



**Federal Aviation
Administration**

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

julio 2026

Número de identificación: EAXX-021-12-000-1781778641

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

AGENCIAS: Administración Federal de Aviación (FAA), agencia federal principal; el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos (USCG) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), agencias cooperantes.

Este borrador de evaluación ambiental escalonada (EA) se preparó de conformidad con la Orden 1050.1G de la FAA, los procedimientos de implementación de la Ley de Política Ambiental Nacional de la FAA (30 de junio de 2025) y la Orden 5610.1D del Departamento de Transporte (DOT), Procedimientos del DOT para considerar los impactos ambientales (1 de julio de 2025), para cumplir con las obligaciones de la agencia en virtud de la sección 102(2)(C) de la Ley de Política Ambiental Nacional de 1969 (NEPA), Título 42 del Código de los Estados Unidos [U.S.C.] §§ 4321-4336, en su forma enmendada.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE, ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN: La FAA está evaluando la propuesta de Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) para las operaciones de contingencia de reingreso de Starship en el Océano Pacífico, así como el cierre del espacio aéreo para una trayectoria adicional de reingreso de Starship para aterrizar en Starbase en Texas. SpaceX debe obtener una modificación de su licencia de operador de vehículos actual de la FAA para analizar las nuevas operaciones de reingreso a la trayectoria de Starship. La emisión de un permiso o licencia se considera una acción federal importante sujeta a revisión ambiental en virtud de la NEPA. La emisión por parte de la FAA de cierres temporales del espacio aéreo en apoyo de las operaciones de reingreso autorizadas también se considera una importante medida federal sujeta a revisión ambiental en virtud de la NEPA. Esta EA Escalonada evalúa los posibles impactos ambientales de las actividades asociadas con la acción federal de modificar la licencia de operador de vehículos de SpaceX (consulte la Sección 2.0 para obtener una descripción más detallada). La finalización del proceso de revisión ambiental no garantiza que la FAA emita una modificación de licencia a SpaceX para la acción propuesta. La solicitud de licencia de SpaceX también debe cumplir con los requisitos de seguridad, riesgo y responsabilidad financiera de la FAA, de conformidad con el Título 14, Capítulo III, del Código de Regulaciones Federales.

PROCESO DE REVISIÓN PÚBLICA: La FAA está iniciando un período de revisión y comentarios públicos sobre el borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada. Los comentarios públicos se pueden enviar electrónicamente a www.regulations.gov con el número de expediente. FAA-2026-6968, o por correo postal a la Sra. Amy Hanson, FAA Environmental Protection Specialist, c/o ICF, 1902 Reston Metro Plaza, VA 20190. El período de comentarios públicos sobre el borrador de la EA Escalonada se cerrará el 27 de julio de 2026.

INFORMACIÓN DE CONTACTO: Las preguntas relacionadas con la EA Escalonada pueden dirigirse a Environmental Program – Operational Support Branch, ASA-140, Federal Aviation Administration, 1200 New Jersey Ave., SE, Washington, DC 20590; dirección de correo electrónico del proyecto: SpaceXBocaChica@icf.com.

Esta página se dejó en blanco intencionadamente

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Funciones de las agencias federales.....	3
1.2.1. Administración Federal de Aviación	3
1.2.2. Agencias cooperantes.....	3
1.3. Objetivo y necesidad	4
1.4. Documentos incorporados por referencia	5
1.5. Otras licencias, permisos y aprobaciones.....	7
2. Descripción de la acción propuesta y las alternativas	8
2.1. Acción propuesta.....	8
2.1.1. Lugares de aterrizaje de contingencia propuestos.....	9
2.1.2. Coordinación y cierres del espacio aéreo	16
2.1.3. Evaluación del Sistema Nacional de Espacio Aéreo (NAS) del Área de Aterrizaje de Contingencia del Pacífico Norte.....	16
2.1.4. Cierres marítimos.....	20
2.2. Sin alternativa de acción.....	21
3. Medio ambiente afectado y consecuencias ambientales	21
3.1. Ruido y uso de la tierra compatible con ruido	22
3.1.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	22
3.1.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	22
3.1.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	22
3.2. Emisiones de la aviación y calidad del aire.....	23
3.2.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	23
3.2.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	23
3.2.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	23
3.3. Materiales peligrosos, residuos sólidos y prevención de la contaminación	24
3.3.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	24
3.3.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	24
3.3.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	24
3.4. Socioeconomía.....	25
3.4.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	25
3.4.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	25
3.4.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	25
3.5. Recursos biológicos	26
3.5.1. Impactos biológicos terrestres.....	26
3.5.2. Impactos biológicos marinos	27
3.6. Sección 4 (f) y Sección 6 (f) de la Ley del Departamento de Transporte.....	42
3.6.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	42
3.6.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	43
3.6.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	43
3.7. Artículo 106 de la Ley Nacional de Preservación Histórica (NHPA).....	44

3.7.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central	44
3.7.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste	44
3.7.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte	45
4. Conclusión	45
5. Lista de preparadores, evaluadores independientes y agencias y personas consultadas	46
5.1. Lista de preparadores	46
5.2. Lista de evaluadores independientes	46
5.3. Lista de agencias y personas consultadas	46
6. Literatura citada	47

Apéndices

APÉNDICE A OPINIÓN DE CONFERENCIA Y OPINIÓN BIOLÓGICA REINICIADAS DEL NMFS

APÉNDICE B OPINIÓN BIOLÓGICA REINICIADA DEL USFWS

APÉNDICE C CARTA DE CONCURRENCIA DEL NMFS CONFORME A LA MMPA

APÉNDICE D EVALUACIÓN ESENCIAL DEL HÁBITAT DE LOS PECES PARA LAS OPERACIONES DE
REINGRESO DE STARSHIP DE SPACEX

APÉNDICE E ADENDA DEL PACÍFICO SURESTE A LA CBO 2025B DEL NMFS

Figuras

Figura 2.1 - 1. Área de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central y área de aterrizaje de contingencia previamente aprobada.....	10
Figura Área de aterrizaje de contingencia propuesta por el 2.1 - 2 sureste y área de aterrizaje previamente aprobada	12
Figura 2.1 - 3. Trayectoria teórica para el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte y el aterrizaje de Starship en Starbase TX	15
Figura 2.1 - 4. Reingreso teórico de Starship (AHA).....	18
Figura Mapa de medidas de mitigación y evitación del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico 3.5 - 1 Norte.....	38
Figura 3.5 - 2. Áreas de aterrizaje de contingencia propuestas en el Pacífico Norte y Hawái y el Pacífico Central	41

Tablas

Tabla 1.4 - 1. Documentos incorporados por referencia	5
Tabla 2.1 - 1. Posibles aeronaves comerciales afectadas por el AHA teórico correspondiente a la trayectoria adicional de reentrada y aterrizaje de Starship hacia el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en Starbase, TX	19
Tabla 3.5 - 1. Especies en peligro de extinción y estado en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte.....	29

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Tabla 3.5 - 2. Se espera que las especies de mamíferos marinos se encuentren en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico norte	39
Tabla 3.5 - 3. Posibles impactos de las operaciones de reingreso en el hábitat esencial de los peces y en las áreas de hábitat de especial preocupación dentro del área de estudio	42

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AHA	Área de Riesgo para Aeronaves	NAS	Sistema Nacional de Espacio Aéreo
BA	Evaluación Biológica	NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
BCO	Opinión de Conferencia Biológica	NE	Noreste
BMP	Mejores Prácticas de Gestión	NEPA	Ley Nacional de Política Ambiental
CBO	Opinión de Conferencia y Opinión Biológica	NHPA	Ley Nacional de Preservación Histórica
CFR	Código de Regulaciones Federales	NM	Milla(s) Náutica(s)
COMDTINST	Instrucción del Comandante	NMFS	Servicio Nacional de Pesca Marina
COPVs	Recipientes a Presión con Revestimiento Compuesto Enrollado	NOTAM	Aviso a los Aviadores
dB	Decibel(es)	NOTMAR	Aviso a los Navegantes
DOT	Departamento de Transporte	NR	Registro nacional
DOW	Departamento de Guerra		
DPS	Segmento de Población Distinto	NWR	Refugio Nacional de Vida Silvestre
EA	Evaluación Ambiental	PBFs	características físicas y biológicas
EEZ	Zona Económica Exclusiva	PEA	Evaluación Ambiental Programática
EFH	Hábitat Esencial para Peces	psf	Libras por pie cuadrado
EIS	Declaración de Impacto Ambiental	RNA	Áreas de Navegación Regulada
ESA	Ley de Especies en Peligro	ROD	Registro de Decisiones
ESU	Unidad Evolutivamente Significativa	RTLS	Regresar al Sitio de Lanzamiento
E.O.	Orden Ejecutiva	SE	Sureste
FAA	Federal Aviation Administration	SEL	nivel de exposición al sonido
FONSI	Determinación de No Impacto Significativo	SHA	Área de Riesgo de Seguridad
ft	Pie o pies	SpaceX	Corporación de Tecnologías de Exploración Espacial
GA	Aviación General		
GOA	Golfo de Alaska	SPL	Nivel de Presión Acústica
HAPC	Áreas de Hábitat de Especial Preocupación	TL	Pérdida de Transmisión
IHA	Autorización de Acoso Incidental	TX	Texas
iPaC	Información para la planificación y Consulta	U.S.	Estados Unidos
		U.S.C.	Código de los Estados Unidos
kHz	kilohercio	USCG	Guardia Costera de los Estados Unidos
km	kilómetro(s)	USFWS	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos
LAA	Áreas de Acceso Limitado	WR	Reevaluación escrita
LOC	Carta de Concurrencia	VLA	Área de lanzamiento vertical
LOI	Carta de intención		
LOX	Oxígeno líquido		
m	Metro(s)		
MBTA	Ley del Tratado sobre Aves Migratorias		
mi	Milla(s)		
MMPA	Ley de Protección de los Mamíferos Marinos		
MSFCMA	Ley Magnuson-Stevens de Conservación y Ordenación Pesquera		
MT	Toneladas Métricas		
n/a	No aplicable		

Esta página se dejó en blanco intencionadamente

1. INTRODUCCIÓN

Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) busca obtener una modificación de su licencia de operador de vehículos actual de la Administración Federal de Aviación (FAA) para tener en cuenta las operaciones de contingencia de reingreso de Starship en el Océano Pacífico, así como una trayectoria adicional de reingreso de Starship para su aterrizaje en el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en Starbase, Texas (TX). SpaceX debe obtener una modificación de licencia de la FAA para aterrizar el vehículo Starship en la cuenca del Pacífico Norte (al sur de las Islas Aleutianas), así como información sobre el cierre del espacio aéreo para una trayectoria adicional, que incluye aterrizar en el sitio de lanzamiento de Boca Chica en Starbase, TX. SpaceX también tiene la intención de ampliar las áreas de aterrizaje previamente evaluadas en Hawái y la cuenca del Pacífico Central (al suroeste de las islas hawaianas) y el sudeste (SE) del Pacífico (frente a la costa de Chile) como lugares adicionales de aterrizaje de emergencia para Starship.

La emisión de una modificación de la licencia se considera una acción federal importante en virtud de la Ley de Política Ambiental Nacional de 1969, en su forma enmendada (NEPA; 42 Código de los Estados Unidos [U.S.C.] 4321, et seq.) y requiere una revisión ambiental. Este borrador de evaluación ambiental escalonada (EA) evalúa los posibles impactos ambientales de las actividades asociadas con la Acción Federal de emitir una modificación de licencia ¹ a SpaceX. Consulte la sección 2.1 para obtener una descripción más detallada. Este borrador de la EA escalonada también evalúa los posibles impactos ambientales asociados con la aprobación por parte de la FAA de los cierres de espacio aéreo relacionados.

Este borrador de la EA escalonada se preparó de acuerdo con la NEPA; la Orden 5610.1D *del DOT, los procedimientos del DOT para considerar los impactos ambientales; y la Orden 1050.1G de la FAA, los procedimientos de implementación de la Ley de Política Ambiental Nacional de la FAA*. La FAA es la agencia principal encargada de la preparación y coordinación de la Evaluación Ambiental Escalonada; el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos (USCG) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) son agencias cooperantes.

El medio ambiente afectado y los impactos ambientales de las operaciones Starship-Super Heavy en el sitio de lanzamiento de Boca Chica se analizaron por primera vez en la evaluación ambiental programática final de 2022 para el programa de vehículos de lanzamiento Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas (PEA 2022; FAA 2022). El 13 de junio de 2022, la FAA emitió una Determinación de No Impacto Significativo con Medidas de Mitigación (FONSI) /Registro de decisiones (ROD) basado en la PEA de 2022.

La finalización del proceso de revisión ambiental no garantiza que la FAA emita una modificación de la licencia a SpaceX para las operaciones de contingencia de reingreso de Starship en el Océano Pacífico, así como una nueva trayectoria para el aterrizaje de Starship en Starbase TX. La solicitud de modificación de licencia de SpaceX también debe cumplir con los requisitos de seguridad, riesgo y responsabilidad financiera de la FAA según el Título 14, Capítulo III, del Código de Regulaciones Federales (CFR).

¹ La modificación propuesta a la licencia de operador de vehículos existente incluye la trayectoria adicional de reingreso de Starship para aterrizar en Starbase, TX, y la inclusión del Complejo de Lanzamiento 39A del Centro Espacial Kennedy como lugar adicional de lanzamiento y reingreso.

1.1. Antecedentes

Este borrador de la EA escalonada de la PEA de 2022 y de las EA escalonadas posteriores que se describen a continuación, todos los cuales analizaban la construcción y las operaciones (incluidos los lanzamientos y los aterrizajes) del programa del vehículo de lanzamiento Starship-Super Heavy en las instalaciones de Starbase de SpaceX, en Boca Chica, TX.

La PEA de 2022 analizó los impactos ambientales asociados con el programa Starship-Super Heavy, incluidos los aterrizajes de Starship en Starbase, TX, en una plataforma flotante en el Golfo de América o el Océano Pacífico, así como su descarte en el golfo de América o el océano Pacífico. En noviembre de 2023, la FAA publicó una reevaluación escrita (WR) en la que se evaluaba la información adicional recibida de SpaceX sobre el funcionamiento del sistema de diluvio, la adición de un escudo térmico delantero al vehículo Starship-Super Heavy y la expansión del área de posibles efectos para los recursos culturales (FAA 2023a). En marzo de 2024, la FAA emitió un FONSI/ROD basado en un EA Escalonada de la PEA de 2022 que evaluaba los posibles impactos ambientales de la propuesta de SpaceX de aterrizar Starship en el Océano Índico (FAA 2024a). En octubre de 2024, la FAA emitió un WR en el que se evaluaba la información adicional recibida de SpaceX sobre las actualizaciones de la zona de aterrizaje entre etapas del escudo térmico delantero, la cobertura del estampido sónico, el uso del sistema de diluvio durante los aterrizajes de regreso al lugar de lanzamiento y el uso de las zonas de seguridad de la Guardia Costera de los Estados Unidos (FAA 2024b).

En abril de 2025, la FAA emitió un FONSI/ROD mitigado basado en un EA Escalonada de la PEA de 2022 que evaluaba los posibles impactos ambientales de la propuesta de SpaceX de aumentar a 25 el número de operaciones Starship-Super Heavy en el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica a 25 por año (EA Escalonada de 2025). En mayo de 2025, la FAA emitió un FONSI/ROD basado en una EA escalonada a partir de la PEA de 2022 y una EA escalonada de abril de 2025 en el que se evaluaban los posibles impactos ambientales de las áreas de peligro aéreo (AHA) actualizadas asociadas al perfil de la misión del vuelo 9 (EA escalonada 2025b). Luego, SpaceX proporcionó a la FAA detalles adicionales sobre los cierres del espacio aéreo y las trayectorias de lanzamiento adicionales. La FAA evaluó la nueva información y, en febrero de 2026, se completó una EA escalonada para actualizar los cierres del espacio aéreo para otras trayectorias de lanzamiento y los aterrizajes de Starship en Boca Chica del vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX en Boca Chica en el condado de Cameron, TX (EA escalonada de 2026).

Esta EA Escalonada analiza los impactos de las actividades asociadas con las operaciones de aterrizaje contingente de reingreso de vehículos Starship de SpaceX en el Pacífico Norte, así como la expansión de las áreas de aterrizaje de contingencia previamente aprobadas en Hawái, la cuenca del Pacífico Central y el sudeste del Pacífico. El área de aterrizaje de contingencia en la cuenca del Pacífico Norte requiere un análisis del espacio aéreo para una trayectoria adicional para el aterrizaje de Starship en el sitio de lanzamiento de Boca Chica en Starbase, TX. Esta EA Escalonada proporciona una revisión ambiental “escalonada” que incorpora los impactos y el análisis relacionados con la operación de reingreso y los impactos asociados a los aterrizajes de contingencia de Starship en un lugar no analizado previamente en la PEA de 2022.

Basándose en las áreas de aterrizaje de contingencia actualizadas y en la trayectoria adicional de reingreso de Starship, esta acción requeriría que la FAA cerrara el espacio aéreo en las partes del Océano Pacífico que se identifican a continuación, mediante un aviso de la AHA y el correspondiente aviso a los aviadores

(NOTAM), así como en las partes occidentales de los Estados Unidos, durante las operaciones de reingreso de Starship.

1.2. Funciones de las agencias federales

1.2.1. Administración Federal de Aviación

Como agencia federal principal, la FAA es responsable de analizar los posibles impactos ambientales de la Acción Propuesta. La Ley de Lanzamientos Espaciales Comerciales de 1984, modificada y codificada en 51 U.S.C. §§ 50901—50923, autoriza al Secretario de Transporte a supervisar, licenciar y regular las actividades comerciales de lanzamiento y reingreso, y la operación de los sitios de lanzamiento y reingreso dentro de los Estados Unidos o realizados por ciudadanos estadounidenses. La sección 50905 ordena al Secretario que ejerza esta responsabilidad de manera congruente con la salud y la seguridad públicas, la seguridad de la propiedad y los intereses de seguridad nacional y política exterior de los Estados Unidos. Además, la Sección 50903 exige que el Secretario aliente, facilite y promueva los lanzamientos y reingresos de espacios comerciales por parte del sector privado. Según lo codificado en 49 CFR § 1.83(b), el Secretario ha delegado la autoridad para llevar a cabo estas funciones en el Administrador de la FAA.

La FAA también es responsable de crear áreas de cierre del espacio aéreo de conformidad con el mandato legal establecido en 49 U.S.C. § 40103 para garantizar el uso seguro y eficiente del Sistema Nacional de Espacio Aéreo (NAS). La FAA lleva a cabo este mandato de acuerdo con la Orden 7400.2R de la FAA, Procedimientos para el manejo de asuntos del espacio aéreo, para garantizar la seguridad pública.

Los requisitos reglamentarios relativos a los lanzamientos comerciales y a los operadores de lanzamientos individuales se describen en 14 CFR, capítulo III, partes 400 a 460. SpaceX es el usuario exclusivo del sitio de lanzamiento de Boca Chica. Por lo tanto, SpaceX no está obligado a solicitar ni obtener una licencia de operador de sitio de lanzamiento para ese sitio.

En cuanto a los posibles impactos ambientales internacionales, la FAA coordinó con el Departamento de Estado de los Estados Unidos, México, Canadá, Perú y Chile de conformidad con la Orden Ejecutiva (E.O.) 12114, *Efectos ambientales en el extranjero de las principales acciones federales*, 44 Fed. Reg. 1957 (9 de enero de 1979).

1.2.2. Agencias cooperantes

La USCG es una agencia colaboradora ² porque tiene autoridad reguladora sobre las aguas sujetas a la jurisdicción de los Estados Unidos de conformidad con la Ley de Seguridad de Puertos y Vías Navegables, 46 U.S.C., subtítulo VII, capítulo 700, autoridad reguladora de los buques con bandera estadounidense y extranjera, tal como se describe en los títulos 33 y 46 del CFR, y experiencia para revisar todas las evaluaciones de riesgos de evaluación de los sitios de reingreso con un enfoque en la seguridad de la navegación de los barcos. La USCG apoya la comunicación de alerta temprana a la industria marítima con avisos a los navegantes (NOTMARs), tal como se describe en 33 CFR, parte 72. La USCG evalúa cada actividad de reingreso con un riesgo potencial para el sistema de transporte marítimo. La USCG y la FAA mantienen un memorando de entendimiento que establece un proceso para que la USCG participe en el proceso de la FAA para emitir licencias y permisos para actividades comerciales de lanzamiento y reingreso al espacio específicas para las operaciones en, sobre e inmediatamente adyacentes a las aguas

² El término “agencia cooperante” significa cualquier agencia federal, estatal, tribal o local que haya sido designada como agencia cooperante en virtud de la sección 107 (a) (3). (42 U.S.C. 4336e(2)).

navegables de los Estados Unidos. Esto incluye asuntos de salud pública, seguridad de la propiedad, navegación segura y seguridad nacional en lo que respecta a esas aguas.

La NASA actúa como agencia colaboradora porque proporciona experiencia especial con respecto a los posibles impactos ambientales de los lanzamientos espaciales y la operación de un sitio de lanzamiento. La acción propuesta por SpaceX es fundamental para el cumplimiento de la misión estatutaria de la NASA de liderar la exploración espacial civil y cumplir los objetivos del Programa Artemis. En virtud de la Ley Nacional de Aeronáutica y del Espacio (51 U.S.C. § 20101), la NASA tiene el mandato de buscar los medios de transporte espacial más eficaces para respaldar sus objetivos científicos y de exploración. Además, la NASA y la FAA mantienen un acuerdo formal para coordinar la concesión de licencias para las actividades espaciales comerciales que apoyan las misiones de la NASA, garantizando que las frecuencias y la capacidad de lanzamiento se alineen directamente con los cronogramas federales.

1.3. Objetivo y necesidad

El propósito de la acción propuesta por SpaceX es proporcionar una mayor capacidad de misión a la NASA y al Departamento de Defensa. Las actividades de SpaceX seguirían cumpliendo la expectativa de Estados Unidos de que mayores capacidades y menores costos de transporte espacial mejorarán la exploración (incluso dentro de los programas Artemis y Sistema de Aterrizaje Humano [Human Landing System]), respaldarán la seguridad nacional de Estados Unidos y harán que el acceso al espacio sea más asequible. La sección de Transporte Espacial de la Política Nacional de Transporte Espacial de 1994 abordó el sector de los lanzamientos comerciales y afirmó que “garantizar un acceso confiable y asequible al espacio a través de las capacidades de transporte espacial de los Estados Unidos es un objetivo fundamental del programa espacial de los Estados Unidos”. Además, la misión del Marco de Prioridades Espaciales de 2021 establece: “Los Estados Unidos reforzarán la salud y la vitalidad de nuestros sectores espaciales (civil, comercial y de seguridad nacional) en beneficio del pueblo estadounidense y aprovecharán esa fortaleza para liderar a la comunidad internacional en la preservación de los beneficios del espacio para las generaciones futuras” (Casa Blanca 2021). Además, E.O. 14335, *Habilitar la competencia en la industria espacial comercial*, establece lo siguiente: “Garantizar que los operadores estadounidenses puedan lanzar, realizar misiones en el espacio y reingresar al espacio aéreo estadounidense de manera eficiente es fundamental para el crecimiento económico, la seguridad nacional y el logro de los objetivos espaciales federales”.

La acción propuesta por SpaceX es necesaria para facilitar las operaciones de reingreso y aterrizaje a fin de permitir el desarrollo iterativo de Starship para lograr una rápida capacidad de reutilización y aumentar la eficiencia operativa, las capacidades y la rentabilidad de Starship. La satisfacción de estas necesidades beneficia al gobierno y a los intereses públicos y reduce los costos operativos. Los intereses públicos se cruzan en gran medida con los intereses gubernamentales identificados, incluida una mayor capacidad de misión para la exploración espacial y la promoción de un acceso confiable y asequible al espacio, lo que a su vez promueve los beneficios científicos y de seguridad nacional del programa espacial estadounidense en su conjunto. Al proporcionar un vehículo reutilizable que regrese a un lugar de aterrizaje, la acción propuesta brindaría un mayor acceso al espacio y permitiría la entrega rentable y eficiente de carga y personas a la Luna y Marte. La acción propuesta por SpaceX cumpliría con los requisitos de métodos de transporte espacial más eficientes y efectivos y continuaría con el objetivo estadounidense de fomentar las actividades del sector privado para fortalecer y expandir la infraestructura de transporte espacial de los Estados Unidos.

1.4. Documentos incorporados por referencia

De conformidad con las secciones 3.2 y 3.5 de la Orden 1050.1G de la FAA, la FAA fomenta la incorporación del material relevante en los documentos ambientales por referencia cuando el efecto sea reducir el volumen sin impedir la revisión de la acción por parte de las agencias y el público. En consecuencia, Tabla 1.4 - 1 enumera los documentos incorporados por referencia. Las partes relevantes de esos documentos se resumen, cuando corresponde, en este EA Escalonada.

Tabla 1.4 - 1. Documentos incorporados por referencia

DOCUMENTO	RELEVANCIA
EA programático final para el programa de vehículos de lanzamiento Starship-Super Heavy en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas (PEA 2022; FAA 2022)	Análisis inicial de las actividades operativas de Starship-Super Heavy, incluidas actividades operativas similares a las propuestas en esta EA Escalonada. Proporciona información sobre las condiciones basales/existentes y los posibles efectos.
WR de la PEA final de 2022 para el vehículo de lanzamiento Starship/Super Heavy de SpaceX en el sitio de Boca Chica en el condado de Cameron, TX, para la operación del sistema de diluvio, la adición de un escudo térmico delantero entre etapas y la expansión del área de posibles efectos para los recursos culturales (FAA 2023a)	Se evaluó el funcionamiento del sistema de diluvio, un escudo térmico delantero para el vehículo Starship-Super Heavy y la expansión del área de posibles efectos para los recursos culturales.
WR de la evaluación ambiental programática final de 2022 para el programa de vehículos lanzadores Starship-Super Heavy en el sitio de lanzamiento de Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. Sistema de supresión de detonaciones en la plataforma de lanzamiento y aterrizajes oceánicos de vehículos Starship-Super Heavy (FAA 2023b).	Evaluó los aterrizajes en el océano de vehículos Starship-Super Heavy y la supresión de detonaciones en la plataforma de lanzamiento
EA Escalonada para el Aterrizaje de Starship de SpaceX en el Océano Índico (FAA 2024a)	Evaluó los posibles impactos ambientales de la propuesta de SpaceX de aterrizar Starship en el Océano Índico.
WR de la PEA de la PEA de 2022 para el vehículo de lanzamiento Starship/Super Heavy de SpaceX en el sitio de Boca Chica en el condado de Cameron, TX (FAA 2024b)	Se evaluaron las actualizaciones del área de aterrizaje entre etapas del escudo térmico delantero, la cobertura del estampido sónico, el uso del sistema de diluvio durante los aterrizajes de regreso al lugar de lanzamiento y el uso de las zonas de seguridad de la USCG

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

EA Escalonada Final para el vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX aumentó la frecuencia en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. Abril de 2025 (2025a EA Escalonada; FAA 2025a)	Analicé las actividades operativas asociadas con el aumento de la frecuencia de Starship-Super Heavy, tal como se aborda en este documento (incluidas las proyecciones actuales de RTLS para Starship). Proporcionó información sobre las condiciones basales/existentes y los posibles efectos.
EA Escalonada Final sobre las Actualizaciones de los Cierres del Espacio Aéreo para el Perfil de la Misión del Vuelo 9 del Vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el Sitio de Lanzamiento de SpaceX en Boca Chica, Condado de Cameron, Texas. Mayo de 2025 (2025b EA Escalonada; FAA 2025b)	Analicé actividades operativas similares, incluidas las actualizaciones de los cierres del espacio aéreo, tal como se aborda en este documento. Proporcionó información sobre las condiciones basales/existentes y los posibles efectos.
EA Escalonada Final para actualizaciones sobre los cierres del espacio aéreo para otras trayectorias de lanzamiento y los aterrizajes de Starship en Boca Chica del vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. (EA Escalonada 2026; FAA 2026a)	Analicé actividades operativas similares para los aterrizajes de contingencia y las operaciones de regreso de Starship al sitio de lanzamiento, tal como se aborda en este documento.
Declaración final de impacto ambiental (EIS) Vehículo de lanzamiento Starship-Super Heavy de Starship de SpaceX en el complejo de lanzamiento LC-39A, febrero de 2026 (2026 EIS; FAA 2026b)	Analizó las actividades de lanzamiento y aterrizaje en el Centro Espacial Kennedy LC-39A. Proporcionó información sobre las condiciones basales o existentes y los posibles efectos asociados con las actividades operacionales.
Conferencia y dictamen biológico sobre las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico autorizadas por la Administración Federal de Aviación el 16 de abril de 2025 (2025a Opinión biológica de la Conferencia de la NMFS [CBO]; NMFS 2025a).	Analicé actividades operativas similares a las que se abordan en este documento. Proporcionó información sobre las condiciones basales y existentes y los posibles efectos asociados con las actividades fungibles.
Reinicio de la conferencia y el dictamen biológico sobre las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano	Analicé actividades operativas similares a las que se abordan en este documento. Proporcionó información sobre las condiciones basales y existentes y los posibles

Pacífico Sur y el Océano Índico autorizadas por la Administración Federal de Aviación el 16 de septiembre de 2025 (2025b NMFS CBO; NMFS 2025b).	efectos asociados con las actividades fungibles.
---	--

1.5. Otras licencias, permisos y aprobaciones

Además de completar la revisión de la NEPA y cumplir con las normas de concesión de licencias del capítulo III del 14 CFR, la FAA ha identificado los siguientes requisitos ambientales adicionales para la propuesta de SpaceX, pero es posible que se requieran otros.

- Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA).** De acuerdo con la Sección 7 de la ESA, la FAA está reiniciando las consultas con el Servicio Nacional de Pesca Marina (NMFS) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS). La Sección 7 de la ESA exige que todas las agencias federales se aseguren de que cualquier acción autorizada, financiada o llevada a cabo no ponga en peligro la existencia continua de ninguna de las especies incluidas en la lista ni destruya o modifique adversamente el hábitat crítico designado. La FAA reinició la consulta con el NMFS sobre esta acción propuesta. Consulte el Apéndice A, Opinión biológica reiniciada y de la conferencia. La EA escalonada 2025a analizó el petrel de tormenta (*Oceanodroma castro*), el petrel hawaiano (*Pterodroma sandwichensis*), la pardela de Newell's (*Puffinus auricularis newelli*) y el albatros de cola corta (*Phoebastria albatrus*) y determinó que el ruido, la luz, la actividad, los estampidos sónicos, la vibración, el calor y la exposición a penachos de vapor puede afectar, pero no es probable que afecte negativamente a cada una de estas especies. La FAA consultó con el USFWS durante la EA escalonada de 2025, quien estuvo de acuerdo con estas conclusiones (apéndice A de la EA escalonada de 2025; número de consulta 02ETCC00- 2012-F-0186-R001; 2023-0087412). La FAA reinició la consulta con el USFWS sobre esta acción propuesta y se pueden encontrar más detalles en la Sección 3.5 y en el Apéndice B.
- Ley Magnuson-Stevens de Conservación y Ordenación Pesquera (MSFCMA).** La MSFCMA exige la identificación de los posibles efectos y las recomendaciones de conservación de las acciones que puedan afectar negativamente al hábitat esencial de los peces (EFH). De acuerdo con la MSFCMA, la FAA presentó una evaluación de la EFH para consultar con el NMFS sobre los posibles efectos de la EFH. El NMFS inició la consulta con la FAA el 24 de junio de 2026 (número de consulta OHC-2026-01306). Consulte el Apéndice D para obtener más información.
- Ley de Protección de Mamíferos Marinos (MMPA).** La FAA evaluará los mamíferos marinos protegidos por la MMPA que tienen el potencial de ser perturbados durante las operaciones de desembarco en el océano. SpaceX se coordinaría con el NMFS antes de cualquier actividad de aterrizaje que pudiera afectar a las especies protegidas por la MMPA. Además, SpaceX está coordinando con la NMFS la obtención de una autorización de acoso incidental (IHA) para la MMPA y, si la NMFS lo considera necesario, obtendrá una IHA antes de realizar actividades de aterrizaje que puedan afectar a las especies de la MMPA. Consulte la Sección 3.5.2 y el Apéndice C para obtener más información.
- Ley del Tratado sobre Aves Migratorias (MBTA).** Las aves, tanto las especies migratorias como la mayoría de las residentes nativas, están protegidas por la MBTA. Según la MBTA, es ilegal, por cualquier medio o de cualquier manera, perseguir, cazar, capturar, matar; intentar tomar,

capturar o matar; o poseer aves migratorias o sus nidos o huevos en cualquier momento, a menos que lo permita la regulación. Los efectos en las aves migratorias y el cumplimiento de la MBTA se abordan como parte del proceso de la NEPA; la FAA considerará medidas para reducir los efectos según lo exija la E.O. 13186, que ordena a las agencias federales que actúen para implementar aún más la MBTA.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA Y LAS ALTERNATIVAS

La NEPA exige que la FAA considere el propósito y la necesidad de la acción propuesta y, a partir de ahí, “estudie, desarrolle y describa las alternativas apropiadas para recomendar líneas de acción en cualquier propuesta que implique conflictos no resueltos relacionados con los usos alternativos de los recursos disponibles” (42 U.S.C. § 4332(2)(H)). Como se explica en la Sección 3, la FAA no ha identificado ningún conflicto sin resolver relacionado con los usos alternativos de los recursos disponibles asociados con la propuesta de SpaceX. Por lo tanto, de conformidad con la NEPA y la Orden 1050.1G, § 1.5(b)(ii) de la FAA, esta EA escalonada considera la alternativa de no acción y la acción propuesta.

2.1. Acción propuesta

La acción federal de la FAA consiste en modificar la licencia de operador de vehículos existente de SpaceX para autorizar:

1. Acción propuesta por SpaceX para ampliar dos lugares de aterrizaje de contingencia, colindando con el área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central y el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Sureste (NMFS 2025a y NMFS 2025b) previamente aprobadas. Este es un perfil de misión de base estelar a base estelar y representa el primer vuelo orbital y de mayor duración, ya que todos los vuelos anteriores han sido suborbitales y de menor duración. El área ampliada solicitada se encuentra a lo largo de la trayectoria orbital nominal para garantizar que haya una opción de aterrizaje adecuada y segura disponible si es necesario durante el vuelo orbital.
2. SpaceX expandirá Starship en áreas adicionales de aterrizaje de contingencia, no analizadas previamente, en el Pacífico nororiental para una trayectoria desde el rango oriental hasta la base estelar. El área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte también permite el cierre temporal del espacio aéreo para una trayectoria adicional de reingreso de Starship para aterrizar en el sitio de lanzamiento de Boca Chica en Starbase, TX. La ubicación de la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte sería necesaria si algo impidiera el uso de la torre de captura y si hubiera problemas con los parámetros operativos del vehículo u otras circunstancias extraordinarias de seguridad que impidieran las operaciones de aterrizaje de Starship en el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en Starbase, TX.

Los siguientes aspectos de las operaciones de SpaceX permanecen sin cambios y se evalúan mediante la documentación ambiental existente que respalda el programa:

- Operaciones previas al vuelo (sección 2.1.3.2 de la PEA de 2022)
- Restricciones nominales de acceso operativo (sección 2.1.3.5 de la PEA de 2022)
- Anomalías (sección 2.1.3.7 de la PEA de 2022)
- Plataforma de lanzamiento redundante y suministros (sección 2.1.4.1 de la PEA de 2022)

- Plataforma de aterrizaje redundante (sección 2.1.4.2 de la PEA de 2022)

La autoridad de la FAA en virtud de la Ley de Lanzamientos Espaciales Comerciales solo se extiende a las actividades de lanzamiento autorizadas. En este análisis no se incluyen las actividades adicionales en el sitio de lanzamiento de Boca Chica y sus alrededores, como la producción y la fabricación, las pruebas de motores, escenarios y tanques que no estén dentro del alcance de la licencia. Los efectos de tales actividades se consideran parte de la línea de base ambiental y junto con los efectos de la Acción Propuesta (consulte la Sección 3).

2.1.1. Lugares de aterrizaje de contingencia propuestos

2.1.1.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central (al suroeste de las islas hawaianas)

La CBO del NMFS 2025b analizó no más de 25 rupturas durante el vuelo, 25 aterrizajes en aguas blandas y 20 eventos explosivos de Starship en cada parte del área de acción analizada en ese documento (área de aterrizaje aprobada en Hawái y el Pacífico Central Figura 2.1 - 1, región morada). La nueva área de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central (Figura 2.1 - 1 región verde) se absorbería en la mayor área de aterrizaje aprobada (Figura 2.1 - 1 región morada) e incluiría las 25 rupturas en vuelo, 25 aterrizajes en aguas blandas y 20 eventos explosivos ya aprobados.

La zona de aterrizaje de contingencia propuesta en Hawái y el Pacífico Central contiene las mismas especies y densidades que en la EA Escalonada Final para el aumento de la frecuencia del vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, TX, con fecha de abril de 2025 (2025a EA Escalonada), 2025a NMFS CBO, 2025b NMFS CBO y, por lo tanto, no se volverá a analizar. La zona de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central está a más de 200 millas náuticas (NM) de las islas hawaianas y fuera de la Zona Económica Exclusiva (EEZ). El Monumento Nacional Marino de Papahānaumokuākea tiene una zona de amortiguación adicional de 50 NM alrededor del Monumento Marino, además de la Zona Económica Exclusiva (EEZ) (Figura 2.1 - 1) de 200 NM. Figura 2.1 - 1

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

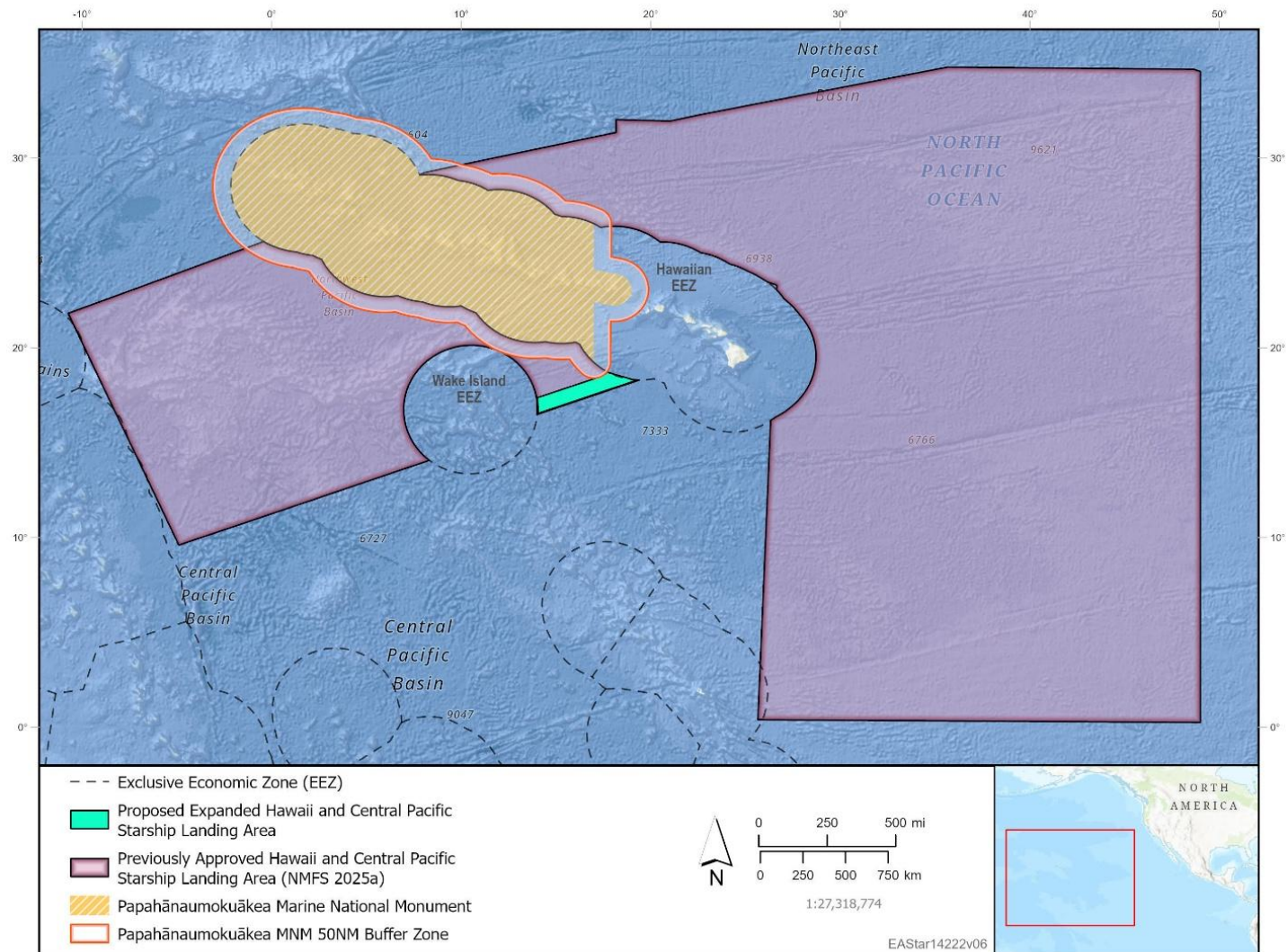


Figura 2.1 - 1. Área de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central y área de aterrizaje de contingencia previamente aprobada

2.1.1.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

Al igual que en el área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central, la CBO del NMFS 2025b analizó no más de 25 rupturas durante el vuelo, 25 aterrizajes en aguas blandas y 20 eventos explosivos de Starship en la parte del área de acción del Pacífico sudeste analizada en ese documento (Figura Área de aterrizaje de contingencia propuesta por el 2.1 - 2 Área de Aterrizaje Aprobada del Pacífico sudeste, región morada). La nueva área de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico (Figura Área de aterrizaje de contingencia propuesta por el 2.1 - 2 región verde) sería absorbida por la mayor área de aterrizaje aprobada (Figura Área de aterrizaje de contingencia propuesta por el 2.1 - 2 región morada) e incluiría las 25 interrupciones en vuelo, 25 aterrizajes en aguas blandas y 20 eventos explosivos ya aprobados para toda la región del Pacífico sudeste.

La zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico contiene la misma especie que en la EA Escalonada Final para el aumento de la frecuencia del vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, TX, fechado en abril de 2025 (2025a EA escalonada), 2025a NMFS CBO, 2025b NMFS CBO. La EA escalonada 2025a tenía datos muy limitados de estudios sistemáticos de especies marinas en el Pacífico Sur, particularmente en las áreas de alta mar, incluida la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico, por lo que no hay estimaciones de densidad disponibles para las especies marinas en la zona de aterrizaje ya aprobada y en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico (Kaschner et al. 2006). La zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico está a más de 200 millas náuticas (fuera de la EEZ) del continente chileno y a más de 200 millas náuticas de todas las islas.

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

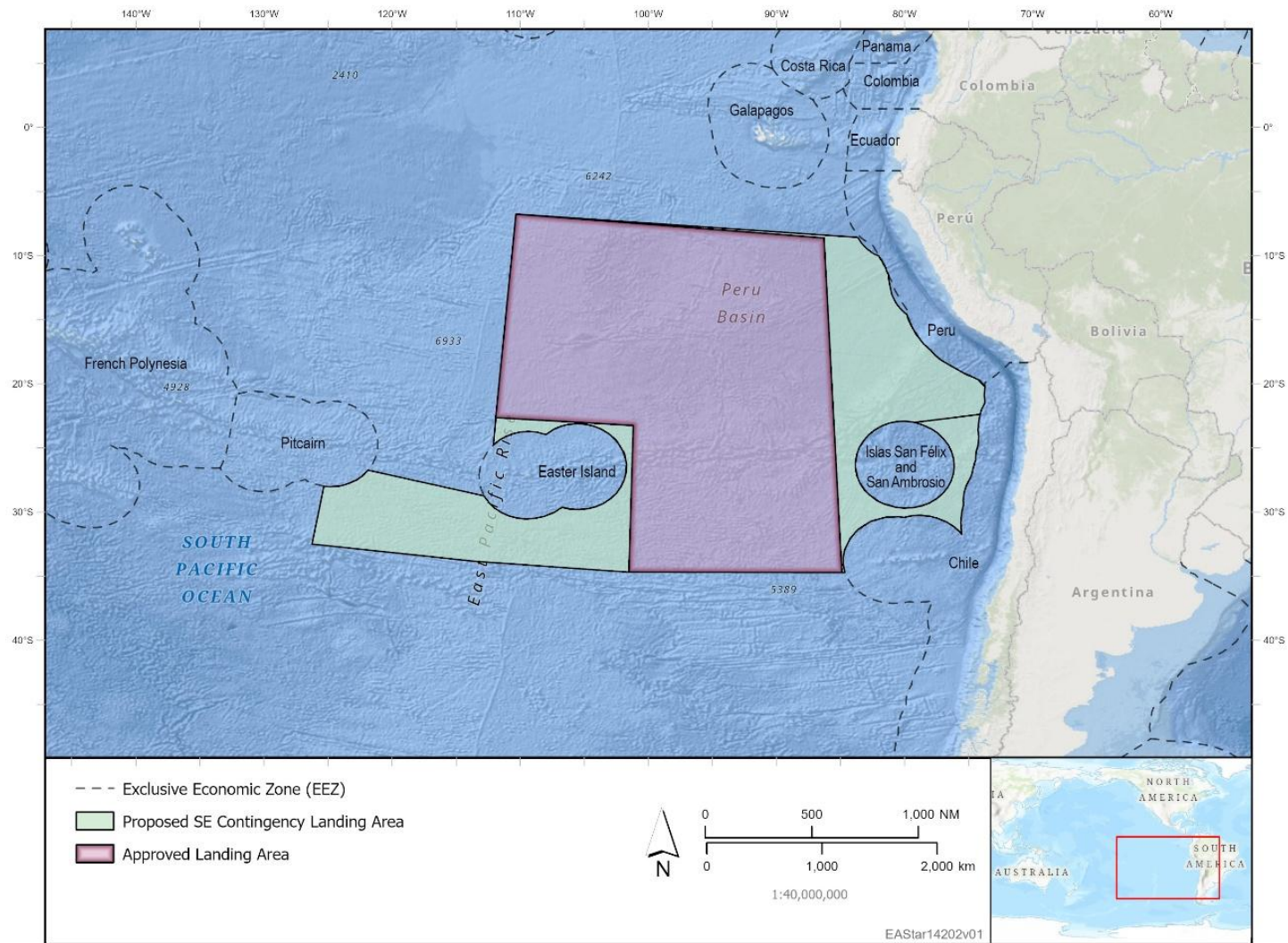


Figura Área de aterrizaje de contingencia propuesta por el 2.1 - 2 sureste y área de aterrizaje previamente aprobada

2.1.1.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte (al sur de las Islas Aleutianas y al oeste de Oregón y California)

Esta EA Escalonada analiza hasta 25 rupturas durante el vuelo, 25 aterrizajes en aguas blandas y 20 eventos explosivos de Starship en la nueva área de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte (Figura 2.1 - 3). Las operaciones nominales de reingreso y recuperación se realizarían dentro de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte y se llevarían a cabo a no más de 70 millas náuticas al sur de las Islas Aleutianas y a 70 millas náuticas al oeste de Oregón y California, en la zona amarilla designada Figura 2.1 - 3 dentro de la cuenca del Pacífico Norte. Se establecerá una zona de amortiguamiento de 70 millas náuticas con respecto a cualquier masa terrestre, incluido el Refugio Nacional de Vida Silvestre Marítimo de Alaska (NWR). El Área de Aterrizaje de Contingencia propuesta para el Pacífico Norte se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva (EEZ) de los Estados Unidos, al sur de Alaska y al oeste de los Estados Unidos contiguos (Figura 2.1 - 3).

Operaciones de reingreso de Starship

SpaceX anticipa que las operaciones de recuperación serán poco frecuentes dados los objetivos del concepto de reutilización. El plazo para la recuperación de Starship, de ser necesario, dentro de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte dependería del lugar del suceso y de la rapidez de la movilización del equipo de recuperación de SpaceX. Si los activos de SpaceX están cerca, se intentaría recuperar o hundir deliberadamente Starship. SpaceX tiene la obligación de vigilar la zona de caída antes de comprometerse a su lanzamiento y se retirará en caso de que no se pueda confirmar que la zona está libre de tráfico de barcos. El personal de recuperación de SpaceX seguiría los procedimientos de salvamento estándar de conformidad con los requisitos estatales y federales aplicables a la actividad de salvamento.

SpaceX y la FAA implementan numerosos protocolos y procedimientos para evaluar, evitar, mitigar y minimizar los posibles riesgos para la seguridad pública y el medio ambiente durante las operaciones de reingreso, que se analizan en la PEA de 2022, la EA Escalonada de 2025a, la CBO de NMFS de 2025a y la CBO de NMFS de 2025b.

Durante el reingreso, Starship se desorbitaba y realizaba un descenso controlado utilizando la resistencia atmosférica para reducir la velocidad del vehículo y guiarlo hasta su lugar de aterrizaje. Los sistemas de guía se utilizan para maniobrar el vehículo y la trayectoria determina las rutas de vuelo. Starship podrá ser desechada dentro del lugar de aterrizaje de emergencia en las siguientes condiciones:

1. Desintegración/eliminación durante el vuelo: Starship se rompió durante el reingreso, lo que provocó la caída de escombros en la región del Pacífico norte del área de acción.
2. Evento explosivo: Starship aterriza en el océano a una velocidad terminal, rompiéndose al impactar con los escombros contenidos a aproximadamente 0.6 mi (1 km) del punto de aterrizaje, o realiza un aterrizaje en aguas blandas y se vuelca, impactando el océano. Ambos provocan un evento explosivo en la superficie del agua.
3. Amerizaje suave: Starship realiza un amerizaje suave, se vuelca y se hunde hasta el fondo del océano.

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Las áreas de aterrizaje de contingencia de Hawái y del Pacífico Central y Sudeste del Pacífico son adiciones a las áreas evaluadas anteriormente; por lo tanto, las descripciones de las operaciones de reingreso y los escenarios de aterrizaje de contingencia asociados para esas áreas se incorporan como referencia (EA Escalonada de 2025a; NMFS 2025a; NMFS 2025b).

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

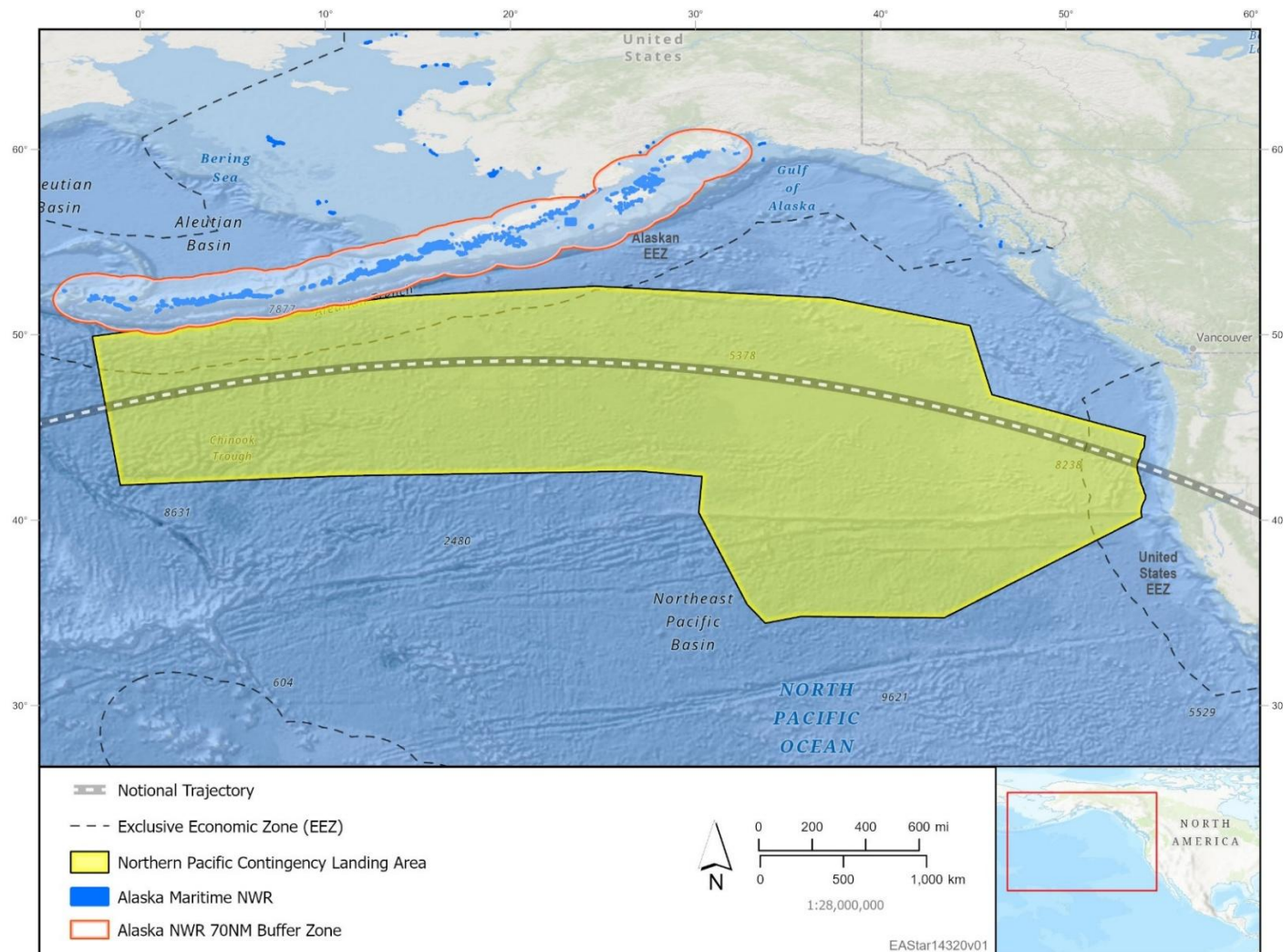


Figura 2.1 - 3. Trayectoria teórica para el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte y el aterrizaje de Starship en Starbase TX

La trayectoria teórica de reentrada no alteraría las dimensiones (forma y altitud) del espacio aéreo (consulte Figura 2.1 - 3). Las reentradas de Starship afectarían a las rutas aéreas que se extienden desde la cuenca del Pacífico Norte hasta el sur de Oregón, el norte de California, Nevada, Arizona y Nuevo México a través de Texas y que se extienden hasta el Golfo de América. Las AHA pueden requerir el cierre de las vías aéreas oceánicas de aguas profundas, las áreas costeras e interiores del suroeste de los Estados Unidos y el Océano Pacífico. Esto podría incluir exigir el desvío de las aeronaves para evitar los AHA. Los programas de flujo del espacio aéreo podrían ser necesarios para controlar el tráfico en el suroeste de los Estados Unidos. El aterrizaje de Starship en Starbase, TX, afectaría al Golfo de América y a México, y se ha analizado previamente en la PEA de 2022, la EA escalonada de 2025a y la EA escalonada de 2025b.

Starship está diseñado para ser totalmente reutilizable, pero mientras trabajamos para lograr la confiabilidad de Starship, podrían ser necesarios posibles problemas en el lugar de aterrizaje (por ejemplo, el mecanismo de captura de la torre falla, etc.), Starship podría permanecer en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte hasta octubre de 2030.

2.1.2. Coordinación y cierres del espacio aéreo

Como se describe en la EA escalonada 2025b, todas las operaciones de reingreso, independientemente del lugar de aterrizaje propuesto, cumplirían con los requisitos de notificación necesarios, incluida la emisión de NOTAM, tal como se define en los acuerdos requeridos para una licencia de lanzamiento emitida por la FAA. Los lugares de aterrizaje previamente aprobados se han analizado la coordinación y los cierres del espacio aéreo en la EA escalonada 2025a y 2025b, así como en la EA escalonada 2026, y no se volverán a analizar.

Un NOTAM notifica los cierres futuros imprevistos o temporales de componentes o peligros del Sistema Nacional de Espacio Aéreo (NAS). Específicamente, los NOTAM contienen información sobre las AHA que definen el espacio aéreo cerrado temporalmente antes del lanzamiento/reentrada. El tamaño del AHA podría reducirse con el tiempo debido a un aumento en la confiabilidad del vehículo (como lo demostraron otros vehículos de lanzamiento, como Falcon) y la disponibilidad de datos empíricos. La ubicación y el tamaño de los cierres del espacio aéreo para operaciones espaciales comerciales también varían según cada tipo de misión.

Estos cierres temporales se determinan al menos 72 horas antes de una actividad de lanzamiento o reingreso en el espacio aéreo; posteriormente, se emite el NOTAM correspondiente para notificar a los pilotos y otras partes interesadas las condiciones temporales. Los proveedores de servicios de navegación aérea también utilizan NOTAMs para notificar cierres temporales del espacio aéreo en espacio aéreo extranjero. Aviso previo mediante NOTAMs e identificación de AHA Ayudar a los pilotos a planificar sus horarios en caso de interrupción temporal de las actividades de vuelo en el área de operación.

2.1.3. Evaluación del Sistema Nacional de Espacio Aéreo (NAS) del Área de Aterrizaje de Contingencia del Pacífico Norte

La FAA llevó a cabo una evaluación del NAS de la AHA teórica (Figura 2.1 - 4) para la trayectoria adicional de reingreso de Starship desde la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte hasta el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en Starbase, TX, basándose en datos de aeronaves comerciales de 2025. La AHA de reingreso de Starship podría afectar hasta un máximo de 600 aviones comerciales por hora, durante los períodos pico de viaje diarios. La EA Escalonada de abril de 2025 supuso que se realizarían hasta 22 aterrizajes de Starship en el sitio de lanzamiento de Boca Chica durante el día (de 7:00 a.m. a

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

10:00 p.m.) y que ninguno ocurriría durante la noche (de 10:00 p.m. a 7:00 a.m.). La FAA implementa acciones tácticas para apoyar la duración real de la misión. Tabla 2.1 - 1muestra un rango del número aproximado de aeronaves comerciales afectadas por hora y por año para el total de las operaciones propuestas.

Se supone que un AHA de reingreso de Starship ocurriría durante aproximadamente 30 minutos. La duración prevista para la AHA se extiende más allá del reingreso e incluye:

- El tiempo necesario para desviar la aeronave de la AHA antes de que se produzca el lanzamiento o el reingreso, de modo que la AHA esté libre de aeronaves a la hora programada de activación de la AHA; y
- Tiempo necesario, una vez que el lanzamiento o reingreso ha pasado por el espacio aéreo afectado, para poner a la aeronave nuevamente en un curso hacia su destino previsto que puede o no pasar por el AHA previamente establecido.

La FAA activa los AHA de acuerdo con los tiempos de las ventanas de lanzamiento o reingreso aprobadas y desactiva el espacio aéreo afectado según sea necesario para garantizar la seguridad de las demás partes interesadas del NAS. La FAA minimiza el tiempo de desvío de las aeronaves al abrir el espacio aéreo afectado a los pocos minutos de que el vehículo de lanzamiento o reingreso salga de los sectores del espacio aéreo afectados. Tabla 2.1 - 1muestra un rango del número aproximado de aeronaves comerciales afectadas por hora y por año para el total de operaciones propuestas.

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

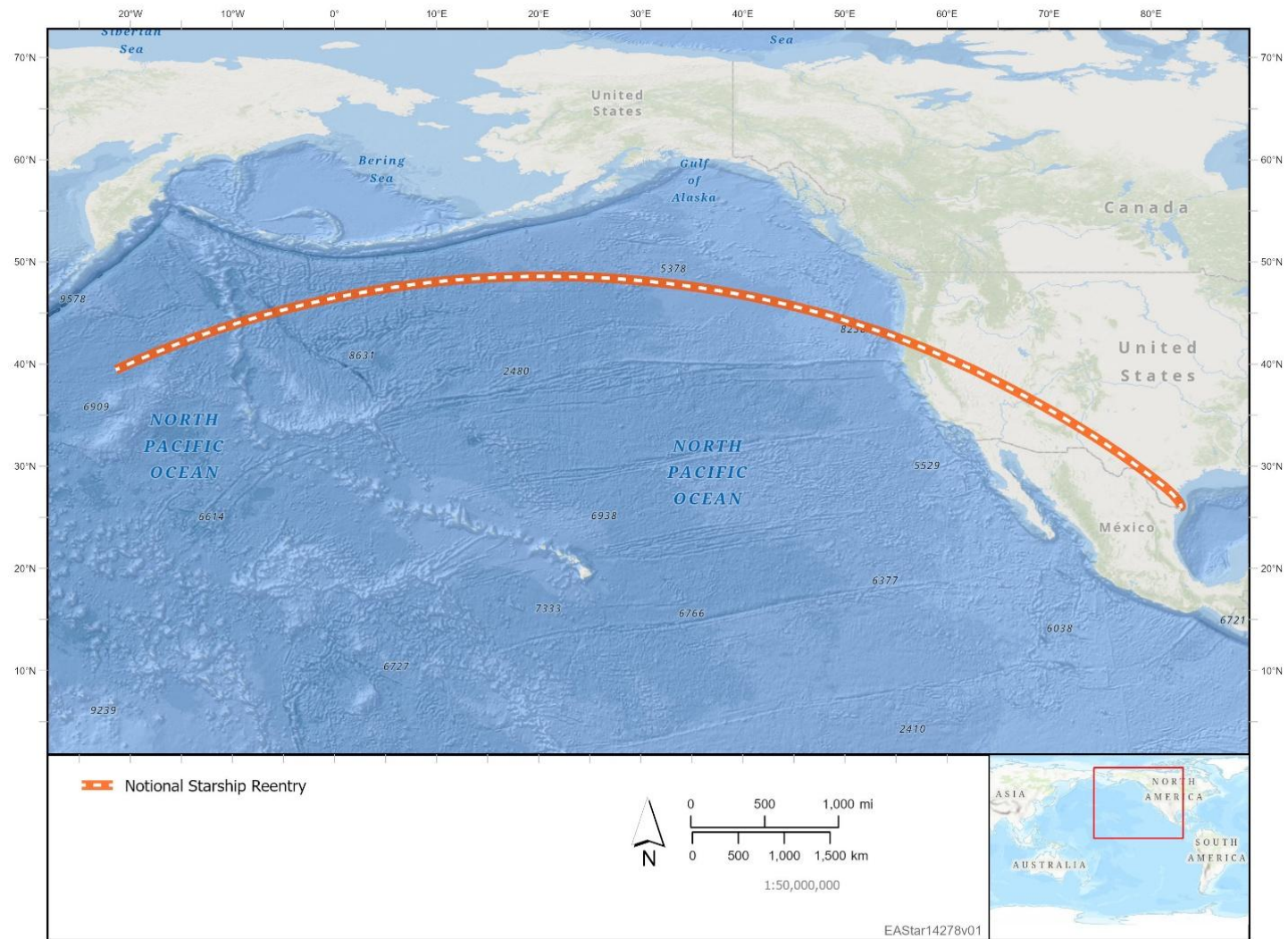


Figura 2.1 - 4. Reingreso teórico de Starship (AHA)

Tabla 2.1 - 1. Posibles aeronaves comerciales afectadas por el AHA teórico correspondiente a la trayectoria adicional de reentrada y aterrizaje de Starship hacia el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en Starbase, TX

Número máximo de aterrizajes de Starship por año en el sitio de lanzamiento de Boca Chica	Hora del día	Número máximo de aviones por hora	Reingreso anticipado de Starship (duración de la AHA)	Número máximo de aeronaves afectadas por reingreso de Starship	Número máximo de aeronaves afectadas por año
22	De 7:00 a.m. a 10:00 p.m., hora central	600	30 minutos	300	6,600

Nota sobre la tabla: AHA = Área de Riesgo para Aeronaves

Los sobrevuelos internacionales entre el oeste de México y Canadá, así como los vuelos internacionales que transitan entre el Océano Pacífico y atraviesan el este de la zona de peligro, se verían afectados. Los vuelos que normalmente utilizan rutas de aviones occidentales y transcontinentales a gran altitud pueden requerir amplios desvíos laterales. Dada la gran duración de la AHA teórica de reingreso de Starship, los vuelos que no puedan aceptar cambios de ruta por falta de combustible o tiempo pueden optar por retrasar sus salidas.

La teoría de la AHA de reingreso podría dividir en dos una parte significativa del espacio aéreo de los Estados Unidos y afectar a más de 90 rutas de tráfico aéreo a gran altitud. Además, podría restringir numerosas vías aéreas de baja altitud, corredores RNAV (es decir, una autopista invisible y precisa en el cielo que permite a las aeronaves volar una trayectoria de vuelo directa y altamente eficiente) y rutas de transición utilizadas habitualmente por los operadores comerciales, de carga, empresariales e internacionales.

La integración de las operaciones de reingreso de Starship de SpaceX en el NAS puede requerir iniciativas de gestión del tráfico, como el espaciamiento de millas entre senderos y el desvío de las aeronaves alrededor de la AHA. Los vuelos transcontinentales nacionales podrían sufrir retrasos, incluidas posibles paradas terrestres o de salida en los principales aeropuertos de los centros de control de tráfico aéreo de la FAA de Oakland, Los Ángeles y Albuquerque, lo que afectaría especialmente a centros como Harry Reid International, Salt Lake City International, Phoenix Sky Harbor, Dallas/Fort Worth International y George Bush Intercontinental. Si bien la AHA no cubre directamente ningún aeropuerto del Core 30, aún puede interrumpir las rutas de llegada y salida conflictivas. El espacio aéreo occidental de los Estados Unidos consiste en un terreno complejo, operaciones militares y un tráfico denso en las terminales; por lo tanto, se implementarán las iniciativas adecuadas de gestión del tráfico para apoyar la duración del período de reingreso, que podría durar menos que el cierre del espacio aéreo de la NOTAM.

Las operaciones de la Aviación General (GA) se enfrentan a restricciones de desvío y retraso, como la aviación comercial; sin embargo, la ausencia de horarios rígidos puede ofrecer a los pilotos de GA una mayor flexibilidad para ajustar las rutas de vuelo o los horarios de salida en función de las ventanas de reingreso activas. Hay aproximadamente 60 aeropuertos de Georgia ubicados directamente dentro de la AHA teórica, por lo que las operaciones de vuelo en estas ubicaciones subyacentes se suspenderían temporalmente mientras dure el reingreso.

2.1.4. Cierres marítimos

Todas las actividades marítimas de desembarco están cubiertas por la PEA de 2022, así como por la EA escalonada de la FAA de 2025a. Todas las operaciones de reingreso cumplirían con los requisitos de notificación necesarios, incluida la emisión de NOTMARs, tal como se define en los acuerdos requeridos para una licencia de lanzamiento emitida por la FAA. Un NOTMAR proporciona una notificación sobre un peligro temporal dentro de un área definida (un área de peligro para barcos [SHA]) para garantizar la seguridad pública durante las operaciones propuestas. Un NOTMAR en sí mismo no altera ni restringe el movimiento de las embarcaciones; más bien, el NOTMAR difunde información relativa sobre la actividad marítima y los peligros temporales dentro de un área definida para garantizar la conciencia pública y la seguridad durante las operaciones propuestas.

Para cumplir con los requisitos de licencia de la FAA, SpaceX ha acordado, mediante una carta de intenciones (LOI) con la USCG, establecer procedimientos para la emisión de un NOTMAR antes de su lanzamiento o reingreso, así como otras medidas necesarias para proteger la salud y la seguridad públicas, promoviendo operaciones seguras en aguas navegables. La LOI describe las responsabilidades y los procedimientos requeridos tanto para SpaceX como para la USCG durante el evento, que pueden incluir una operación de lanzamiento, aterrizaje y/o reingreso que resulte en la emisión de un NOTMAR.

La USCG publica NOTMARs a través de múltiples plataformas de medios, que incluyen NOTMAR locales, los NOTMAR transmitidos por radio y el télex de navegación (NAVTEX), según sea necesario, para informar a la comunidad marítima sobre los cambios temporales en las condiciones, las áreas de acceso limitado (LAAs), las áreas de navegación regulada (RNA) y los peligros en las vías navegables. Los avisos en áreas internacionales son publicados por la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial. La notificación previa a través de un NOTMAR y la identificación de las SHA ayudarían a los navegantes a planificar el viaje y programar cualquier operación temporal.

La USCG tiene una amplia autoridad para establecer la LAAs, que puede incluir zonas de seguridad y ARN en aguas navegables sujetas a la autoridad y el cronograma de los Estados Unidos con antelación para minimizar las interrupciones para la comunidad marítima. Las reentradas serían de corta duración y se programarían con antelación para minimizar la interrupción del tráfico marítimo.

Todas las operaciones de aterrizaje cumplirían con los requisitos de notificación necesarios, incluida la emisión de NOTMARs por parte de la USCG, tal como se define en los acuerdos requeridos para obtener una licencia de operador de vehículos emitida por la FAA. La USCG mantiene la autoridad para establecer y hacer cumplir las LAAs y las RNA según sea necesario para apoyar la salud y la seguridad públicas durante estos eventos. Un NOTMAR proporciona una notificación sobre un peligro temporal y cualquier medida de seguridad adicional dentro de un área definida (una SHA) para garantizar la seguridad pública durante las operaciones propuestas.

Durante las actividades de reingreso se utilizan varios aviones de observación, incluidos drones, y embarcaciones de vigilancia (o barcos) para garantizar que las áreas de peligro designadas estén libres de

embarcaciones no participantes. Se pueden desplegar combinaciones de radares, aeronaves de observación visual, buques de vigilancia de superficie y embarcaciones policiales antes del reingreso. La mayoría de los aviones de ala fija operan a altitudes de 15,000 pies (pies) (4,572 metros [m]), pero pueden descender a 1,500 pies (457 m) para obtener un distintivo de llamada visual de un buque no participante.

2.2. Sin alternativa de acción

Según la alternativa de no acción, la FAA seguiría autorizando las actividades de SpaceX con su licencia actual, pero no la modificaría para incluir áreas adicionales de aterrizaje de contingencia de Starship o una trayectoria adicional de reingreso de Starship para aterrizar en el sitio de lanzamiento de Boca Chica en Starbase, TX, incluidas las actualizaciones de las áreas de cierre del espacio aéreo. Sin estas actualizaciones, SpaceX no podría continuar con el desarrollo iterativo de Starship-Super Heavy ni esforzarse por alcanzar su objetivo de proporcionar una mayor capacidad de misión para los sectores espacial comercial y gubernamental. Esta alternativa no satisface el propósito y la necesidad de la Acción Propuesta y proporciona la base para comparar las consecuencias ambientales de la Acción Propuesta.

3. MEDIO AMBIENTE AFECTADO Y CONSECUENCIAS AMBIENTALES

El análisis de esta EA Escalonada se centra en las categorías de impacto ambiental que podrían verse afectadas por la acción propuesta, de acuerdo con la FAA 1050.1G.³ Estas categorías de impacto ambiental incluyen: uso del suelo compatible con el ruido y el ruido; emisiones de la aviación y calidad del aire; materiales peligrosos, residuos sólidos y prevención de la contaminación; socioeconomía; recursos biológicos; sección 4(f) de la Ley del Departamento de Transporte y Fondo de Conservación de Tierras y Aguas (denominado “Sección 6(f)”) y la sección 106 de la Ley Nacional de Preservación Histórica (NHPA). Los posibles efectos en los recursos naturales y el suministro de energía, los recursos visuales, los recursos hídricos, los riesgos para la salud y la seguridad de los niños y las tierras de cultivo se analizaron en la EA escalonada 2025a y la EA escalonada 2025b y no están implicados en la acción propuesta. Además, las operaciones de aterrizaje de emergencia se realizarían a distancias sustanciales de los recursos costeros y de los límites de las zonas costeras designadas.⁴ Por lo tanto, estas categorías de impacto ambiental no se analizan en esta EA Escalonada.

El Área de Aterrizaje de Contingencia de Hawái y el Pacífico Central se encuentra a más de 200 millas náuticas (NM) de la costa de las islas hawaianas y fuera de la Zona Económica Exclusiva (EEZ) de los Estados Unidos (Figura 2.1 - 1). Las operaciones en el marco de esta acción propuesta seguirán evitando áreas de biodiversidad e importancia cultural únicas cerca de Hawái, como los sitios del Patrimonio Mundial y el Monumento Nacional Marino de Papahānaumokuākea, minimizando así los riesgos para la vida y los ecosistemas marinos. La probabilidad de que la dispersión de escombros afecte a las islas hawaianas y las aguas circundantes seguiría siendo insignificante, pero de ser necesario, las operaciones de recuperación de escombros seguirían siendo las mismas que las evaluadas en la CBO del NMFS 2025a y la CBO del NMFS 2025b.

³ Los umbrales de importancia para cada categoría de impacto ambiental se encuentran en el Apéndice A de la FAA 1050.1G.

⁴ Esta separación reduce la posibilidad de que los escombros asociados con un aterrizaje de emergencia lleguen a los entornos costeros, a los recursos marinos sensibles o a los usos costeros. Dada la ubicación en alta mar de la zona de aterrizaje de emergencia y la naturaleza poco frecuente y basada en contingencias de estas operaciones, no se esperan impactos en los recursos costeros.

El Océano Pacífico Sudeste entre Chile continental y la Isla de Pascua está dominado por una región volcánica intraoceánica. La macrorregión de esta gran masa de agua representa una de las áreas menos exploradas del mundo, con relativamente poca información sobre los fondos oceánicos, las características de las aguas y la dinámica de la flora y fauna marinas que viven allí.

La zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte limita con las Islas Aleutianas al norte y con Oregón y California al este. Las Islas Aleutianas son una cadena de pequeñas islas que separan el estrecho de Bering de la parte principal del Océano Pacífico en el sur. Las islas se extienden en un arco hacia el suroeste, luego hacia el noroeste, durante unas 1,100 millas (mi) (1,800 kilómetros [km]) desde la punta de la península de Alaska hasta la isla Attu en Alaska. Las Islas Aleutianas forman un segmento de la cadena de volcanes que rodea el Pacífico (a menudo llamada Cinturón de Fuego). El área inmediatamente al sur de las Islas Aleutianas se considera parte del Cinturón de Fuego, principalmente debido a la Fosa de las Aleutianas, donde las aguas profundas contienen márgenes tectónicos activos y volcanes, fallas y frecuentes terremotos. El Área de Aterrizaje de Contingencia propuesta para el Pacífico Norte se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva (EEZ) de los Estados Unidos, al sur de Alaska y al oeste de los Estados Unidos contiguos, a una distancia mínima de 70 millas náuticas (NM) al sur de las islas Aleutianas y de 70 millas náuticas (NM) al oeste de Oregón y California (Figura 2.1 - 3).

La cuenca del Pacífico Norte, frente a las costas de Oregón y California, forma parte de una extensa y a menudo inexplorada geografía de aguas profundas. Se caracteriza por una baja salinidad superficial, montañas submarinas remotas y fosas profundas. (Gonzalez-Bernat, 2022).

3.1. Ruido y uso de la tierra compatible con ruido

3.1.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

La PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026 determinaron que no cabía esperar que la acción propuesta tuviera un impacto significativo en el uso del suelo compatible con el ruido y el ruido durante un lanzamiento y aterrizaje de Starship, y que el estampido sónico y otros ruidos no afectarían significativamente a ningún recurso, incluidos los recursos biológicos, culturales o de la Sección 4 (f).

3.1.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

La PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026 determinaron que no cabía esperar que la acción propuesta tuviera un impacto significativo en el uso del suelo compatible con el ruido y el ruido durante un lanzamiento y aterrizaje de Starship, y que el estampido sónico y otros ruidos no afectarían significativamente a ningún recurso, incluidos los recursos biológicos, culturales o de la Sección 4 (f).

3.1.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

Los estampidos sónicos y el ruido de reentrada están asociados con cualquier reingreso de una nave espacial debido a que la velocidad del vehículo pasa de velocidades supersónicas a subsónicas, lo que provoca un estampido sónico durante el aterrizaje. El estampido sónico y el ruido no dependen de la ubicación; por lo tanto, se utilizó el mismo análisis en la PEA de 2022, y la EA escalonada de 2026 representa el mejor análisis realizado hasta la fecha. Cabe señalar que el recurso 4 (f) más cercano a la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte es el NWR marítimo de Alaska, que se encuentra a más de 70 millas náuticas al oeste. No existen recursos culturales dentro del área de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte. Para todas las categorías de recursos ambientales, el

entorno afectado cerca de los sitios de lanzamiento y aterrizaje en Starbase TX sigue siendo el mismo que se analizó en la PEA de 2022 y en la EA Escalonada de 2026.

El único cambio en el uso del suelo compatible con el ruido y el ruido que no está cubierto en la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026 es el ruido asociado con el cierre del espacio aéreo y los impactos del ruido en los recursos biológicos en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta en el norte. Los cierres del espacio aéreo para la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte La trayectoria propuesta se analiza en el siguiente párrafo, mientras que los impactos del ruido en los recursos biológicos se analizan en la sección 3.5 y los apéndices A, B y C.

Los cierres del espacio aéreo relacionados con la trayectoria del Pacífico Norte podrían provocar que las aeronaves dejaran en tierra temporalmente en los aeropuertos afectados y que se desviarán los vuelos en ruta por rutas de vuelo alternativas establecidas. La aeronave podría quedar temporalmente en tierra si el espacio aéreo por encima o alrededor del aeropuerto está cerrado. La FAA también puede utilizar los retrasos terrestres en algunas circunstancias para evitar desvíos aéreos. Si las aeronaves estuvieran en tierra, los niveles de ruido en el aeropuerto podrían aumentar temporalmente si los aviones permanecen inactivos; es probable que algunas aeronaves apaguen los motores por completo hasta que se levante el cierre. Además, dependiendo de la altitud a la que las aeronaves se acerquen a un aeropuerto, podría haber aumentos temporales en los niveles de ruido en las comunidades cercanas a los aeropuertos. Las aeronaves viajarían por las rutas y rutas de vuelo existentes que se utilizan a diario para tener en cuenta las restricciones meteorológicas y otras restricciones temporales. Cualquier aumento gradual de los niveles de ruido en los aeropuertos individuales solo duraría mientras dure el cierre del espacio aéreo y no se espera que cambie significativamente los niveles sonoros medios diurnos y nocturnos actuales en los aeropuertos afectados y las áreas circundantes. Por lo tanto, no se espera que los cierres del espacio aéreo provocados por la acción propuesta provoquen impactos de ruido significativos.

Según los hallazgos anteriores, los datos y los análisis son consistentes con los analizados en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2026. La acción propuesta debido al cierre del espacio aéreo y a los efectos en los recursos biológicos no tendría un impacto significativo en el ruido y en un uso del suelo compatible con el ruido.

3.2. Emisiones de la aviación y calidad del aire

3.2.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

Esta área se analizó previamente en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2025a y se determinó que la Acción no tendría un impacto significativo en la calidad del aire debido a las emisiones de la aviación.

3.2.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

Esta área se analizó previamente en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2025a y se determinó que la Acción no tendría un impacto significativo en la calidad del aire debido a las emisiones de la aviación.

3.2.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

Como se indica en la EA escalonada de 2025, SpaceX anticipa que los equipos y vehículos de recuperación funcionarían durante aproximadamente cinco días por cada recuperación, independientemente del lugar de aterrizaje de emergencia, y producirían emisiones insignificantes de contaminantes ambientales en un área muy dispersa. Por lo tanto, el único cambio en las emisiones de la aviación y la calidad del aire que

no están incluidos en la PEA de 2022, la EA escalonada de 2025a y la EA escalonada de 2026 es la diferencia en la cantidad de retrasos y desviaciones de las aeronaves. Sobre esta base Tabla 2.1 - 1, se prevé que hasta 300 aviones podrían desviarse o retrasarse para cada misión durante el día hasta 30 minutos.

Los cierres del espacio aéreo, los desvíos y los retrasos asociados con la trayectoria del Pacífico Norte podrían provocar un aumento de las emisiones de las aeronaves. Esto se debe principalmente a que las aeronaves necesitarían tomar rutas de vuelo alternativas preestablecidas. Esto resultaría en un mayor uso de combustible y, por lo tanto, en un aumento de las emisiones. El redireccionamiento sería un escenario de corta duración para las aeronaves afectadas y acorde con el momento de los cierres del espacio aéreo. Las emisiones liberadas por encima de la altitud de la capa de mezcla atmosférica no afectan las concentraciones de contaminantes a nivel del suelo. La guía de la FAA establece 3,000 pies (914 m) como la altura nominal de la capa de mezcla (FAA 2024c). La mayoría de las emisiones adicionales de las aeronaves desviadas se producirían mientras la aeronave se encuentre a una altitud superior a los 3,000 pies; por lo tanto, el cierre del espacio aéreo tendría un impacto insignificante en la calidad del aire a nivel del suelo. Las emisiones de las aeronaves en tierra o que vuelan a menos de 3000 pies (914 m) podrían afectar la calidad del aire. Sin embargo, las aerolíneas buscan minimizar el consumo de combustible y probablemente compensarían los retrasos reteniendo los aviones en la puerta con los motores apagados. Por estas razones, los posibles impactos en la calidad del aire derivados del cierre del espacio aéreo debido a los reingresos, teniendo en cuenta el número de aeronaves afectadas, no serían significativos.

Sobre la base de las conclusiones anteriores, la acción propuesta es congruente con las analizadas en la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026, por lo que la acción propuesta no tendría un impacto significativo en la calidad del aire debido a las emisiones de la aviación.

3.3. Materiales peligrosos, residuos sólidos y prevención de la contaminación

3.3.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

Esta área se analizó anteriormente en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2025a y se determinó que la Acción no tendría un impacto significativo en los materiales peligrosos, los residuos sólidos y la prevención de la contaminación.

3.3.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

Esta área se analizó anteriormente en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2025a y se determinó que la Acción no tendría un impacto significativo en los materiales peligrosos, los residuos sólidos y la prevención de la contaminación.

3.3.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

La Acción Propuesta es congruente con los impactos analizados en la PEA de 2022 y la EA Escalonada de 2026. El único cambio en la prevención de los materiales peligrosos, los residuos sólidos y la contaminación que no están cubiertos en la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026 es la ubicación de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte.

Un aterrizaje podría provocar la distribución de escombros y materiales peligrosos por debajo de la AHA. El tamaño de la AHA puede aumentar o disminuir a medida que la confiabilidad disminuye o aumenta con los resultados y los análisis de cada lanzamiento. Si se produjera alguna anomalía durante la operación,

SpaceX respondería rápidamente a todas las liberaciones accidentales de sustancias contaminantes e implementaría las medidas de limpieza adecuadas de acuerdo con las leyes aplicables para minimizar los impactos en el medio ambiente.

La explosión de un vehículo cerca de la superficie o la ruptura a gran altitud del vehículo Starship crearían un campo de escombros compuesto principalmente por metales pesados y algunos materiales compuestos (por ejemplo, fibra de carbono). Si se depositan en el agua, la mayoría de estos materiales se hundirían rápidamente a través de la columna de agua, mientras que algunos objetos pueden permanecer flotando en la superficie o suspendidos en la columna de agua antes de hundirse hacia el fondo marino.

Starship está construido principalmente de acero inoxidable, que no es tóxico e inerte. Otros residuos incluyen baldosas térmicas compuestas de sílice, que tiene propiedades similares al vidrio y es muy resistente a la degradación. Las placas térmicas se consideran inertes. No se esperan impactos en la calidad del aire o la química del agua. Los propulsores de Starship son oxígeno líquido y metano líquido. Se prevé que el propulsor residual se evapore o se diluya rápidamente debido a las corrientes superficiales y la mezcla oceánica. La nave espacial tendría aproximadamente 34 galones de fluido hidráulico, una sustancia peligrosa. En el caso de una anomalía, el fluido hidráulico puede permanecer contenido en el vehículo, encenderse o liberarse. No hay cambios con respecto a la acción propuesta que puedan afectar los residuos sólidos o la prevención de la contaminación.

Sobre la base de las conclusiones anteriores y los datos descritos anteriormente, las acciones propuestas son consistentes con las analizadas en la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2025a, y la acción propuesta no tendría un impacto significativo en los materiales peligrosos, los residuos sólidos y la prevención de la contaminación.

3.4. Socioeconomía

3.4.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

Esta área fue analizada previamente en la PEA de 2022, la EA Escalonada de 2025a, la EA Escalonada de 2025b y la EA Escalonada de 2026a, y se determinó que la Acción no produciría impactos socioeconómicos significativos.

3.4.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

Esta área fue analizada previamente en la PEA de 2022, la EA Escalonada de 2025a y la EA Escalonada de abril de 2025, y se determinó que la Acción no produciría impactos socioeconómicos significativos.

3.4.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

El único cambio socioeconómico que no se abordó en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2026 es la forma en que la FAA gestionaría y evaluaría los impactos en el espacio aéreo y los retrasos en las paradas terrestres en la trayectoria propuesta para el Pacífico Norte. Los impactos económicos siguen siendo desconocidos porque variarían significativamente según el tipo de aeronave o embarcación, la flexibilidad operativa, las opciones de rutas alternativas, las restricciones de programación y cualquier límite dentro de estos escenarios operativos.

Los impactos en el espacio aéreo y los retrasos en las escalas en tierra suponen un coste para las aerolíneas y los pasajeros cada año. Las causas típicas de retraso son el clima, problemas con el equipo, personal, etc. Sin embargo, estimar el impacto económico que la acción propuesta puede tener sobre el espacio

aéreo y las actividades marítimas es un desafío y es poco probable que permita obtener estimaciones razonables y defendibles. Cualquier estimación del impacto económico para los usuarios del espacio aéreo y marítimo resultante de la actividad de lanzamiento o reingreso espacial es sensible al momento de la notificación previa al lanzamiento, así como al momento y la duración del cierre, que a su vez puede verse afectado aún más por cualquier evento fuera de lo normal relacionado con el lanzamiento.

Los impactos económicos variarían significativamente según el tipo de aeronave o buque, la flexibilidad operativa, las opciones de rutas alternativas, las limitaciones de programación y cualquier margen dentro de estos escenarios operativos. Además, a medida que las operaciones Starship-Super Heavy se vuelvan más confiables en el sitio de lanzamiento de Boca Chica, el efecto en las actividades aéreas y marítimas de cada operación de lanzamiento/reingreso puede disminuir debido a la implementación de numerosos protocolos y procedimientos, al cumplimiento de los requisitos de notificación necesarios (es decir, NOTAMS y NOTMARS) y a las actividades de coordinación del espacio aéreo entre SpaceX, la FAA y la USCG. La teoría económica también reconoce que las entidades que buscan sus propios intereses y cuyas decisiones están motivadas principalmente por la ganancia, el análisis lógico y las preferencias pueden ajustar su comportamiento a restricciones recurrentes y predecibles. Como tal, las aerolíneas y otros usuarios del espacio aéreo pueden incorporar restricciones operativas conocidas de operaciones repetidas de lanzamiento y reingreso a medida que se vuelven más confiables y predecibles en sus decisiones de rutas, programación y precios.

Teniendo en cuenta estos factores y la alta sensibilidad de los impactos a variables operacionales impredecibles, la falta de relaciones causales estables y la posible adaptación de los usuarios afectados a lo largo del tiempo, cualquier intento actual de estimar el impacto económico a largo plazo de los cierres del espacio aéreo y marítimo para la acción propuesta puede ser exagerado y poco fiable y, como tal, demasiado especulativo para informar razonablemente la elección del responsable de la toma de decisiones entre posibles alternativas.

Si bien la acción propuesta incluiría estos impactos económicos derivados del cierre del espacio aéreo, no habría cambios en la cantidad de personal operativo ni en los impuestos a las aerolíneas comerciales, la actividad económica esperada, los ingresos personales, el empleo, la población, el sustento, los servicios públicos y/o las condiciones sociales.

De acuerdo con los datos y los análisis contenidos en la PEA de 2022, la EA escalonada 2025a, la EA escalonada 2025b y la EA escalonada 2026a, la acción propuesta no tendría un impacto socioeconómico significativo.

3.5. Recursos biológicos

Los recursos biológicos se dividen según los impactos biológicos terrestres y marinos y se describen en las secciones 3.5.1, 3.5.2 y en los apéndices A-C. Cada sección identifica cómo se relaciona con la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026 o en qué se diferencia de esas referencias.

3.5.1. Impactos biológicos terrestres

Los impactos biológicos terrestres relacionados con la acción propuesta son comparables a los analizados en la PEA de 2022 y en la EA escalonada de 2025a. Según Birds of Conservation Concern 2021, las regiones de conservación de aves de todas las áreas propuestas, que abarcan los hábitats terrestres y se extienden al medio marino, no llegan a más de 70 millas náuticas desde la costa desde las islas Aleutianas, Oregón o California ni a más de 200 millas náuticas desde las áreas propuestas de aterrizaje de emergencia de Hawái

y el Pacífico Central y Sudeste del Pacífico. Dado que la acción propuesta incluye aterrizajes de contingencia en la cuenca del Pacífico Norte a más de 70 millas náuticas de la costa y a más de 200 millas náuticas en la región de Hawái y el Pacífico Central y Sudeste Pacífico, los recursos biológicos terrestres no se analizan en esta EA escalonada.

3.5.2. Impactos biológicos marinos

Los siguientes estatutos, con las regulaciones correspondientes aplicables a los recursos biológicos marinos dentro del área de aterrizaje de contingencia para la acción propuesta, incluyen lo siguiente: (1) ESA, (2) MMPA y (3) MSCMA.

Como se describe en la PEA de 2022, la FAA completó una consulta programática de la ESA con el NMFS para las operaciones de lanzamiento y reingreso en el medio marino (NMFS 2022) e incluyó el análisis de los lanzamientos en Boca Chica TX y el aterrizaje de Starship en el área de lanzamiento vertical (VLA), a corta distancia en el Golfo de América o en el Océano Pacífico. El Super Heavy podría aterrizar en el VLA o a corta distancia en el Golfo de América. El NMFS estuvo de acuerdo con la determinación de la FAA de que las actividades presentadas en la consulta programática no afectarían negativamente a las especies marinas incluidas en la lista de la ESA ni a los hábitats críticos designados. Se emitió una carta de consentimiento programática (LOC) (LOC 2022; NMFS 2022).

En abril de 2025, la FAA propuso modificar y emitir una licencia de operador de vehículos que autorizaba a SpaceX a realizar operaciones de lanzamiento y reingreso de Starship-Super Heavy, con aterrizajes Super Heavy en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses) y el Golfo de América, y aterrizajes de Starship en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico (2025) un NMFS (LOC). Tras emitirse la opinión biológica el 18 de abril de 2025 en la consulta final, la FAA y SpaceX notificaron a la NMFS la necesidad de incluir el Complejo de Lanzamiento Espacial 37 de la Estación de la Fuerza Espacial de Cabo Cañaveral como sitio de lanzamiento con arreglo a la licencia actual. También proporcionaron nueva información sobre las especificaciones de los vehículos y nueva información sobre los escombros generados durante los recientes percances y anomalías de Starship y Super Heavy. (2025b NMFS LOC).

La NMFS publicó una CBO sobre el aumento de la frecuencia de lanzamiento y las operaciones de Starship Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico, con fecha del 18 de abril de 2025 (opinión biológica programática de la NMFS de 2025). La FAA propuso nueva información sobre las operaciones de los vehículos y los escombros, lo que cambió sustancialmente las exposiciones y los efectos de las especies incluidas en la lista de la ESA y su hábitat crítico. La reanudación de la CBO en las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico tuvo lugar el 16 de septiembre de 2025 (2025b NMFS CBO).

3.5.2.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

Como se indica en la sección 2.1.1.1, la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central contiene las mismas especies y densidades para las especies incluidas en las listas de la ESA y la MMPA que en la EA escalonada 2025a, la CBO del NMFS 2025a y la CBO del NMFS 2025b y, por lo tanto, no se volverá a analizar.

Dado que el área de aterrizaje de contingencia está a más de 200 millas náuticas de cualquier costa, no se requiere una evaluación de EFH para el área de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central.

3.5.2.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

Como se indica en la sección 2.1.1.2, la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico contiene las mismas especies para la ESA y la MMPA que en la EA escalonada 2025a, la CBO del NMFS 2025a y la CBO del NMFS 2025b. La EA escalonada 2025a tenía datos muy limitados de estudios sistemáticos de especies marinas en el Pacífico Sur, particularmente en las áreas de alta mar, incluida la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico, por lo que no hay estimaciones de densidad disponibles para las especies marinas en la zona de aterrizaje ya aprobada y en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sudeste del Pacífico (Kaschner et al. 2006). La FAA ha completado una adición para la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Sudeste propuesta para la CBO del NMFS 2025b; consulte el Apéndice E para obtener más información.

Al igual que la zona de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico central, la zona de aterrizaje de contingencia del SE está a más de 200 millas náuticas de cualquier costa, por lo que no se requiere una evaluación de EFH para la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el sureste del Pacífico.

3.5.2.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

Los impactos biológicos marinos relacionados con la zona de aterrizaje de contingencia propuesta en el Pacífico Norte no se han evaluado previamente. Los reglamentos sobre el impacto biológico marino aplicables en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte en relación con la acción propuesta incluyen lo siguiente: (1) ESA, (2) MMPA y (3) EFH.

Especies incluidas en la lista de la ESA

La lista de especies en peligro y amenazadas incluidas en la lista de la ESA con posible presencia en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte y que podrían verse afectadas por la acción propuesta se elaboró revisando los sitios web de especies en peligro de extinción del NMFS, la lista de especies de información para planificación y consulta (IPAC) del USFWS, la literatura científica y los informes disponibles, y consultando con expertos en especies. Tabla 3.5 - 1 enumera las especies incluidas en la lista de la ESA que se encuentran bajo la jurisdicción del NMFS y que pueden verse afectadas por la acción propuesta. No hay un hábitat crítico designado en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte. Como se explica en la Sección 1.5, la EA escalonada 2025a analizó el petrel tormentoso, el petrel hawaiano, la pardela de Newell's y el albatros de cola corta en la zona de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central, cerca de Hawái. Para garantizar que las dos regiones operativas analizadas estén cubiertas, esta sección incorpora los datos de referencia y el análisis de los efectos de estas mismas cuatro especies de aves marinas incluidas en la lista de la ESA dentro de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte. Fuera de sus hábitats primarios de anidación y alimentación cerca de la costa, su distribución en el mar abarca aguas pelágicas que se cruzan con la trayectoria teórica de reentrada.

Como indica el BCO de la NMFS, el potencial de *captura* es mayor si se produce un evento explosivo en la superficie durante el reingreso y el aterrizaje de Starship. Las densidades de especies (es decir, el número de animales por unidad de área) son necesarias para estimar cuantitativamente el número de posibles exposiciones de las especies incluidas en la lista de la ESA al ruido impulsivo derivado de la acción

propuesta. Las densidades solo están disponibles para los mamíferos marinos y las tortugas marinas; las densidades para los peces y los invertebrados no están disponibles en la literatura científica. Los datos sobre la abundancia y distribución de las especies se derivan de estudios sistemáticos de especies marinas y son necesarios para estimar las densidades de las especies con un nivel aceptable de incertidumbre.

Para todas las especies marinas, se requiere un esfuerzo significativo para recopilar y analizar datos a fin de producir una estimación de la densidad, y muchas regiones oceánicas no se han estudiado de manera que respalde la derivación de una estimación (Kaschner et al., 2011) de densidad cuantitativa. El área de acción incluye regiones que han sido objeto de encuestas exhaustivas (por ejemplo, la Zona Económica Exclusiva (EEZ) de la costa oeste de los Estados Unidos) y otras áreas donde ha habido poco o ningún esfuerzo de estudio sistemático, incluido el Océano Pacífico Norte, al sur del Golfo de Alaska y las Islas Aleutianas. Los datos de densidad disponibles incluyen estimaciones de densidad sólidas y espacialmente explícitas derivadas de modelos de densidad basados en el hábitat o modelos de distribución de especies desarrollados a partir de varios años de datos de encuestas sistemáticas (Becker et al., 2022a; Becker et al., 2022b; Roberts et al., 2016) a lo largo de la costa oeste, así como estimaciones de densidad uniformes del Golfo de Alaska que se extrapolaron al área de acción donde no existen datos de densidad.

Tabla 3.5 - 1 . Especies en peligro de extinción y estado en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

Especie	Población (DPS)	Estado de la ESA	Estado de MMPA	Densidad (animales/km²)	
				Máxima	Media
Peces					
Manta raya gigante (<i>Manta birostris</i>)	n/a	Amenazada	n/a	n/a	n/a
Tiburón oceánico de punta blanca (<i>Carcharhinus longimanus</i>)	n/a	Amenazada	n/a	n/a	n/a
Tiburón martillo festoneado (<i>Sphyrna lewini</i>)	(Pacífico oriental)	En peligro	n/a	n/a	n/a
Chum Salmon (<i>Oncorhynchus keta</i>)	ESU de la población estival del canal Hood	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	ESU del río Columbia	Amenazada	n/a	n/a	n/a
Sockeye Salmon (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	ESU del lago Ozette	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	ESU del río Snake	En peligro	n/a	n/a	n/a

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Especie	Población (DPS)	Estado de la ESA	Estado de MMPA	Densidad (animales/km ²)	
				Máxima	Media
Steelhead (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	(Puget Sound)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Río Columbia Superior)	En peligro	n/a	n/a	n/a
	(Río Columbia Central)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Río Columbia Inferior)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Río Willamette Superior)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Cuenca del río Snake)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Norte de California)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Valle Central de California)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
	(Costa central de California)	Amenazada	n/a	n/a	n/a
Tortugas marinas					
Tortuga laúd (<i>Dermochelys coriacea</i>)	n/a	En peligro	n/a	0.002	0.002
Aves marinas					
Petrel de tormenta de Madeira (<i>Hidrobates castro</i>)	Hawaii	En peligro	n/a	n/a	n/a
Petrel hawaiano (<i>Pterodroma sandwichensis</i>)	-	En peligro	n/a	n/a	n/a
Pardela de Newell (<i>Puffinus newelli</i>)	-	En peligro	n/a	n/a	n/a
Albatros de cola corta (<i>Phoebastria albatrus</i>)	-	En peligro	n/a	n/a	n/a
Mamíferos marinos					

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Especie	Población (DPS)	Estado de la ESA	Estado de MMPA	Densidad (animales/km ²)	
				Máxima	Media
Ballena Sei (<i>Balaenoptera borealis</i>)	Pacífico Norte Oriental	En peligro	Agotado	0.0004	0.00038
Ballena azul (<i>Balaenoptera musculus</i>)	Pacífico Norte Oriental	En peligro	Agotado	0.000821	0.00041
Ballena común (<i>Balaenoptera physalus</i>)	CA/OR/WA	En peligro	Agotado	0.019306	0.010606
	Pacífico nororiental	En peligro	Agotado		
Ballena franca del Pacífico Norte (<i>Eubalaena japonica</i>)	Pacífico Norte Oriental	En peligro	Agotado	0.00003	0.000019
Ballena jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	México- Pacífico Norte (México)	Amenazada	Agotado	0.19267	0.01873
	México continental-CA-OR-WA (México)	Amenazada	Agotado		
	Centroamérica-sur de México-CA-OR-WA (Centroamérica)	En peligro	Agotado	0.00501	0.05154
	Pacífico Norte Occidental (Pacífico Norte Occidental)	En peligro	Agotado	0.001	0.001
Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	CA/OR/WA	En peligro	Agotado	0.004076	0.001480
	Pacífico Norte	En peligro	Agotado		
Lobo marino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>)	Mexico	Amenazada	Agotado	0.22007	0.08764
Ballena gris (<i>Eschrichtius robustus</i>)	Pacífico Norte Occidental (Pacífico Norte Occidental)	En peligro	Agotado	0	0
León marino de Steller (<i>Eumetopias jubatus</i>)	Occidental (Occidental)	En peligro	Agotado	0	0

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Especie	Población (DPS)	Estado de la ESA	Estado de MMPA	Densidad (animales/km ²)	
				Máxima	Media

DPS = segmento de población distinto, ESU = unidad evolutivamente significativa, n/a = no aplicable, ESA = Ley de especies en peligro de extinción, CA = California, OR = Oregón, WA = Washington

Las estimaciones de densidad presentadas Tabla 3.5 - 1 incluyen tanto un promedio de todos los valores de densidad como la densidad máxima para cada especie en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte. La densidad máxima se utilizó en el análisis como un enfoque conservador para estimar las posibles exposiciones, pero la densidad máxima no es representativa de la distribución de las especies en toda la zona de aterrizaje y es probable que sobreestime los posibles efectos de la acción. Por ejemplo, una estimación de la densidad máxima de la ballena jorobada proviene de aguas cercanas a la costa a lo largo de la costa oeste y sobre la plataforma continental, mientras que las densidades más alejadas de la costa, en aguas profundas que constituyen la mayor parte del área de acción, son órdenes de magnitud más bajas. Para abordar las estimaciones de exposición superiores a las esperadas para especies específicas, también se calculó una estimación de la densidad media o promedio para cada especie y se utilizó en el análisis para presentar una evaluación más representativa de los posibles efectos. Las fuentes de datos y los métodos utilizados para obtener las estimaciones de densidad media y máxima se describen a continuación.

Tres especies han designado un hábitat crítico adyacente al área de acción, pero no dentro de ella: la ballena jorobada (segmento poblacional distinto de Centroamérica [DPS] y México DPS), el león marino de Steller (DP occidental) y la tortuga laúd. Todos los hábitats críticos se encuentran fuera de la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte y no se verán afectados por la acción; por lo tanto, el hábitat crítico no se analiza con más detalle en este documento.

Los leones marinos de Steller del DPS occidental y las ballenas grises del DPS del Pacífico Noroccidental prefieren un hábitat cercano a la costa y no se espera que se encuentren en alta mar, en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte. El hábitat crítico para los lobos marinos de Steller se extiende solo hasta 20 millas náuticas desde la costa de Alaska y es indicativo de sus preferencias de hábitat (NMFS 1993). Las ballenas grises del Pacífico Norte Occidental (DPS) se distribuyen principalmente en el Pacífico Norte occidental frente a las costas de Rusia. Si bien se encuentran frente a las costas de Norteamérica, su abundancia es muy baja y siguen las mismas rutas migratorias cercanas a la costa que las ballenas grises en el mayor DPS del Pacífico Norte oriental, y se espera que permanezcan cerca de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta (Becker et al., 2022a; Becker et al., 2022b; Roberts et al., 2016). Ninguna de estas especies se describe con más detalle en este documento.

Calcular el área potencialmente afectada en la que podrían verse afectadas las especies incluidas en la lista de la ESA es uno de los datos necesarios para realizar un análisis cuantitativo de los posibles impactos en las especies marinas. También se requieren datos sobre la abundancia y distribución de los mamíferos marinos en la zona potencialmente afectada para realizar un análisis cuantitativo de los posibles impactos. El resumen que se presenta a continuación es congruente con la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026. La LOC del NMFS 2025a identificó posibles factores de estrés para las especies incluidas en la lista de la ESA debido a las actividades de Starship. Estos posibles factores de estrés, que seguirían aplicándose en virtud de la acción propuesta, incluyen el siguiente resumen (en el Apéndice A para las especies marinas incluidas en la Lista de la ESA, en el Apéndice B para las aves marinas incluidas en la Lista de la ESA, en el Apéndice C para los mamíferos marinos y en el Apéndice D para la EFH):

-
- (1) **Estampidos sónicos y ruidos impulsivos generados durante los lanzamientos y aterrizajes:** Los estampidos sónicos están asociados con cualquier reingreso de Starship debido a que la velocidad del vehículo pasa de velocidades supersónicas a subsónicas, lo que provoca un estampido sónico durante el aterrizaje. El análisis de los estampidos sónicos es congruente con la PEA de 2022 y la EA escalonada de 2026, ya que la aparición de estampidos sónicos no depende de la ubicación. Los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA que se encuentran en el área de acción podrían estar expuestos a las sobrepresiones de los estampidos sónicos y al ruido impulsivo en el aire cuando salen a la superficie para respirar. Sin embargo, la probabilidad de que ambos eventos ocurran al mismo tiempo (es decir, que un animal salga a la superficie y se produzca un estampido/ruido de impulso sónico) es extremadamente baja, teniendo en cuenta que la duración del estampido sónico es inferior a 1 segundo (menos de 300 milisegundos) y la duración de un aterrizaje en el océano es inferior a 1 minuto. Los estampidos sónicos de Starship pueden oscilar entre 1 y 2 libras por pie cuadrado (psf). Una sobrepresión de 1 psf equivale a un nivel de exposición al sonido (SEL) de 102 decibelios ponderados en C⁵ (dBC; Rylander, 1974) y a un nivel máximo de presión sonora de 128 decibelios (dB). Una sobrepresión de 2 psf (nivel máximo de presión sonora de 134 dB) es similar a la de un trueno a 1 km. La mayoría de los estudios sobre explosiones sónicas en animales se realizaron entre 1960 y 1990 debido al interés por los viajes supersónicos comerciales y, por lo general, se centraron en las explosiones sónicas de 1 a 2 psf, que son típicas de los aviones. Como se explica en la edición 2026 de la EA Escalonada, los niveles de ruido impulsivo de un solo evento y los estruendos sónicos no afectarían a las especies incluidas en la lista de la ESA, ya que estos eventos transfieren poca energía a la columna de agua (FAA 2017). La FAA también se ha asegurado de que la acción propuesta minimice la superposición con los hábitats marinos protegidos y los corredores de migración de ballenas. Las medidas de mitigación incluyen áreas de evitación designadas (consulte Figura Mapa de medidas de mitigación y evitación del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico 3.5 - 1). Por lo tanto, cualquier efecto de los estampidos sónicos o el ruido impulsivo en los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA en la superficie del agua sería descartable, ya que es muy poco probable que estos animales se expongan al factor estresante.

Las especies de aves marinas incluidas en la lista de la ESA que se encuentran cerca de la zona de recuperación pueden estar expuestas a estampidos sónicos durante un aterrizaje. Al bucear, las aves no estarían expuestas a estos ruidos. Las capacidades auditivas de estas especies no se han medido; por lo tanto, sus capacidades auditivas se deducen de otras especies. La mayoría de la literatura publicada sobre la audición de las aves se centra en las aves terrestres y su capacidad para oír en el aire. Una revisión de 32 especies terrestres y marinas indica que las aves generalmente tienen una sensibilidad auditiva máxima entre 1 y 4 kilohercios (kHz; Beason 2004; Dooling 2002). Muy pocas especies de aves marinas pueden oír por debajo de los 20 hercios, la mayoría tienen un límite de audición de frecuencia superior de 10 kHz y ninguna presenta audición a frecuencias superiores a 15 kHz (Dooling 2002). Las capacidades auditivas se han estudiado solo en unas pocas aves marinas (Beason 2004; Beuter et al. 1986; Crowell et al. 2015; Johansen et al. 2016; Maxwell et al. 2017; Mooney et al. 2019; Thiessen 1958; Wever et al. 1969); estos estudios muestran que los rangos auditivos y la sensibilidad de las aves marinas en el aire concuerdan con lo que se sabe sobre la audición de las aves en general (USFWS 2026 BA).

⁵ La ponderación C es una ponderación de frecuencia que mide el impacto de los ruidos fuertes en el oído humano. La ponderación C se utiliza para medir la presión acústica máxima, como la medición del ruido impulsivo.

Los estampidos sónicos pueden causar alteraciones fisiológicas o de comportamiento temporales a las especies de aves marinas incluidas en la lista de la ESA. Estas alteraciones serían de corta duración y podrían asustar a las personas y provocar pequeñas alteraciones del comportamiento. Los efectos potenciales variarían entre las personas debido al temperamento, el sexo, la edad y la experiencia previa con el ruido, así como a la distancia a la fuente de ruido. Debido a la naturaleza transitoria y a corto plazo de los estampidos sónicos y a las bajas densidades de especies de aves marinas incluidas en las listas de la ESA dentro del Área de Acción, solo se prevé que los posibles efectos sean conductuales y temporales. Es probable que estas reacciones conductuales sean a corto plazo (minutos) y es poco probable que causen consecuencias a largo plazo para las personas o las poblaciones.

- (2) **Impacto directo de objetos caídos (restos de Starship):** En el caso de que se rompa durante el vuelo, los fragmentos de Starship que caigan del cielo podrían afectar a las especies incluidas en la lista de la ESA que se encuentran en el agua. La principal preocupación es el impacto directo de estos objetos que golpean a una especie incluida en la lista de la ESA. Las huelgas pueden provocar lesiones o la muerte de las personas golpeadas. Como el NMFS estima que la probabilidad de que un vehículo aterrice en un lugar específico dentro de una parte del área de acción es igual en esa parte, la densidad media mensual más alta de especies en todas las partes del área de acción se utiliza como indicador para todas las especies consideradas en esta consulta. La densidad máxima de especies más alta es de 0.19267 animales/km² para el DPS de ballenas jorobadas de México en los meses de verano en el límite oriental de la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte frente a la costa de Oregón. Al multiplicar la densidad de especies por el área del vehículo, 0.00063 km², se obtiene un número extremadamente pequeño de individuos que pueden estar expuestos al impacto directo de un objeto que cae (0.00012 animales). Por lo tanto, la probabilidad de que una especie incluida en la lista de la ESA se encuentre en el lugar exacto de la superficie al mismo tiempo que una parte de Starship aterrice en el agua es extremadamente improbable y, por lo tanto, descontable.

Los restos de Starship se deben a 1) una ruptura durante el vuelo, 2) una ruptura al aterrizar en el océano (por lo que se espera que los escombros estén contenidos a menos de 1 km del lugar de aterrizaje) o 3) un percance será más pequeño que el de la propia Starship. La caída de objetos puede perturbar la superficie del mar al impactar contra el océano, perturbar el fondo marino al asentarse y afectar las condiciones físicas y biológicas, incluida la calidad del agua y los sedimentos. La caída de objetos también puede desplazar temporalmente a las especies de presas a medida que los objetos se hunden en la columna de agua y afectar temporalmente la disponibilidad de presas a medida que la presa se dispersa lejos del objeto. Sin embargo, no se espera que el hundimiento temporal de los escombros o del propio vehículo a través de la columna de agua afecte a la densidad, abundancia, disponibilidad o accesibilidad generales de las presas de una manera que afectaría de manera mensurable a cualquier especie incluida en la lista de la ESA. Los desechos que descansan en el fondo marino en aguas profundas de alta mar por debajo de la zona eufótica no afectarían a las especies de peces, mamíferos marinos y tortugas marinas incluidas en las listas de la ESA que no habitan ni buscan alimento en hábitats bentónicos de aguas profundas. En resumen, los posibles efectos sobre las especies incluidas en la lista de la ESA derivados del impacto directo de la caída de objetos son incontables.

- (3) **Impactos de escombros no recuperados:** Los escombros de Starship podrían incluir acero inoxidable, baldosas y esteras térmicas (térmicas), recipientes a presión sobre envueltos en compuestos (COPV), corcho, plástico y adhesivo. Se espera que los fragmentos de acero inoxidable se hundan debido a su

densidad. Si bien es posible que una lámina de acero inoxidable flote en determinadas condiciones del mar, es probable que eventualmente se hunda debido a la acción de las olas. Las baldosas térmicas y las esteras están hechas de sílice y se espera que floten. Los desechos no recuperados pueden ser ingeridos por especies incluidas en la lista de la ESA que buscan alimento en la zona de aterrizaje. En un estudio mundial reciente sobre la ingestión de desechos marinos, la mayoría de las 46 muertes de mamíferos marinos se debieron a la ingestión de plástico parecido a una película (por ejemplo, bolsas de plástico), fragmentos de plástico (dureza no especificada), cuerdas o redes y restos de pesca (Roman et al. 2021). Según los estudios antes mencionados sobre la ingestión de desechos, parece poco probable que las especies incluidas en la Lista de la ESA ingieran los siguientes tipos de desechos: acero inoxidable, baldosas térmicas, esteras y COPVs. Es probable que el corcho, el plástico y los adhesivos floten si no se destruyen durante el evento explosivo. Dado que el plástico es inflamable, es probable que cualquier plástico de Starship se incinere y no sobreviva en el océano. El corcho es un material aislante muy conocido, especialmente para el aislamiento térmico, y los estudios muestran que el corcho y el corcho compuesto tienen una inflamabilidad relativamente baja y pueden ser útiles como retardadores de fuego y protección térmica, pero durante un evento explosivo, es poco probable que el corcho sobreviva debido a la descomposición del corcho en polvo, que se vuelve extremadamente inflamable. Dada la gran extensión del océano, la distribución en la que las especies incluidas en la lista de la ESA pueden encontrarse y buscar alimento en esas áreas, y la adición relativamente pequeña de desechos de Starship al total de desechos del océano, es poco probable que las especies incluidas en la Lista de la ESA encuentren un trozo de escombros de Starship y lo ingieran. En resumen, los posibles efectos de los desechos no recuperados sobre las especies incluidas en la lista de la ESA son incontables. Los posibles efectos de los desechos no recuperados en el hábitat crítico designado son insignificantes.

- (4) **Impactos de la contaminación (emisiones de buques y vehículos, combustible):** Los contaminantes emitidos por las embarcaciones utilizadas durante las operaciones de vigilancia o recuperación de Starship-Super Heavy pueden incluir gases de escape (dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre) y derrames o fugas de combustible o petróleo. Estos contaminantes pueden afectar a las especies incluidas en la lista de la ESA que respiran aire, como los mamíferos marinos. Es poco probable que los contaminantes del aire tengan un impacto apreciable en las especies incluidas en la lista de la ESA, dada la duración relativamente corta de las operaciones de los buques (aproximadamente cinco días por cada lanzamiento con recuperación), la dispersión de los contaminantes en el aire y el breve tiempo que los mamíferos marinos pasan en la superficie del agua para respirar. Por lo tanto, los efectos de los contaminantes del agua sobre las especies incluidas en la lista de la ESA debido a la acción propuesta serán tan pequeños que serán inconmensurables. Por lo tanto, los efectos de los contaminantes procedentes de las actividades de los buques en las especies incluidas en la lista de la ESA son despreciables. En el caso de que el propulsor residual de Starship acabe en el océano, se espera que el propulsor residual se evapore o se diluya con relativa rapidez debido a las corrientes superficiales y la mezcla de los océanos. Es poco probable que el combustible residual contribuya de manera apreciable a los niveles generales de contaminantes en la zona de aterrizaje de emergencia del Pacífico Norte, dado el número limitado de veces que se gastará Starship (y el propulsor residual llegaría al océano) y la gran área de acción. Los efectos del combustible residual en el océano sobre las especies incluidas en la lista de la ESA son inconmensurables y, por lo tanto, insignificantes.

-
- (5) **Presencia, impacto y ruido de la embarcación:** La presencia de embarcaciones puede molestar a los animales, el impacto de las embarcaciones puede provocar lesiones o la mortalidad y el ruido de las embarcaciones puede causar perturbaciones debido a los niveles elevados de ruido. La duración de las operaciones del buque dura aproximadamente cinco días para su recuperación. La acción propuesta tiene una cantidad limitada de actividad marítima, especialmente en comparación con la cantidad de tráfico de embarcaciones recreativas y comerciales. Dada la contribución relativamente pequeña de los buques asociada a la acción propuesta a la actividad general de los buques, se espera que los efectos de la presencia de los buques sean tan leves que no puedan evaluarse de manera significativa y, por lo tanto, sean insignificantes. La posibilidad de que un buque golpee a una especie incluida en la lista de la ESA es poco probable porque la acción propuesta consiste en un uso relativamente bajo de embarcaciones. Además, los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA pueden pasar tiempo en la superficie del océano o cerca de ella, pero por lo general pasan la mayor parte del tiempo bajo el agua, donde no estarían expuestos a los choques con embarcaciones. El ruido de las embarcaciones puede producir una perturbación acústica o afectar de otro modo a las especies incluidas en la lista de la ESA que pasan tiempo cerca de la superficie, lo que generalmente puede alterar su comportamiento. Los estudios han demostrado que la operación de los buques puede provocar cambios en el comportamiento de los mamíferos marinos; sin embargo, el ruido de los buques no superará al de los buques comerciales más grandes y solo será temporal. Los posibles efectos sobre las especies incluidas en la lista de la ESA derivados de la presencia, el impacto y el ruido de los buques son despreciables o insignificantes.
- (6) **Sobrevuelo de aeronaves:** El ruido del sobrevuelo de las aeronaves puede entrar en el agua, pero como se ha dicho en relación con los estampidos sónicos y el ruido impulsivo, muy poco de ese sonido se transmite al agua. La intensidad del sonido producido a grandes altitudes se reduce cuando llega a la superficie del agua. En altitudes más bajas, el ruido percibido será más fuerte, pero disminuirá rápidamente a medida que la aeronave se aleje. Las especies incluidas en la lista de la ESA que se encuentran en la superficie o muy cerca de ella en el momento de un sobrevuelo podrían estar expuestas a algún nivel de sonido elevado. También podría haber un estímulo visual provocado por el sobrevuelo que podría provocar una respuesta conductual. Tanto el ruido como los estímulos visuales serían temporales y solo se producirían si una persona está surfeando o muy cerca de la superficie y, al mismo tiempo, una aeronave sobrevuela. Los estudios han demostrado efectos menores en el comportamiento (por ejemplo, mayor tiempo hasta la primera vocalización, inmersiones bruscas, períodos más cortos de superficie, brechas, palmadas en la cola) en los mamíferos marinos expuestos a sobrevuelos repetidos de aviones de ala fija (Patenaude et al. 2002b; Richter et al. 2003a; Smulter et al. 2008b; Würsig et al. 1998). Sin embargo, la mayoría de estas respuestas se produjeron cuando la aeronave estaba por debajo de una altitud de aproximadamente 250 m, que es inferior a la altitud a la que volaría la aeronave durante la vigilancia para las actividades consideradas. Dadas las respuestas conductuales limitadas y temporales documentadas en las investigaciones disponibles, los posibles efectos sobre las especies incluidas en la lista de la ESA derivados del sobrevuelo de las aeronaves son insignificantes.
- (7) **Efectos acústicos en el aire de aterrizajes de vehículos y eventos explosivos:** Las especies incluidas en la lista de la ESA que salen a la superficie para respirar pueden estar expuestas a los efectos acústicos en el aire de un aterrizaje de emergencia de una nave espacial o de un evento explosivo. Para estar expuestos a este factor de estrés, los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA tendrían que estar exactamente en el mismo lugar y al mismo tiempo en que Starship aterrice, o

posteriormente se produciría un evento explosivo. Los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA pasan muy poco tiempo en la superficie y, por lo general, solo dedican unos segundos a respirar antes de volver a sumergirse bajo el agua. Los aterrizajes de Starship, ya sea que provoquen un evento explosivo o no, solo ocurrirán 25 veces en el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte. Por lo tanto, dado el número limitado de desembarques y eventos explosivos, y las grandes áreas en las que se pueden distribuir las especies incluidas en la lista de la ESA, es extremadamente improbable que las especies incluidas en la lista de la ESA estén expuestas a los efectos acústicos en el aire de los aterrizajes de vehículos y los eventos explosivos y, por lo tanto, los efectos son despreciables.

- (8) **Calor causado por aterrizajes de vehículos y eventos explosivos:** El calor producido por el aterrizaje de un vehículo (producido por los motores durante la combustión del aterrizaje) o por un evento explosivo pueden afectar a los mamíferos marinos incluidos en la lista de la ESA. Un evento explosivo provocaría un aumento temporal pero significativo de las temperaturas en la superficie del océano debido a la quema del propulsor. Para estar expuestas a este factor de estrés, las especies incluidas en la lista de la ESA deberían estar exactamente en el mismo lugar y al mismo tiempo en que Starship aterrice o, posteriormente, se produzca un evento explosivo. Las especies incluidas en la lista de la ESA pasan la mayor parte del tiempo bajo el agua, y es poco probable que haya especies en la superficie al mismo tiempo. Por lo tanto, dado el número limitado de aterrizajes y eventos explosivos y el tiempo limitado que los mamíferos marinos incluidos en las listas de la ESA pasan en la superficie, es extremadamente improbable que las especies incluidas en la lista de la ESA estén expuestas al calor provocado por los aterrizajes de vehículos y los eventos explosivos.
- (9) **Efectos acústicos submarinos de eventos explosivos:** Calcular el área potencialmente afectada en la que podrían verse afectados los animales incluidos en la lista de la ESA es uno de los datos necesarios para realizar un análisis cuantitativo de los posibles impactos en las especies de la ESA. También se requieren datos sobre la abundancia y distribución de las especies incluidas en la lista de la ESA en el área potencialmente afectada para realizar un análisis cuantitativo de los posibles impactos. Estos datos figuran en el Dictamen sobre el reinicio de la Conferencia Biológica sobre las operaciones de reingreso de Starship de SpaceX en apoyo de la consulta de la Sección 7 de la ESA con el NMFS (apéndice A). Los resultados del modelo para un aterrizaje en la zona de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Norte dan como resultado que ninguna exposición supere el umbral máximo de lesión auditiva (AINJ) o el umbral de cambio de umbral temporal (TTS). Por lo tanto, los efectos acústicos submarinos de los eventos explosivos pueden afectar, pero no es probable que afecten negativamente a las especies marinas incluidas en la lista de la ESA (consulte el apéndice A).

La FAA reinició la consulta con el NMFS sobre esta acción propuesta (Apéndice A.) La FAA consultó previamente con el USFWS durante la EA escalonada de 2025 sobre los mismos posibles impactos en el petrel tormentoso, el petrel hawaiano, la pardela de Newell's y el albatros de cola corta (apéndice A de la EA escalonada de 2025; número de consulta 02ETCC00- 2012-F-0186-R001; 2023-0087412). El USFWS estuvo de acuerdo en que la acción propuesta en la EA escalonada 2025a podría afectar, pero no es probable que afecte negativamente a cada una de estas especies. La FAA reinició la consulta con el USFWS sobre esta acción propuesta (Apéndice B).

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

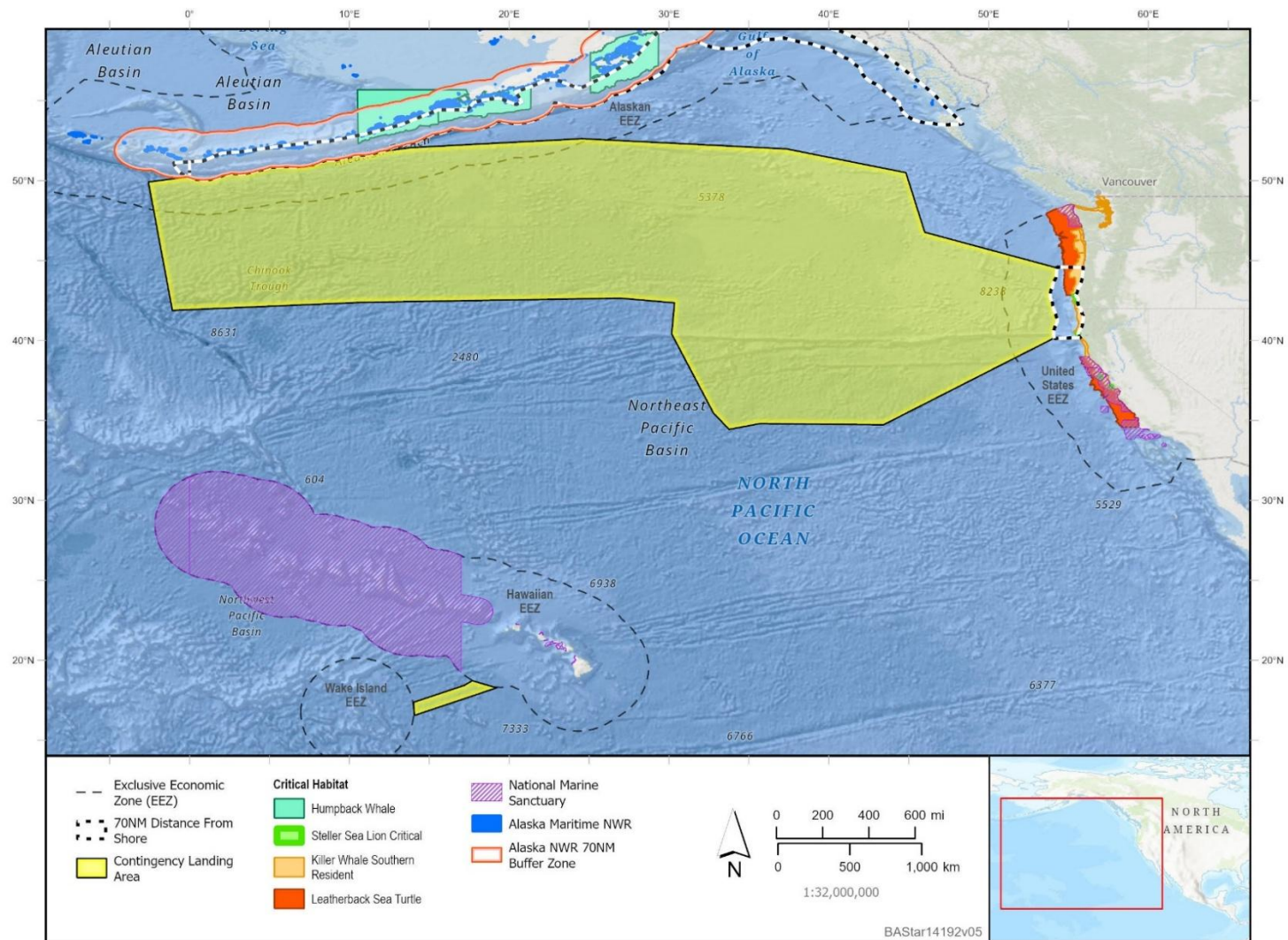


Figura Mapa de medidas de mitigación y evitación del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico 3.5 - 1 Norte

Mamíferos marinos

Según la MMPA, 16 U.S.C. Sección 1361 y *siguientes*, el Secretario de Comercio permitirá, previa solicitud, la captura accidental, pero no intencional, de mamíferos marinos por parte de ciudadanos estadounidenses que se dediquen a una actividad específica (que no sea la pesca comercial) dentro de una región geográfica específica. El término “tomar” significa “acosar, cazar, capturar o matar, o intentar acosar, cazar, capturar o matar a cualquier mamífero marino” (16 U.S.C. § 1362[13]).

Un total de 27 especies de cetáceos y otros mamíferos marinos podrían encontrarse dentro del Área de Aterrizaje de Contingencia del Pacífico Norte (Tabla 3.5 - 2). La CBO del NMFS de 2026 contiene información adicional sobre el estado, las tendencias de la población y la distribución de cada especie dentro del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte.

Tabla 3.5 - 2. Se espera que las especies de mamíferos marinos se encuentren en la zona de aterrizaje de contingencia del Pacífico norte

Nombre taxonómico	Nombre común
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke común
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano
<i>Aethalodelphis obliquidens</i>	Delfín de lados blancos del Pacífico
<i>Delphinus delphis delphis</i>	Delfín común de hocico corto
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ballena piloto de aletas cortas
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso
<i>Lissodelphis borealis</i>	Delfín liso del norte
<i>Orcinus orca</i>	Ballena asesina
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín rayado
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín mular común
<i>Phocoenoides dalli</i>	Marsopa de Dall
<i>Berardius bairdii</i>	Zifio de Baird
<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>	Zifio de Hubbs
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Ballena picuda de Blainville
<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	Zifio de dientes de ginkgo
<i>Mesoplodon perrini</i>	Zifio de Perrin
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio pigmeo
<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	Zifio de Stejneger
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier / zifio de pico de ganso
<i>Arctocephalus townsendi</i>	Lobo marino de Guadalupe
<i>Callorhinus ursinus</i>	Lobo marino del norte
<i>Eumetopias jubatus</i>	León marino de Steller
<i>Mirounga angustirostris</i>	Elefante marino del norte
<i>Phoca vitulina richardii</i>	Foca común del Pacífico
<i>Zalophus californianus</i>	León marino de California

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

Los impactos de la MMPA se determinan mediante el proceso de la IHA con el NMFS. SpaceX presentó una carta a la NMFS en la que afirmaba que no es probable que la acción propuesta dé lugar a la captura accidental de mamíferos marinos bajo la jurisdicción de la NMFS. SpaceX se está coordinando con el NMFS para determinar si la acción propuesta requerirá una IHA (Apéndice C).

Hábitat Esencial para Peces

SpaceX y la FAA implementan numerosos protocolos y procedimientos para evaluar, evitar, mitigar y minimizar los posibles riesgos para la EFH durante las operaciones de reingreso, que se analizan en la PEA 2026 FAA EIS de 2022 y en el NMFS BCO 2025a y 2025b del NMFS. La zona de aterrizaje de contingencia propuesta para Hawái y el Pacífico Central se encuentra completamente fuera de la Zona Económica Exclusiva de Hawái y, por lo tanto, no contiene EFH (Figura 3.5 - 2). Por lo tanto, solo se analizará la zona de aterrizaje de contingencia propuesta en el Pacífico Norte con respecto a la EFH. Como se describe en la PEA de 2022, en caso de un evento explosivo, podría haber un impacto potencial en las especies marinas y en la EFH si los escombros del vehículo Starship cayeran al océano. Starship podría hundirse pero no provocar cambios permanentes en los parámetros físicos (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, etc.) de la columna de agua. La probabilidad de que un vehículo gastado impacte en la EFH seguiría siendo insignificante. SpaceX espera que el combustible a bordo del vehículo de lanzamiento se consuma durante la ruptura del vehículo, así como todo el propulsor residual, que se quemaría. Cualquier residuo estructural restante estaría hecho de materiales inertes y no se prevé que afecte a la calidad del agua ni al EFH. Un resumen de los posibles impactos de la acción propuesta en la EFH y las áreas de hábitat de especial preocupación (HAPC) entre las regiones del Consejo de Gestión Pesquera no superó la determinación de mínimo. Tabla 3.5 - 3 presenta las determinaciones de los efectos de la EFH y la HAPC en el área de estudio. La FAA presentó una evaluación de la EFH para consultar con el NMFS sobre los posibles efectos en la EFH. El NMFS inició la consulta con la FAA el 24 de junio de 2026 (número de consulta OHC-2026-01306). Consulte el Apéndice D para obtener más información

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

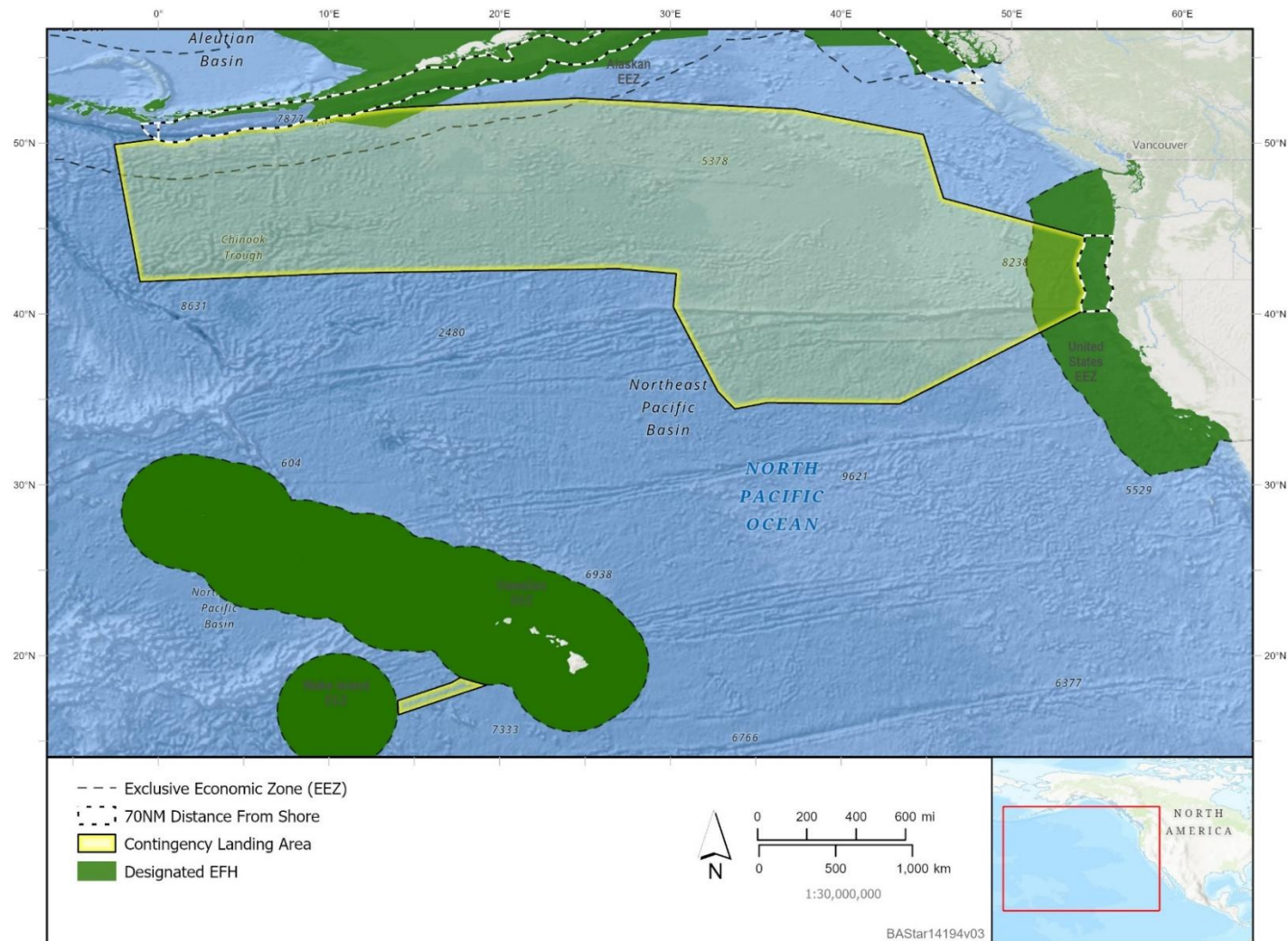


Figura 3.5 - 2. Áreas de aterrizaje de contingencia propuestas en el Pacífico Norte y Hawái y el Pacífico Central

Tabla 3.5 - 3. Posibles impactos de las operaciones de reingreso en el hábitat esencial de los peces y en las áreas de hábitat de especial preocupación dentro del área de estudio

<i>Factores estresantes</i>	<i>Columna de agua</i>	<i>Hábitat bentónico abiótico</i>	<i>Hábitat biogénico</i>	<i>HAPC</i>
Factores estresantes explosivos				
Explosiones en la superficie o cerca de ella	Efecto adverso (mínimo y temporal)	Efecto adverso (mínimo y temporal)	Efecto adverso (mínimo y temporal)	Sin efecto
Trastornos físicos y factores estresantes por ataque				
Materiales gastados	Efecto adverso (mínimo y temporal)	Efecto adverso (mínimo y de corto plazo a permanente)	Efecto adverso (mínimo y de corto plazo a permanente)	Efecto adverso (mínimo y temporal)
Efectos contaminantes				
Propulsor de cohetes y otros contaminantes químicos	Efecto adverso (mínimo y temporal)	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto

Nota: HAPC = Áreas de hábitat de especial preocupación

3.6. Sección 4 (f) y Sección 6 (f) de la Ley del Departamento de Transporte

Sección 4 (f) de los Departamento de Transporte de los Estados Unidos de 1966 (ahora codificada en 49 U.S.C. §303) protege importantes parques de propiedad pública, áreas recreativas, refugios de vida silvestre y aves acuáticas y sitios históricos públicos y privados. La Sección 4 (f) establece que el Secretario de Transporte puede aprobar un programa o proyecto de transporte que requiera el uso de terrenos de propiedad pública de un parque público, área recreativa o refugio de vida silvestre o aves acuáticas de importancia nacional, estatal o local; o terrenos de un sitio histórico de importancia nacional, estatal o local; solo si no existe una alternativa factible y prudente al uso de ese terreno y el programa o proyecto incluye toda la planificación posible para minimizar los daños resultantes del uso.

Los recursos de la Sección 4 (f) suelen ser terrestres o cercanos a la costa (por ejemplo, parques costeros, refugios, playas). La sección 6 (f) de la Ley de Conservación de Tierras y Aguas (LWCF) exige que la conversión de las tierras o instalaciones adquiridas con fondos de la Ley de Conservación de Tierras y Aguas en el marco del programa de asistencia estatal se coordine con el Servicio de Parques Nacionales.

3.6.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

No hay recursos de la Sección 4 (f) o la Sección 6 (f) dentro del Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central. La acción propuesta no afectaría las cualidades que califican un área de vida silvestre o aves acuáticas, parques públicos y recursos recreativos o históricos, ya que todas las acciones se encuentran a más de 200 millas náuticas de la costa y a más de 250 millas náuticas del Monumento Nacional Marino de Papahānaumokuākea. La acción propuesta no resultaría en el uso mediante la incorporación permanente o temporal de ninguna propiedad de la Sección 4 (f). No perjudicaría el Monumento Nacional Marino de Papahānaumokuākea, las áreas de aves acuáticas o los parques públicos y áreas recreativas ni los sitios históricos de propiedad pública o privada que figuran en el Registro

Nacional (NR) de Lugares Históricos o son elegibles para él porque los recursos de la Sección 4 (f) no están dentro del área de acción propuesta.

3.6.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

No hay recursos de la Sección 4 (f) o de la Sección 6 (f) dentro del área de aterrizaje de contingencia propuesta para el Pacífico Sudeste. La acción propuesta no afectaría las cualidades que califican un área de vida silvestre o aves acuáticas, parques públicos y recursos recreativos o históricos, debido a que todas las acciones se encuentran a más de 200 millas náuticas de la costa.

La acción propuesta no resultaría en el uso mediante la incorporación permanente o temporal de ninguna propiedad de la Sección 4 (f) o la Sección 6 (f). No afectaría a la vida silvestre, las aves acuáticas, los parques públicos, las áreas recreativas o los sitios históricos de propiedad pública y privada que figuran en el NR de lugares históricos o son elegibles para él porque los recursos de la Sección 4 (f) no existen en el área de aterrizaje de contingencia del sudeste del Pacífico.

3.6.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

La orden 1050.1G Desk Reference de la FAA describe los requisitos para la inclusión de los análisis de la Sección 4 (f) y la Sección 6 (f) en la EA escalonada para la región del Pacífico Norte (a más de 70 millas náuticas de la costa) hasta las islas Aleutianas, Oregón y la costa de California. No hay recursos de la Sección 4 (f) o la Sección 6 (f) dentro del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte, pero dado que el aterrizaje de Starship podría ocurrir a 70 millas náuticas de la costa, a continuación se describe un análisis debido al ruido. El área de estudio para los refugios de vida silvestre y aves acuáticas se estableció utilizando el área de estudio de recursos biológicos de la NEPA. Esta área considera la introducción de ruido debido a las operaciones de reingreso de Starship en la región del Pacífico Norte. El área de estudio de los recursos biológicos se estableció en función de las áreas que experimentarían la introducción de no menos de 1 psf de sobrepresión. Los datos actuales sobre el reingreso de Starship muestran un nivel máximo de 4 psf. La exposición al ruido de los estampidos sónicos que supere el umbral de significancia del nivel de ruido promedio diurno y nocturno ponderado en C de 60 dBc para las fuentes de ruido impulsivas (equivalente al nivel día-noche de 65 dB ponderados A) es un impacto significativo (FAA 2020, FAA 2022, Galloway et. al 1981). En general, los estampidos sónicos en el rango de 0.2 a 0.3 psf pueden ser escuchados por alguien que los espera y los escucha, pero normalmente no se notan. Es más probable que se noten estampidos sónicos de 0.5 psf, y es seguro que se notarán estampidos sónicos de 1.0 psf o más (1 psf es similar a un trueno). Suponiendo que un estampido sónico provocado por el reingreso de Starship sea de aproximadamente 4 psf (nivel de presión sonora [SPL] de 140 dB) en su origen, los niveles de sonido disminuirían sustancialmente con la distancia. Como la parte más cercana del NWR marítimo de Alaska está a más de 70 millas náuticas de la zona de aterrizaje de emergencia del Pacífico Norte, el nivel sonoro estimado en el refugio sería de aproximadamente 38 dB SPL, lo que está por debajo del umbral en el que las personas generalmente perciben los estampidos sónicos.⁶ Por lo tanto, no se esperaría que el Alaska Maritime NWR experimentara efectos audibles de estampido sónico debido a las operaciones de reingreso de Starship. La medida propuesta no incluye posibles cierres o restricciones al

⁶ La pérdida por transmisión (TL), calculada mediante la ley del inverso del cuadrado para la propagación esférica, es $TL = 20 \log_{10}(R)$, donde $R = 70$ millas náuticas. Por lo tanto, $TL = 102.25$ dB. Como el NWR de Alaska se encuentra a no menos de 70 millas náuticas de la zona de aterrizaje de emergencia, el nivel sonoro resultante sería de aproximadamente $140 \text{ dB} - 102.25 \text{ dB} = 37.75 \text{ dB}$, lo que equivale a 3.22×10^{-5} psf, muy por debajo del nivel auditivo de entre 0.2 y 0.3 psf.

NWR Marítimo de Alaska, ni el NWR Marítimo de Alaska debería experimentar un estampido sónico debido al reingreso de Starship.

Starship está construido principalmente de acero inoxidable, que no es tóxico e inerte. Otros desechos incluyen baldosas térmicas compuestas de sílice que son altamente resistentes a la degradación. Las baldosas térmicas están compuestas principalmente de sílice, con propiedades similares al vidrio y, por lo tanto, son inertes y resistentes a la degradación química o a la biodegradación. Se espera que las baldosas térmicas muestren propiedades físicas similares a las del vidrio, que se sabe que se rompe o se rompe en trozos más pequeños. No se prevé que los escombros lleguen a la costa debido a la geometría de las olas, las corrientes superficiales y la mezcla de los océanos. La acción propuesta no resultaría en el uso mediante la incorporación permanente o temporal de ninguna propiedad de la Sección 4 (f) o la Sección 6 (f). No perjudicaría el NWR Marítimo de Alaska, las áreas de aves acuáticas o los parques públicos y áreas recreativas ni los sitios históricos de propiedad pública o privada que figuran en la NR de lugares históricos o son elegibles para ella, ya que los recursos de la Sección 4 (f) serían temporales y de corta duración y no resultarían en un uso constructivo de los recursos de la Sección 4 (f) o la Sección 6 (f).

3.7. Artículo 106 de la Ley Nacional de Preservación Histórica (NHPA)

La sección 106 de la NHPA exige que las agencias federales consideren el efecto de los compromisos federales en las propiedades históricas, incluidos los recursos históricos, arqueológicos y culturales. Los sitios históricos que figuran en la NRHP o que reúnen los requisitos para su inclusión en ella también están protegidos por la Ley DOT, Sección 4 (f). Los análisis y hallazgos realizados de acuerdo con la Sección 106 pueden respaldar las determinaciones de la Sección 4 (f) del DOT. Los hallazgos de que no hay propiedades históricas presentes o afectadas, o que no hay propiedades históricas afectadas adversamente, en virtud de la Sección 106 respaldan las determinaciones de no uso (ya sea constructivo o físico) en virtud de la Sección 4 (f) de la Ley DOT. Las propiedades históricas se definen para la tierra (edificios, estructuras, sitios arqueológicos, propiedades culturales tradicionales).

3.7.1. Área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central

No se identificaron sitios históricos y, dado que no hay propiedades históricas dentro del área de acción propuesta, se determina que no sirve de nada para el área de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central. Además, las operaciones de aterrizaje en Hawái y en el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Central se realizarían a distancias sustanciales de cualquier recurso cultural.

El Monumento Nacional Marino de Papahānaumokuākea tiene una zona de amortiguación adicional de 50 millas náuticas alrededor del monumento marino, además de la ya establecida de 200 millas náuticas, debido a los delicados recursos marinos o culturales.

3.7.2. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste

No se identificaron sitios históricos en el APE de contorno de 2 psf dentro del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste, similar a la zona de aterrizaje de contingencia de Hawái y el Pacífico Central, ya que no hay propiedades históricas presentes y las operaciones de aterrizaje de contingencia se realizarían a distancias sustanciales de los sitios culturales, se determina que no sirve de nada para el área de aterrizaje de contingencia del Pacífico sudeste.

3.7.3. Área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte

El área de estudio del área de aterrizaje de contingencia del Pacífico Norte es de aproximadamente 7,225 millas cuadradas en el Océano Pacífico Norte. Ya se ha determinado que el punto más cercano a la costa está a más de 70 millas náuticas y que la cantidad de ruido en la costa sería de aproximadamente 37.75 dB SPL, lo que equivale a una biblioteca silenciosa, un susurro suave o el zumbido de una nevera. Además, las operaciones de aterrizaje de emergencia se realizarían a distancias sustanciales (más de 70 millas náuticas) de los recursos costeros, los límites de las zonas costeras designadas y los recursos culturales. Por lo tanto, la acción propuesta no afectaría a ningún recurso histórico, arqueológico o cultural, incluido el NWR marítimo de Alaska

4. CONCLUSIÓN

La PEA de 2022 y la EA escalonada de 2025a examinaron el potencial de impactos ambientales significativos derivados de las operaciones de contingencia de aterrizaje de Starship, así como del cierre del espacio aéreo, y definieron el marco regulatorio para los impactos asociados con Starship. Las áreas evaluadas para determinar su impacto ambiental en esta EA Escalonada incluyen el uso del suelo compatible con el ruido; las emisiones de la aviación y la calidad del aire; los materiales peligrosos, los residuos sólidos y la prevención de la contaminación; la socioeconomía; los recursos biológicos; las secciones 4 (f) y 6 (f) de la Ley de Preservación Histórica Nacional; y la sección 106 de la Ley Nacional de Preservación Histórica. En cada una de estas áreas, la FAA ha llegado a la conclusión de que no se producirían impactos significativos como resultado de la acción propuesta por SpaceX.

5. LISTA DE PREPARADORES, EVALUADORES INDEPENDIENTES Y AGENCIAS Y PERSONAS CONSULTADAS

5.1. Lista de preparadores

Nombre	Título	Área de contribución
SpaceX		
Kim Tice, M.S., C.S.P. M.S. Ingeniería de sistemas B.S. Ingeniería mecánica Años de experiencia: 30	Ingeniero ambiental sénior	Preparación de documentos
ManTech		
John LaBonte, Ph.D. Ph.D. Ecología, evolución y biología marina B.S. Ecología, comportamiento y evolución Años de experiencia: 30	Gerente del programa, biólogo sénior	Preparación de documentos, revisión técnica, análisis
Arianna Harding M.P.A Administración Pública y Gestión Ambiental B.A. Política y análisis ambientales Años de experiencia: 9	Especialista en NEPA	Preparación de documentos y revisión técnica
Mike Zickel M.S. Ciencias marinas, estuarinas y ambientales B.S. Física Años de experiencia: 26	Analista de ciencia e investigación, experto	Revisión y análisis técnicos

5.2. Lista de evaluadores independientes

La FAA revisó la EA Escalonada.

5.3. Lista de agencias y personas consultadas

Agencias federales

- NMFS
- USFWS

6. LITERATURA CITADA

- Becker, E.A., K.A. Forney, D.L. Miller, J. Barlow, L. Rojas-Bracho, R.J. Urbán, and J.E. Moore. 2022a. Los modelos de hábitat dinámicos reflejan el movimiento interanual de los cetáceos dentro del ecosistema de la corriente de California. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.829523>.
- Becker, E.A., K.A. Forney, E. M. Oleson, A. L. Bradford, R. Hoopes, J.E. Moore y J. Barlow. 2022b. Abundancia, distribución y estacionalidad de los cetáceos dentro de la Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos alrededor del archipiélago hawaiano, con base en modelos de distribución de especies.
- FAA. 2020. Evaluación ambiental final y conclusión de que no hay ningún impacto significativo para los lanzamientos del SpaceX Falcon en el Centro Espacial Kennedy y la Estación de la Fuerza Aérea de Cabo Cañaveral. Disponible en: https://www.faa.gov/space/environmental/nepa_docs#DEASLL. Julio de 2020.
- FAA. 2022. Evaluación ambiental programática final para el programa de vehículos de lanzamiento de Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. Disponible en: https://www.faa.gov/space/stakeholder_engagement/spacex_starship.
- FAA. 2023a. Reevaluación escrita de la PEA final de 2022 para el vehículo de lanzamiento Starship/Super Heavy de SpaceX en el sitio de Boca Chica, en el condado de Cameron, TX, para el funcionamiento del sistema de diluvio, la adición de un escudo térmico delantero entre etapas y la expansión del área de posibles efectos para los recursos culturales. Disponible en: <https://www.faa.gov/media/72816>.
- FAA. 2023b. Reevaluación Escrita de la Evaluación Ambiental Programática Final de 2022 para el Programa del Vehículo de Lanzamiento Starship-Super Heavy en el Sitio de Lanzamiento de Boca Chica, en el Condado de Cameron. Texas. [Sistema de supresión de detonaciones en la plataforma de lanzamiento y aterrizaje de vehículos Starship-Super Heavy, abril de 2023: https://www.faa.gov/space/stakeholder_engagement/spacex_starship](https://www.faa.gov/space/stakeholder_engagement/spacex_starship).
- FAA. 2024a. Evaluación ambiental escalonada para el aterrizaje de Starship de SpaceX en el Océano Índico. Disponible en: <https://www.faa.gov/media/76836>.
- FAA. 2024b. Reevaluación escrita de la PEA final de 2022 para el vehículo de lanzamiento Starship/Super Heavy de SpaceX en el Sitio de Boca Chica, en el condado de Cameron, TX, para actualizar el área de aterrizaje entre etapas del escudo térmico delantero, la cobertura del estampido sónico, el uso del sistema de diluvio durante los aterrizajes de regreso al lugar de lanzamiento y el uso de las zonas de seguridad de la Guardia Costera de los Estados Unidos. Disponible en: <https://www.faa.gov/media/85696>.

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

-
- FAA. 2024c. Manual sobre emisiones de la aviación y calidad del aire versión 4. Administración Federal de Aviación Julio de 2024. https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/envir_policy/airquality_handbook/files/airquality_handbook_version_4.pdf.
- FAA 2025a. EA Escalonada Final para el vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX aumentó la frecuencia en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. abril de 2025
- FAA. 2025b. Evaluación ambiental final escalonada para actualizar los cierres del espacio aéreo para el perfil de misión del vuelo 9 de Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de SpaceX Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. mayo de 2025
- FAA. 2026a. Evaluación ambiental escalonada para actualizar los cierres del espacio aéreo para otras trayectorias de lanzamiento y los aterrizajes de Starship en Boca Chica del vehículo Starship-Super Heavy de SpaceX en el sitio de lanzamiento de Starship de SpaceX en Boca Chica en el condado de Cameron, Texas. febrero de 2026
- FAA, 2026b. Declaración Final de Impacto Ambiental del Vehículo de Lanzamiento Starship-Super Heavy de SpaceX en el Complejo de Lanzamiento LC-39A, febrero de 2026.
- Administración Federal de Carreteras. 2023. Guía provisional actualizada sobre sustancias tóxicas del aire de origen móvil en los documentos de la NEPA. Disponible en: https://www.fhwa.dot.gov/environment/air_quality/air_toxics/policy_and_guidance/msat/. Consultado en junio de 2024.
- Galloway, W., D. Johnson, K. Kryter, P. Schomer, y P. Westervelt. 1981 Evaluación de la respuesta de la comunidad a los sonidos impulsivos de alta energía, Comité de Audición, Bioacústica y Biomecánica, Asamblea de Ciencias Sociales y del Comportamiento, Consejo Nacional de Investigación.
- Gonzales-Bernat, M.J.. 2022. <https://www.ebsco.com/research-starters/geography-and-cartography/north-pacific-ocean>.
- Agencia Internacional de Energía. 2022. Revisión energética global: Emisiones de CO2 en 2021. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>. Consultado en octubre de 2023.
- Kaschner, K., D.P. Tittensor, J. Ready, T. Gerrodette, y B. Worm. 2011. Patrones actuales y futuros de la biodiversidad mundial de mamíferos marinos. PLoS ONE, 6(5), e19653.
- Kaschner, K., R. Watson, A. Trites y D. Pauly. 2006. Cartografía de la distribución mundial de las especies de mamíferos marinos utilizando un modelo de idoneidad ambiental relativa (RES) [versión electrónica]. *Marine Ecology Progress Series*, 316, 285–310.
- NMFS. 1993. Designación de hábitat crítico para el león marino de Steller, 58 Fed. Reg. 45269. <https://tile.loc.gov/storage-services/service/ll/fedreg/fr058/fr058165/fr058165.pdf#page=47>
-

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

-
- NMFS. 2022. Carta de consentimiento programático para las operaciones de vehículos de lanzamiento y reingreso en el entorno marino y las operaciones del Vehículo de Lanzamiento Starship/Super Heavy en el Sitio de Lanzamiento de SpaceX en Boca Chica, condado de Cameron, TX. Enero de 2022.
- NMFS. 2023. Carta de aprobación para la consulta de la sección 7 de la Ley de Especies en Peligro de Extinción para la concesión propuesta por la FAA de las operaciones de lanzamiento y reingreso de Starship-Super Heavy de SpaceX en fase temprana de desarrollo para los tres primeros vuelos en el Golfo de México y el Océano Pacífico Norte. Abril de 2023.
- NMFS. 2024. Carta de aprobación para la consulta de la sección 7 de la Ley de Especies en Peligro de Extinción para la concesión de licencias propuestas por la FAA a las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Índico. Marzo de 2024. Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, Niveles de sobrepresión de preocupación (17 de abril de 2019), <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/overpressure-levels-concern.html>. Consultado en julio de 2024.
- NMFS 2025a. Conferencia y opinión biológica sobre las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico autorizadas por la Administración Federal de Aviación. Abril de 2025.
- NMFS 2025b. Reinicio de la conferencia y dictamen biológico sobre las operaciones Starship-Super Heavy de SpaceX en el Océano Atlántico Norte, el Golfo de México (aguas no estadounidenses), el Golfo de América, el Océano Pacífico Norte, el Océano Pacífico Sur y el Océano Índico autorizadas por la Administración Federal de Aviación. Septiembre de 2025.
- Exploración oceánica de la NOAA. 2023 Introducción a la geología de las Islas Aleutianas, NOAA, Ocean Exploration, de fecha 25 de julio de 2023. <https://oceanexplorer.noaa.gov/expedition-feature/oceanos-seascape-alaska-ex2304-features-geology/>.
- Patenaude, N.J., W.J. Richardson, M.A. Smultea, W.R. Koski, G.W. Miller, B. Wursig y C.R. Greene. 2002a. El sonido de las aeronaves y las perturbaciones de las ballenas de cabeza arqueada y beluga durante la migración primaveral en el mar de Beaufort de Alaska. Ciencia de los mamíferos marinos 18 (2) :309-335.
- Patenaude, N.J., W.J. Richardson, M.A. Smultea, W.R. Koski, G.W. Miller, B. Wursig y C.R. Greene. 2002b. El sonido de las aeronaves y las perturbaciones de las ballenas de cabeza arqueada y beluga durante la migración primaveral en el mar de Beaufort de Alaska. Ciencia de los mamíferos marinos 18 (2) :309-335.
- Richter, C. F., S. Dawson, and E. Slooten. 2003a. Avistamiento de cachalotes en Kaikoura (Nueva Zelanda): efectos de las actividades actuales en los patrones de superficie y vocalización, volumen 219. Departamento de Conservación de Wellington.
-

Borrador de la Evaluación Ambiental Escalonada para las Operaciones de Contingencia de Reingreso de Starship de SpaceX en el Océano Pacífico y Trayectoria Adicional de Aterrizaje de Starship

-
- Richter, C. F., S. Dawson, and E. Slooten. 2003b. Avistamiento de cachalotes en Kaikoura, Nueva Zelanda: Efectos de las actividades actuales sobre los patrones de vocalización y afloramiento. *Ciencia para la conservación* 219.
- Roberts, J.J., B.D. Best, L. Mannocci, E. Fujioka, P.N. Halpin, D. L. Palka, L. P. Garrison, K. D. Mullin, T.V.N. Cole, C.B. Khan, W.A. McLellan, D.A. Pabst y G.G. Lockhart. 2016. Modelos de densidad de cetáceos basados en el hábitat para el Atlántico de los Estados Unidos y el golfo de México. *Scientific Reports*, 6, 22615. <https://doi.org/10.1038/srep22615>
- Roman, L., Q. Schuyler, C. Wilcox, y B.D. Hardesty. 2021. La contaminación plástica está matando a la megafauna marina, pero ¿cómo priorizamos las políticas para reducir la mortalidad? *Conservation Letters* 14(2):e12781. [https://doi.org/https://doi.org/10.1111/conl.12781](https://doi.org/10.1111/conl.12781)
- Rylander, R. 1974. El estampido sónico: efectos en los humanos. *Sozial-und Präventivmedizin (International Journal of Public Health)*, 19(3), 217-220.
- Schmidt, G. 2020. Datos terrestres de la NASA. <https://www.earthdata.nasa.gov/news/feature-articles/little-islands-bigwake#:~:text=The%20finding%20that%20a%20small,than%20any%20wake%20observed%20elsewhere>
- Seven Cnty.. Infrastructure Coal. v. Eagle Cnty., 605 U.S. 168, 187. 2025 Los efectos de un proyecto separado pueden ser previsibles desde el punto de vista fáctico, pero eso no significa que esos efectos sean relevantes para el proceso de toma de decisiones de la agencia o que sea razonable responsabilizar a la agencia por esos efectos.
- Smultea, M.A., J.J.R. Mobley, D. Fertl, y G.L. Fulling. 2008a. Una reacción inusual y otras observaciones de cachalotes cerca de aviones de ala fija. *Investigación del Golfo y el Caribe* 20:75 —80.
- Smultea, M.A., J.J.R. Mobley, D. Fertl, y G.L. Fulling. 2008b. Una reacción inusual y otras observaciones de cachalotes cerca de aviones de ala fija. *Investigación del Golfo y el Caribe* 20 (1) :75-80.
- USFWS 2026. Evaluación biológica del vehículo de reingreso de SpaceX en apoyo de la sección 7 de la Ley de Especies en Peligro de Extinción Consulta con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. 20 de enero. 2026.
- Casa Blanca, Marco de Prioridades Espaciales de los Estados Unidos. diciembre de 2021
- Würsig, B., S. Lynn, T. Jefferson, y K. Mullin. 1998. Comportamiento de los cetáceos en el norte del Golfo de México en relación con los barcos y aviones de reconocimiento. *Aquatic Mammals* 24.

APÉNDICE A

OPINIÓN DE CONFERENCIA Y OPINIÓN BIOLÓGICA REINICIADAS DEL NMFS

APÉNDICE B

OPINIÓN BIOLÓGICA REINICIADA DEL USFWS

APÉNDICE C

CARTA DE CONCURRENCIA DEL NMFS CONFORME A LA MMPA

APÉNDICE D

EVALUACIÓN ESENCIAL DEL HÁBITAT DE LOS PECES PARA LAS OPERACIONES DE REINGRESO DE STARSHIP DE SPACEX

APÉNDICE E

ADENDA DEL PACÍFICO SURESTE A LA CBO 2025B DEL NMFS