (NPS, 2013; NPS, 2006). Los programas de especies invasoras, nativas, endémicas y de recursos naturales a escala de Parque; y las herramientas de planificación dependen de datos de distribución y abundancia para establecer objetivos de control alcanzables en áreas protegidas con este enfoque se contribuye al manejo y recopilación de datos (Ramírez-Cruz & Ortega-Álvarez, 2021).

Cabe añadir que la tasa de ocupación activa fue del quince punto seis por ciento (15.6%), [ochenta y siete de quinientos cincuenta y seis (87 de 556)], pero con una variabilidad significativa entre zonas: en Fuerte el Abanico, el cuarenta y ocho punto uno por ciento (48.1%) de las estructuras estaban ocupadas, mientras que, en el Castillo San Felipe del Morro, con la mayor abundancia de estructuras, la ocupación fue de solo dieciocho punto nueve por ciento (18.9%). Este

desacoplamiento evidencia que la intensidad de uso no se explica únicamente por la abundancia de estructuras; otros factores, como la cercanía a vegetación, exposición a erosión, microclima y tránsito humano, deben explorarse con mayor detalle en análisis multivariados y geoespaciales (NPS, 2013). Además, esta información es muy importante a la hora de establecer las estrategias del manejo de la especie por prioridad de zonas. El análisis de Pareto indica que aproximadamente el treinta por ciento (30%) de las zonas concentran más del setenta por ciento (70%) de las estructuras, lo que respalda la factibilidad de una intervención escalonada, comenzando por las áreas críticas, como lo fue la zona del Abanico, que ya fue mitigada. La gráfica de barras apiladas confirma que la distribución de microhábitats dentro del SJNHS es altamente desigual entre las zonas monitoreadas. En conjunto, los resultados en la prueba de run sugieren que no existen patrones sistemáticos evidentes en la disposición de los nidos y refugios, lo que respalda la necesidad de observaciones para análisis de comportamiento de la especie invasiva de interés, como las iguanas verdes. De igual forma, se mencionó que la secuencia de ubicaciones de nidos, refugios y madrigueras no presenta un patrón estadísticamente significativo, con un valor  $p = 0.094$ . Esto sugiere que los sitios monitoreados se distribuyen de manera esencialmente aleatoria dentro del área de estudio hay más observaciones por debajo de la mediana [cuarenta y seis versus veintiuno (46 vs 21)]. Cabe añadir que no se generó un patrón sistemático que afecte la aleatoriedad de los datos.

La mayoría de las estructuras se concentran de forma marcada en unas pocas áreas específicas. Este patrón sugiere que esta zona ofrece condiciones ideales para la formación o uso de refugios, ya sea por especies invasoras como la iguana verde o por fauna nativa que pudiera utilizar cavidades similares. En contraste, la mayoría de las demás zonas presentan conteos muy bajos o incluso nulos, indicando que no todas las áreas del parque proveen las mismas oportunidades o características idóneas para la ocupación por parte de la fauna.

Esta estrategia optimiza el uso de recursos y reduce el riesgo sobre el patrimonio histórico y la biodiversidad local (NPS, 2013). La evidencia científica subraya que las estrategias de detección temprana, respuesta rápida y manejo adaptativo, integradas a la comunidad y a equipos multidisciplinarios, mejoran la eficacia en el control de especies introducidas en áreas sensibles (Beaury et al., 2019; Richardson et al., 2020; Ditomaso et al., 2017). La articulación de este plan con los marcos de la NEPA y las políticas del NPS permite cumplir con estándares de legalidad y bioética, consolidando un proceso transparente y basado en evidencia (NPS, 2006; NPS, 2015). Desde una perspectiva ecológica, la superposición de nichos es crítica: más del noventa y cinco por ciento (95%) de las estructuras documentadas en zonas históricas presentan condiciones idóneas tanto para especies introducidas como para fauna nativa y endémica. Esto incrementa el riesgo de competencia y desplazamiento, especialmente en áreas donde la presión de especies introducidas es alta y la capacidad de respuesta de las especies locales es limitada. La literatura reciente documenta que especies introducidas pueden desplazar a especies nativas como cangrejos y aves, alterando la estructura y función de las comunidades (Burgos et al., 2016; De Jesús Villanueva et al., 2021). El uso inadecuado o la restricción excesiva de acceso a microhábitats, como la instalación de barreras físicas o la eliminación indiscriminada de refugios, puede tener consecuencias negativas para la fauna local. Limitar el acceso a cavidades y desagües sin

considerar la estacionalidad y los ciclos de vida de especies nativas y endémicas podría reducir la disponibilidad de hábitats críticos y afectar la resiliencia ecológica del sistema (NPS, 2013).

Es imperativo que la gestión adaptativa y basada en evidencia es esencial para minimizar los impactos negativos sobre la biodiversidad y el patrimonio histórico. La integración de datos cuantitativos, como los porcentajes de ocupación y abundancia, junto con la evaluación cualitativa de los riesgos, permitirá tomar decisiones informadas y sostenibles para la conservación del SJNHS (NPS, 2013; NPS, 2006). Los conteos sistemáticos e identificación espacial de los sitios de anidación permitieron ubicar y observar que tipos de nido representan el mayor riesgo para la conservación y, por lo tanto, priorizar las intervenciones de manejo con especies protegidas como ESA. De igual forma, el monitoreo ha evidenciado métodos para analizar pérdidas, identificar agentes causales y vincular patrones de amenaza con características del hábitat, movilidad y periodos de tiempo.

## CONCLUSIÓN

Los recursos naturales y culturales son impactadas directa o indirectamente por especies invasoras que anidan pueden reducir directamente el éxito reproductivo de las especies nativas y endémicas mediante depredación, usurpación de nidos, competencia y pueden generar interacciones bióticas novedosas que alteran las comunidades locales. En nuestros recursos o infraestructura históricos existen pocos estudios e información de como estos pueden ser espacios para que especies nativas y endémicas se refugien y usen como hábitat. Sin embargo, estudios mencionan que existen especies invasoras que han atacado directamente a depredadores invasores como los roedores (ratas) depredando crías de aves marinas críticamente amenazadas, mostrando la clara vulnerabilidad de los nidos frente a invasores no aviarios (Tapia-Jaramillo et al., 2025). De igual forma, los anidadores invasores como la iguana verde pueden afectar a las aves ya que pueden ocupar cavidades y obligar a las especies nativas a habitar lugares subóptimos o de menor calidad (Grarock et al., 2013; Mori et al., 2017). Algunos constructores de nidos invasores (periquitos monje) crean nidos comunales utilizados por muchas especies ocupantes, lo que puede aumentar la riqueza local pero también facilitar la presencia de otras especies no nativas y la transmisión de enfermedades (Hernández-Brito et al., 2021).

Este informe del Inventario de Nidos del Programa de Vida Silvestre estableció una línea base georreferenciada integral de estructuras de anidación, refugio y madrigueras en el SJNHS, proporcionando información crítica sobre el uso del hábitat por especies nativas, endémicas, migratorias e introducidas. Los resultados evidencian una distribución espacial desigual de las estructuras, con un total de quinientos cincuenta y seis (556) microhábitats registrados, de los cuales cuatrocientos setenta y ocho (478) corresponden a madrigueras, [ochenta y seis por ciento (86%)], 66 a cuevas [doce por ciento (12%)] y doce (12) a madrigueras [dos por ciento (2%)]. Esta distribución resalta el claro predominio de estructuras (nidos) tipo refugio dentro del área de estudio, los 75 acres del NPS. Un hallazgo clave de esta investigación es la fuerte asociación entre las estructuras de anidación y la infraestructura histórica. Más del noventa y cinco por ciento (95%)

de las estructuras documentadas se localizaron dentro o directamente asociadas a elementos arquitectónicos históricos como murallas, baluartes, sistemas de drenaje y fortificaciones. Esto indica que la complejidad estructural del ambiente y geografía construido en el SJNHS desempeña un papel fundamental en la disponibilidad de hábitat. En consecuencia, tanto especies nativas como invasoras dependen en gran medida de los recursos culturales para refugio, parada en el caso de las migratorias y anidación, generando una interfaz ecológica-cultural que requiere manejo cuidadoso (NPS, 2013). Ahora bien, se logró cumplir con los objetivos establecidos para este estudio creando así la línea base georreferenciada y descriptiva de estructuras donde especies nativas, endémicas, migratorias e introducidas se alojan o utilizan la jurisdicción del SJNHS como un hábitat. De igual forma se pudo identificar y mapear las estructuras por las veinte (20) zonas oficiales del SJNHS dentro de los setenta y cinco (75) acres. Se logró estimar la abundancia y distribución por tipo de estructura, calcular la tasa de ocupación y proponer un esquema de priorización según zonas en apoyo a acciones de control, erradicación y restauración (NPS, 2025). Los resultados del *Runs Test* apoyan la suposición de que la ubicación de nidos, refugios y madrigueras en el área de estudio no es predeterminada. Esta independencia de las observaciones permite utilizar los datos en análisis estadísticos posteriores sin sesgos por agrupamiento espacial. Esto aporta al protocolo de muestreo realizado, pues refleja de manera confiable la distribución real de los sitios de interés, y proporciona una base sólida para decisiones de manejo y monitoreo continuo de las especies en el SJNHS. De igual forma, se recomienda que una vez realizado el conteo de iguanas verdes u otra especie se comprare mediante gráficas alguna afinidad que establezca la similitud de las caracterizas medioambiental o naturales entre zonas costeras a zonas más elevadas o dentro del parque (murallas).

Este análisis se vincula a la densidad de vegetación, la disponibilidad de cavidades (refugios) y aportará al análisis del periodo de reproducción de nidos por especie invasiva; mostrando así dónde y cuándo es más probable que las especies invasoras usurpen nidos, lo que permite mapas predictivos de riesgo (Grarock et al., 2013; Mori et al., 2017). Otro asunto para manejo seria la restauración vegetativa en la zona o modificar el hábitat. Esto debería incluir el aumentando la densidad de árboles, arbusto o la disponibilidad de cavidades, ayudando así a disminuir la idoneidad para algunos invasores y reducir interacciones competitivas (Grarock et al., 2013).

El análisis reportado también reveló que puede que la disponibilidad de estructuras no determina directamente su uso. Aunque la tasa general de ocupación fue de quince punto seis por ciento (15.6%) [ochenta y siete de quinientos cincuenta y seis (87 de 556 estructuras)], se observó una variabilidad significativa entre zonas. Por ejemplo, el Fuerte el Abanico presentó la tasa de ocupación más alta [cuarenta y ocho punto uno por ciento (48.1%)] a pesar de tener una menor cantidad total de estructuras y su tamaño, mientras que el Castillo San Felipe del Morro, con la mayor abundancia estructural, mostró una ocupación menor [dieciocho punto nueve por ciento (18.9%)]. Este desacoplamiento entre disponibilidad y uso sugiere que factores ambientales y antropogénicos adicionales como condiciones microclimáticas, proximidad a vegetación, disturbio humano (dado al uso turístico) y características del sustrato o textura influyen significativamente en la selección del hábitat (Beaury et al., 2019; Richardson et al., 2020). Desde una perspectiva de manejo, el análisis de Pareto demostró que aproximadamente el treinta por ciento (30%) de las

zonas monitoreadas concentran más del setenta por ciento (70%) de las estructuras totales. Este hallazgo respalda la implementación de una estrategia de manejo priorizada y escalonada enfocada en áreas de alta densidad, como el Castillo San Felipe del Morro, el Baluarte de Santa Elena y la Batería de San Fernando, este último está siendo impactado por la erosión costera, escorrentías y excavación por iguanas verde. Dado a esto y a los efectos climáticos, hoy día esta zona se encuentra en restauración bajo el proyecto “*San Fernando Cliff Stabilization*”. De alguna forma, esto aporta a la eliminación de zonas susceptibles a anidación, pero la posibilidad de que se muevan es alta por el impacto de la estabilización de la fortificación. Intervenir en estas zonas críticas permite optimizar recursos, reducir impactos sobre la infraestructura histórica y aumentar la efectividad de las acciones de control y mitigación (DiTomaso et al., 2017). La presencia de especies invasoras, particularmente la iguana verde (*Iguana iguana*), representa una preocupación significativa dentro de este sistema. El uso de cavidades estructurales, madrigueras y sistemas de drenaje contribuye a procesos de erosión, debilitamiento estructural y deterioro a largo plazo de los recursos históricos. De acuerdo con las políticas de manejo del NPS, se deben evitar acciones que resulten en deterioro (“*impairment*”) o impactos inaceptables, y las especies invasoras que amenacen los recursos naturales o culturales deben ser manejadas activamente o erradicadas cuando sea posible (NPS, 2006; NPS, 2013). Por lo tanto, la alta concentración de estructuras manejadas dentro de elementos históricos incrementa tanto la competencia ecológica como el riesgo a la integridad cultural.

Ahora bien, este estudio resalta la importancia de adoptar un enfoque de manejo balanceado y bioético. Dado que estas estructuras también son utilizadas por especies nativas y endémicas, la implementación de medidas de exclusión o remoción indiscriminadas podría afectar negativamente la biodiversidad nativa y endémica de la isla de Puerto Rico. En este sentido, el manejo efectivo debe integrar consideraciones específicas por especie, dinámicas estacionales y requerimientos de hábitat, evitando consecuencias ecológicas no deseadas. Los enfoques de manejo adaptativo, respaldados por monitoreo continuo y toma de decisiones basada en datos, resultan esenciales para abordar estas interacciones complejas (Beaury et al., 2019; DiTomaso et al., 2017; Richardson et al., 2020).

Las observaciones cualitativas de campo reforzaron los hallazgos cuantitativos al documentar el rol ecológico de los sistemas de drenaje, cavidades en muros y microhábitats asociados a la vegetación. Estas estructuras no solo funcionan como refugios, sino también como puntos críticos de interacción entre especies y la infraestructura. La presencia de múltiples taxones, incluyendo reptiles, aves e invertebrados dentro de estos espacios subraya su carácter multifuncional y la necesidad de estrategias de manejo interdisciplinarias, incluyendo la academia y la comunidad en general. Recomendando que el periodo de reproducción y las características de las cavidades sea parte del análisis y el plan de acción una vez se tenga los datos necesarios para así predecir el riesgo de usurpación y programar intervenciones cuando los invasores sean más propensos a adquirir nidos (Mori et al., 2017). Esto debería ir de la mano de estudios zoonóticos cuando los constructores invasores proporcionan oportunidades de anidación a nativos, el NPS debería evaluar los beneficios frente a los riesgos antes de intervenir (Hernández-Brito et al., 2021). Sin duda alguna se debe desarrollar y aplicar métodos de control informados por investigaciones específicas para mamíferos, reptiles y otros taxones, para garantizar medidas efectivas y éticas durante largo plazo y dado a las amenazas a nivel isla (Palmer et al., 2007; Ramírez-Cruz & Ortega-Álvarez, 2021).

En conjunto, este estudio proporciona una base científica sólida para futuros esfuerzos de monitoreo, manejo y restauración en el SJNHS y debe complementarse con los programas y diversos estudios o monitoreos sobre las especies nativas, endémicas e invasivas. La integración de análisis espacial, a través de las Figuras 1 y 2, la estadística descriptiva y observaciones de campo permite una comprensión integral de la dinámica de anidación y uso del hábitat. Se sugiere el estudio de control biológico y estudiar el comportamiento ante uso de nidos ficticios para alejar a la especie de zonas sensibles o que es limitado el acceso, precisamente para mayor control de los huevos y alejarlo de los acantilados, ya que se reportó que zonas como el Castillo San Cristobal se refugian en estas zonas. Esto ayudara a reducir la presión sobre anidadores en cavidades amenazados y puede ser efectivo cuando las cajas no son utilizadas por invasores, de igual forma (Massaro et al., 2013; Grarock et al., 2013). Se recomienda implementar protocolos de monitoreo continuo de carácter anual, según la disponibilidad, con el fin de evaluar la efectividad de las medidas de control y asegurar que las acciones de manejo no comprometan la integridad ecológica ni la funcionalidad de los hábitats utilizados por especies nativas y endémicas. Se debe promover la reforestación y reducir la tala o la disminución de gramíneas, cobertura herbácea o vegetación baja en zonas sensibles a nido, la falta de vegetación (ver apéndice c) puede promover la viabilidad de nidos. Asimismo, la integración de inventarios de vegetación y de otros grupos de la fauna, como las aves, puede enriquecer el análisis ecológico y fortalecer la interpretación de los patrones observados. De igual forma, se recomienda que este informe sea considerado de manera complementaria con el reporte de conteo poblacional de iguanas verdes (*Iguana iguana*), lo que permitirá una evaluación más robusta e integral de la dinámica poblacional y su relación con la disponibilidad y uso de estructuras dentro del SJNHS. Estas acciones contribuirán a mejorar la efectividad del manejo de especies invasoras, garantizando al mismo tiempo la protección de la biodiversidad y la integridad histórica del sitio (NPS, 2006; NPS, 2013).

## REFERENCIAS

- Albers, E., et al. (2022). *Visualization formats of patient-reported outcome measures in clinical practice: A systematic review about preferences and interpretation accuracy*. Journal of Patient-Reported Outcomes, 6. <https://doi.org/10.1186/s41687-022-00424-3>
- Baru, V., E. E. (2019). *Spin partners WbJ from the line shapes of the Zb(10610) and Zb(10650)*. (24 pages) <https://arxiv.org/pdf/1901.10319>
- Bassols., N., Carlos-E., Soutto-Colón. (2020). *¿Mantener las murallas o demolerlas? Urbanismo y disputas sociales en Cartagena, Colombia y San Juan, Puerto Rico (1880–1920)*. Eure-revista Latinoamericana De Estudios Urbano Regionales, 46(137):47-64. doi:10.4067/S0250-71612020000100047
- Beaury, E. M., Finn, J. T., Corbin, J. D., Barr, V., & Bradley, B. A. (2019). *Biotic resistance to invasion is ubiquitous across ecosystems of the United States*. Ecology Letters, 22(3), 476–482.

- Beaury, E. M., Patrick, D. A., et al. (2019). *Rapid response and adaptive management improve invasive species control*. *Biological Invasions*, 21(3), 789–803.
- Beaury, E., et al. (2019). *Incorporating climate change into invasive species management: Perspectives of managers*. *Biological Invasions*, 22, 233–252.  
<https://doi.org/10.1007/s10530-019-02087-6>
- Bengsen, A., et al. (2011). *Estimation and indexing of feral cat population abundance using camera traps*. *Wildlife Research*, 38, 732–739. <https://doi.org/10.1071/WR11134>
- Bennett, K., et al. (2021). *Abundance and activity of domestic cats across a residential land-use gradient*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9.  
<https://doi.org/10.3389/fevo.2021.643845>
- Benscoter, A. M., D’Acunto, L. E., Haider, S. M., Fletcher, R. J., & Romañach, S. S. (2023). *Nest-site selection model for endangered Everglade snail kites to inform ecosystem restoration*. *Ecosphere*, 14(1), e4362. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4362>
- Bradley, B., et al. (2019). *Disentangling the abundance–impact relationship for invasive species*. *PNAS*, 116, 9919–9924. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818081116>
- Bueno, M., et al. (2023). *Ecosystem variables importance in the presence and abundance of a globally invasive fish*. *Science of the Total Environment*, 162795.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162795>
- Bujang, M. A., & Sapri, F. E. (2018). *An application of the runs test to test for randomness of observations obtained from a clinical survey in an ordered population*. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 25(4), 146–151. <https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.4.15>
- Burgos, R. J., Avilés-Rodríguez, K., & Kolbe, J. (2016). *Effects of invasive Green Iguanas (Iguana iguana) on seed germination and seed dispersal potential in southeastern Puerto Rico*. *Biological Invasions*, 18, 2775–2782.
- Commonwealth of Puerto Rico. (2011). *Ley de Bienestar Animal de Puerto Rico (Ley Núm. 208-2011)*. <https://bvirtualogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/2/0208-2011.pdf>
- Cooksey, R. (2020). *Illustrating statistical procedures: Finding meaning in quantitative data*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2537-7>
- De Groot, M., et al. (2024). *Importance of habitat context in modelling risk maps for two established invasive alien plant species*. *Plants*, 13.  
<https://doi.org/10.3390/plants13060883>
- De Jesús Villanueva, C. N., et al. (2021). *Origin of the green iguana (Iguana iguana) invasion in the Greater Caribbean Region and Fiji*. *Biological Invasions*, 28(3), 2591–2610.

- Ditomaso, J. M., et al. (2017). *Integrated management of invasive plants in natural areas*. Weed Technology, 31(2), 246-254.
- DiTomaso, J. M., et al. (2017). *Invasive plant management: Principles and practices for effective control*. Weed Science, 65(sp1), 1–14.
- Ditomaso, J., et al. (2017). *Enhancing effectiveness of biological control programs through an integrated pest management approach*. Pest Management Science, 73, 9–13.  
<https://doi.org/10.1002/ps.4347>
- Doherty, T., et al. (2017). *Impacts and management of feral cats *Felis catus* in Australia*. Mammal Review, 47, 83–97. <https://doi.org/10.1111/mam.12080>
- Dueñas, M., et al. (2021). *The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: A systematic review*. Global Ecology and Conservation, 26, e01476.  
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01476>
- Gallardo, B., et al. (2016). *Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems*. Global Change Biology, 22, 151–163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13004>
- Ghosh, B., & Singh, M. (2025). *Salvaguarda de los edificios patrimoniales: Equilibrando la conservación de los murciélagos con una gestión turística eficaz*. Ecoturismo y Desarrollo Sostenible. <https://doi.org/10.63385/etsd.v1i1.24>.
- Gómez, F. J. R.-M. (2014). *Hydrogeology of Puerto Rico and the Outlying Islands of Vieques, Culebra, and Mona*. USGS. <https://pubs.usgs.gov/sim/3296/pdf/sim3296.pdf>
- González-Cruz, J. (2004). *Analysis of upper air, ground and remote sensing data for the Atlas field campaign in San Juan, Puerto Rico*. NASA.  
<https://ntrs.nasa.gov/citations/20050215322>
- Grarock, K., Lindenmayer, D. B., Wood, J., & Tidemann, C. R. (2013). *Does human-induced habitat modification influence the impact of introduced species? A case study on cavity-nesting by the introduced common myna (*Acridotheres tristis*) and two Australian native parrots*. Environmental Management, 52(4), 958–970. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0088-7>
- Hahn G., N. D. (2019). *Statistical intervals, notstatistical significance*. Obtenido de In Detal (3 pages) <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1740-9713.2019.01298.x>
- Hernández-Brito, D., Carrete, M., Ibáñez, C., Juste, J., & Tella, J. L. (2021). *The role of monk parakeets as nest-site facilitators in their native and invaded areas*. Biology, 10(7), 683.  
<https://doi.org/10.3390/biology10070683>

- Hill, A. (2024). *Are pie charts evil?* Information Visualization, 24, 3–23.  
<https://doi.org/10.1177/14738716241259432>
- Jones, S. J., & Goldring, J. (2022). *Exploratory and descriptive statistics*. SAGE.  
<https://doi.org/10.4135/9781529682786>
- Kaoru Ishikawa (1985). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- López-Torres, A. L., Claudio-Hernández, H. J., Rodríguez-Gómez, C. A., Longo, A. V., & Joglar, R. L. (2011). *Green Iguanas (Iguana iguana) in Puerto Rico: Is it time for management?* Biological Invasions.
- Maya-Elizarrarás, E., Renton, K., De La Mora-Hernández, J., & Maya-Elizarrarás, L. (2025). *¿Un paraíso tropical para todos? La selección de los sitios de anidación cambia por un pájaro carpintero neotropical endémico asociado a asentamientos humanos*. Aplicaciones ornitológicas. <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duaf007>.
- Méndez-Lázaro, P., et al. (2015). *Extreme heat events in San Juan Puerto Rico*. Journal of Climatology and Weather Forecasting, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2332-2594.1000135>
- Moore, David S., D. S., McCabe, George P., G. P., & Craig, Bruce A., B. A. (2017). *Introduction to the practice of statistics (9th ed.)*. W. H. Freeman.
- Mori, E., Ancillotto, L., Menchetti, M., & Strubbe, D. (2017). “*The early bird catches the nest*”: Possible competition between scops owls and ring-necked parakeets. Animal Conservation, 20(5), 463–470. <https://doi.org/10.1111/acv.12334>
- Mukhiya S. K., & Ahmed, U. (2020). *Descriptive statistics. Hands-on exploratory dataanalysis with python*. Packt Publishing, Limited.
- National Park Service (NPS). (2006). *Management Policies 2006*. U.S. Department of the Interior. <https://www.nps.gov/policy/MP2006.pdf>
- National Park Service (NPS). (2013). *Foundation Document: San Juan National Historic Site, Puerto Rico*. U.S. Department of the Interior.  
[https://www.nps.gov/saju/learn/management/upload/SAJU\\_Foundation\\_Document.pdf](https://www.nps.gov/saju/learn/management/upload/SAJU_Foundation_Document.pdf)
- National Park Service (NPS). (2015). *NPS NEPA Handbook*.  
[https://www.nps.gov/subjects/nepa/upload/NPS\\_NEPAHandbook\\_Final\\_508.pdf](https://www.nps.gov/subjects/nepa/upload/NPS_NEPAHandbook_Final_508.pdf)
- National Park Service (NPS). (2020). *San Juan National Historic Site (SAJU) – Español*.  
<https://www.nps.gov/saju/espanol/index.htm>

- National Park Service (NPS). (2025). *Management of the Green Iguana in San Juan National Historic Site (Vol. I). San Juan, PR.*
- Naveira, M., & Sepúlveda, A. (2025). *Pre-Implementation Monitoring Assessment: Free-Ranging Cats at Paseo del Morro – SAJU. National Park Service, San Juan, PR.*
- NEPA. (1969/2025). *National Environmental Policy Act. U.S. Government Publishing Office.*  
<https://www.govinfo.gov>
- NOAA. (2022). *Resúmenes de Clima Estatal 2022 – Puerto Rico y USVI.*  
<https://statesummaries.ncics.org>
- Palmer, G. H., Koprowski, J. L., & Pernas, T. (2007). *Tree squirrels as invasive species: Conservation and management implications.*
- Ramírez-Cruz, G., & Ortega-Álvarez, R. (2021). *Identifying management guidelines to control the invasive house sparrow (Passer domesticus) within natural protected areas.* Biological Invasions. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02616-2>
- Richardson, D. M., et al. (2020). *Adaptive management of biological invasions in protected areas.* Conservation Biology, 34(3), 561-570.
- Richardson, D. M., et al. (2020). *Naturalization and invasion of alien species: Concepts and definitions.* Diversity and Distributions, 26(6), 701–715.
- Saket, B., Endert, A., & Demiralp, Ç. (2017). *Task-based effectiveness of basic visualizations.* IEEE TVCG, 25, 2505–2512. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2829750>
- San Juan Bay Estuary Program (SJBEP)(2025). *¿Qué es un estuario?.* <https://estuario.org/que-es-un-estuario>
- Savidge, J., Kastner, M., Pollock, H., & Seibert, T. (2022). *La selección de los sitios de anidación y la biología reproductiva del estornino micronesio (Aplonis opaca), localmente en peligro de extinción, informan su recuperación en Guam.* Conservación y ecología de aves. <https://doi.org/10.5751/ace-02106-170118>.
- Schmuck, D. (2017). *Visual presentation of data.* International Encyclopedia of Communication Research Methods. <https://doi.org/10.1002/9781118901731.iecrm0264>
- Tapia-Jaramillo, I., et al. (2025). *First recorded evidence of invasive rodent predation on a critically endangered Galápagos petrel (Pterodroma phaeopygia) nestling in the Galápagos Islands.* Birds, 6(3), 33. <https://doi.org/10.3390/birds6030033>

U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). (2023). *Mitigation Policy* (Appendix 1, 501 FW 2). <https://www.fws.gov>

Wang, C., & Wan, J. (2021). *Functional trait perspective on suitable habitat distribution of invasive plant species*. Perspectives in Ecology and Conservation. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.07.002>

Williams, D., et al. (2024). *Predictor importance in habitat suitability models for invasive terrestrial plants*. Diversity and Distributions, 30. <https://doi.org/10.1111/ddi.13906>

Xiong, C., et al. (2021). *Visual arrangements of bar charts influence comparisons in viewer takeaways*. IEEE TVCG, 1–11. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114823>

**Note on using artificial intelligence:** I used Microsoft Copilot, Consensus and Grammarly to help indicate purpose, such as brainstorming, reviewing grammar, translations, creating; charts, graphics and organizing content. I have taken the utmost care in revising, correcting, and expanding on the material to accurately represent my own analysis, critical thinking, and understanding of the topic. I can confirm that this tool was used responsibly and in accordance with academic integrity standards.

## APÉNDICE

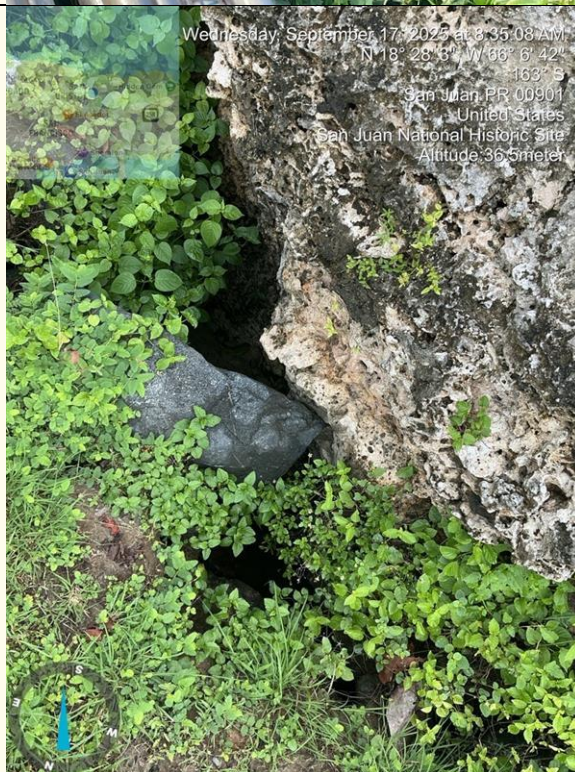
### *Apéndice A: Galería fotográfica*

| Descripción                                                      | Imagen                                                                               |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Paloma común observada en desagüe ubicado en el Paseo del Morro. |  |

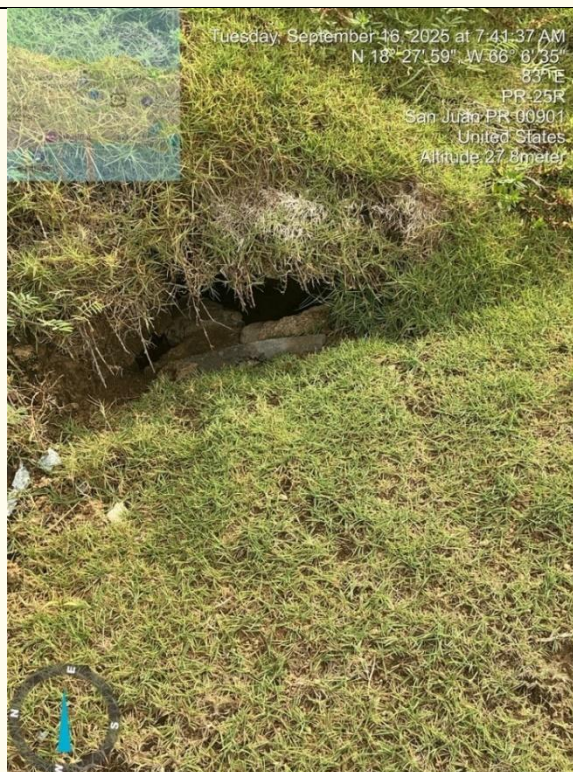
Múcaro real (*Asio flammeus*) encontrado en las defensas exteriores del Castillo San Cristóbal.



Cueva observada en el Baluarte de Santa Elena, esto fue causado por erosión.



Cueva observada en la Contraguardía la Trinidad.



Cueva observada en La Batería de San Fernando, esto fue causado por erosión.



Madriguera observada en la Batería de San Fernando, este se compone por vegetación y se puede observar que es utilizado por un gato.



***Apéndice B: Galería fotográfica de estructuras por zona del parque***

| Zone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Image                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nidos encontrados en las zonas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baluarte de Santo Tomás</li> <li>• Baluarte de San Sebastián</li> <li>• Castillo San Cristóbal</li> <li>• Contraguadía La Trinidad</li> <li>• Revellín de San Carlos</li> <li>• Batería de Santa Teresa</li> <li>• Fuerte La Princesa</li> <li>• Fuerte El Abanico</li> </ul> |  |

---

Nidos encontrados en las zonas:

- La Puerta de San Juan
- Baluarte de San Agustín
- Baluarte de Santa Elena
- Batería de San Fernando
- Castillo de San Felipe del Morro
- Baluarte de San Antonio
- Baluarte de Santa Rosa
- Baluarte de Santo Domingo
- Baluarte de las Ánimas
- Baluarte de Santo Tomás



---

Nidos encontrados en las zonas:

- Fortín San Juan de la Cruz (El Cañuelo)



---

*Apéndice C: Zona Susceptible a nidos por remoción de vegetación.*



## **Author Contributions**

M. Naveira served as the lead researcher and primary author of this investigation and report. He conducted all aspects of the research and developed the theoretical framework. He carried out the literature review and synthesized existing research. In addition, she designed and implemented the methodology and performed all data analyses presented. He led the discussion on the findings and research interventions. As the principal author, she wrote the main sections of the report.

A. Sepúlveda's roles focused on data collection, editing, providing information, translation, and grammatical review. In addition, she contributed to identifying potential management approaches and served as co-author of the manuscript for subsequent reporting.

## **Conflict Of Interest**

The authors declare that they have no known conflicts of interest regarding the publication of this report, which pertains to the San Juan National Historic Site (SAJU), National Park Service (NPS). Furthermore, the authors have been fully aware of ethical issues, including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and/or falsification, duplicate publication and/or submission, and redundancy. The author declares no potential conflicts of interest regarding the publication of this work. In addition, the authors have been fully aware of ethical issues, including plagiarism, data fabrication and falsification, duplicate publication and/or submission, and redundancy. Moreover, all standards and requirements established by the U.S. Department of the Interior have been met.

## For Official Use Statement



This document contains information exempt from mandatory disclosure under the FOIA. For Official Use Only. FOUO information should be handled in a manner that provides reasonable assurance that unauthorized persons do not gain access. During working hours, reasonable steps should be taken to minimize risk of access by unauthorized personnel. After working hours, FOUO may be stored as a minimum in unlocked containers, desks, or cabinets if government or government-contract building security is provided. If government or government-contract building security is not provided, it must be stored at a minimum in a locked desk, file cabinet, bookcase, locked room, or similar place. FOUO documents and material may be transmitted via first class mail, parcel post, or -- for bulk shipments -- fourth class mail. Electronic transmission of FOUO information, e.g., voice, data or facsimile, and e-mail, shall be approved by secure communications systems or systems utilizing other protective measures such as Public Key Infrastructure (PKI), whenever practical. FOUO information may be put on an Internet web site only if access to the site is limited to a specific target audience and the information is encrypted. Unclassified documents and material containing FOUO information shall be marked as follows: Documents will be marked FOR OFFICIAL USE ONLY at the bottom of the front cover (if there is one), the title page (if there is one), the first page, and the outside of the back cover (if there is one). Pages of the document that contain FOUO information shall be marked FOR OFFICIAL USE ONLY at the bottom. Each paragraph containing FOUO information shall be marked with the abbreviation FOUO in parentheses at the beginning of the FOUO portion.

Subjects, titles, and each section or part of a document shall be similarly marked. Material other than paper documents (for example, slides, computer media, films, etc.) shall bear markings which alert the holder or viewer that the material contains FOUO information. FOUO documents and material transmitted outside the National Park Service must bear an expanded marking on the face of the document so that non-NPS holders understand the status of the information. FOUO information may be disseminated within NPS components and between officials of the NPS components and NPS contractors, consultants, and grantees as necessary in the conduct of official business. FOUO information may also be released to officials in other departments and agencies of the executive and judicial branches as needed for a lawful and authorized government purpose. Special procedures govern the release of FOUO information to Congress and the General Accounting Office (GAO). Special procedures are also required before NGA Limited Distribution information may be provided to any foreign government. The final responsibility for determining whether an individual has a valid need for access to information designated FOUO rests with the individual who has authorized possession, knowledge or control of the information and not on the prospective recipient. Administrative penalties may be imposed for misuse of FOUO information. Criminal penalties may be imposed depending on the actual content of the information (privacy, export control, etc.).

## Copyright & Restrictions



Government information contained in this National Park Service document is generally in the public domain. Public domain information may be freely distributed and copied, but any subsequent use is requested to give proper credit to the National Park Service information. When using this National Park Service document, you may encounter references, illustrations, photographs, or other information resources contributed or authorized by private individuals, companies, or organizations that may be protected by U.S. and foreign copyright laws. Transmission or reproduction of protected items beyond what is permitted by fair use as defined under copyright law requires written permission from the copyright owners. Please note that you are responsible for determining whether your use is fair and for responding to any claims that may arise from your use.

Figures in this document are in the public domain and may be used without permission. If you use images from our website, we ask that you credit the "National Park Service" as the source. Please note that some images on our site may have been obtained from other organizations. Permission to use these images must be obtained directly from those organizations. Please contact the host park or program to determine who owns the material.

NPS websites or document with link to many other websites. Once you access another site through a link we provide, you will be subject to the copyright and licensing restrictions of the new site.

### Public Distribution (Terms of Use)

The National Park Service shall not be held liable for improper or incorrect use of the data described and/or contained herein. These data and related graphics (i.e. GIF or JPG format files) are not legal documents and are not intended to be used as such. The information contained in these data is dynamic and may change over time. The data are not better than the original sources from which they were derived. It is the responsibility of the data user to use the data appropriately and consistent within the limitations of geospatial data in general and these data in particular. The related graphics are intended to aid the data user in acquiring relevant data; it is not appropriate to use the related graphics as data. The National Park Service gives no warranty, expressed or implied, as to the accuracy, reliability, or completeness of these data. It is strongly recommended that these data are directly acquired from an NPS server and not indirectly through other sources which may have changed the data in some way. Although these data have been processed successfully on computer systems at the National Park Service, no warranty expressed or implied is made regarding the utility of the data on other systems for general or scientific purposes, nor shall the act of distribution constitute any such warranty. This disclaimer applies both to individual use of the data and aggregate use with other data.

### For more information

SAJU Superintendent  
To the attention of: Green Iguana Management Plan  
501 Norzagaray Street  
San Juan, PR. 00901  
Email: [saju\\_superintendent@nps.gov](mailto:saju_superintendent@nps.gov)

US Department of Interior  
National Park Service WASO SAJU San Juan, P.R.



**USDOI - National Park Service (NPS)**

The National Park Service preserves unimpaired the natural and cultural resources and values of the national park system for the enjoyment, education, and inspiration of this and future generations. The National Park Service cooperates with partners to extend the benefits of natural and cultural resource conservation and outdoor recreation throughout this country and the world.

**San Juan National Historic Site (SAJU)**

Representing 500 years of history and the importance of the island's strategic location in the Caribbean, San Juan National Historic Site preserves, protects, and interprets the oldest and largest Spanish fortification system in the United States.

San Juan National Historic Site NPS  
Street Norzagaray 501  
San Juan, P.R. 00901  
Email: [saju\\_superintendent@nps.gov](mailto:saju_superintendent@nps.gov)

The Department of the Interior protects and manages the nation's natural resources and cultural heritage; provides scientific and other information about those resources; and honors its special responsibilities to American Indians, Alaska Natives, and affiliated Island Communities.

December 2025

---

**Wildlife Program – Cultural Resources Program**

**San Juan National Historic Site NPS**

**Street Norzagaray 501**

**San Juan, P.R. 00901**

[www.nps.gov](http://www.nps.gov)

[www.nps.gov/saju/index.htm](http://www.nps.gov/saju/index.htm)



Photography by M. Naveira. San Felipe del Morro Castle and Cat, 2025.

**EXPERIENCE YOUR AMERICA™**