RESUMEN

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular

Proyecto «Patio de Contenedores y Maniobra Express Port» — Manzanillo, Colima

Presentación. El presente documento constituye el Resumen de la **Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular**, del proyecto **«Patio de Contenedores y Maniobra Express Port»**, promovido por el **C. Cesar Humberto Romero García** y elaborado por el prestador de servicios técnicos forestales **Julián Barrón Quintana** (Registro Forestal Nacional SGPARN/UARRN/0792/13). El proyecto se somete a la evaluación de la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** porque actualiza el supuesto del **artículo 28, fracción VII, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** —cambio de uso del suelo de áreas forestales— y del **artículo 5, inciso O, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)**. Al implicar la remoción de vegetación forestal, el proyecto se sujeta además al **régimen de cambio de uso de suelo en terreno forestal del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**; mismo que fue presentado ante la SEMARNAT en días previos. La actividad corresponde a la clave **SCIAN 493190 — Otros servicios de almacenamiento con instalaciones especializadas**, y no involucra actividad alguna considerada altamente riesgosa.

Descripción del proyecto. El proyecto consiste en la **habilitación y operación de un patio de almacenamiento temporal de contenedores y de maniobra de tractocamiones** al servicio del sistema de transporte multimodal del Puerto de Manzanillo, el principal puerto de contenedores del Pacífico mexicano. Su finalidad es dotar a la cadena logística portuaria de una superficie especializada, **fuera del recinto portuario**, para el resguardo, la clasificación, la revisión y el movimiento de contenedores, descongestionando la operación del puerto y ordenando el flujo de carga. El proyecto se desarrolla sobre un predio de **12.2034 hectáreas**, que se interviene de manera íntegra. La superficie propuesta se organiza en **32 componentes de obra**, entre los que destacan el **circuito vial** (4.8869 ha), las **bahías de estacionamiento y estiba de contenedores**, el **área de acceso, inspección y control**, el patio de contenedores refrigerados (*reefers*), el **taller de reparación de contenedores**, el **taller de maquinaria**, el área de **lavado de contenedores**, las **oficinas administrativas y comedor**, los arcos de acceso y salida y las **áreas verdes y jardineras** (1.0074 ha). Como obras de apoyo temporales se prevén una bodega de materiales, oficinas móviles y sanitarios portátiles, que se retiran al concluir la construcción. La superficie de **desplante de construcciones asciende a 11.1960 ha**, y la superficie sujeta a **cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) es de 3.4097 ha** de Selva Baja Caducifolia.

Las obras y actividades se agrupan en tres etapas. En la **preparación del sitio** se ejecutan la limpieza, el deslinde y el despalme del terreno —con el retiro y acopio del material vegetal y, en la franja forestal, el derribo de la vegetación **previo rescate de flora y fauna**—, sobre la totalidad del predio. La **construcción** concentra la mayor carga de obra y comprende el **movimiento de tierras** (cortes, rellenos con material de banco autorizado, nivelación y compactación por capas), la **edificación de las áreas administrativas y técnicas** (cimentaciones, estructura, obra arquitectónica e instalaciones de oficinas, talleres y zonas técnicas), la habilitación de los **accesos, arcos de control y vialidades internas** (terracerías, capas estructurales, pavimentos y señalización), el tendido de la **infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica, de CCTV y telecomunicaciones**, y las **obras de seguridad, señalización y áreas verdes**. La **operación y el mantenimiento**, de carácter permanente y baja intensidad constructiva, comprenden la recepción, carga, descarga, almacenamiento temporal y despacho de contenedores, así como la inspección y el mantenimiento

del equipo, con maquinaria especializada (*reach stackers*, montacargas y tractocamiones). Como se indicó, el proyecto **no contempla etapa de cierre ni de abandono**, al tratarse de infraestructura portuaria permanente.

Entre los componentes construidos destacan, por su superficie, el **circuito vial** (4.8869 ha) que articula la circulación interna, y las **bahías de estiba** donde se resguardan y clasifican los contenedores; las áreas técnicas —el taller de reparación de contenedores, el taller de maquinaria y la zona de lavado— dan servicio a la operación; y las áreas administrativas, el comedor y los arcos de control gestionan el acceso, la inspección y el personal. El conjunto se completa con la infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica, de CCTV y telecomunicaciones, y con **1.0074 ha de áreas verdes y jardineras** que integran el patio a su entorno. La naturaleza del predio es un **polígono único** que se interviene de manera íntegra, sin fragmentación del sitio.

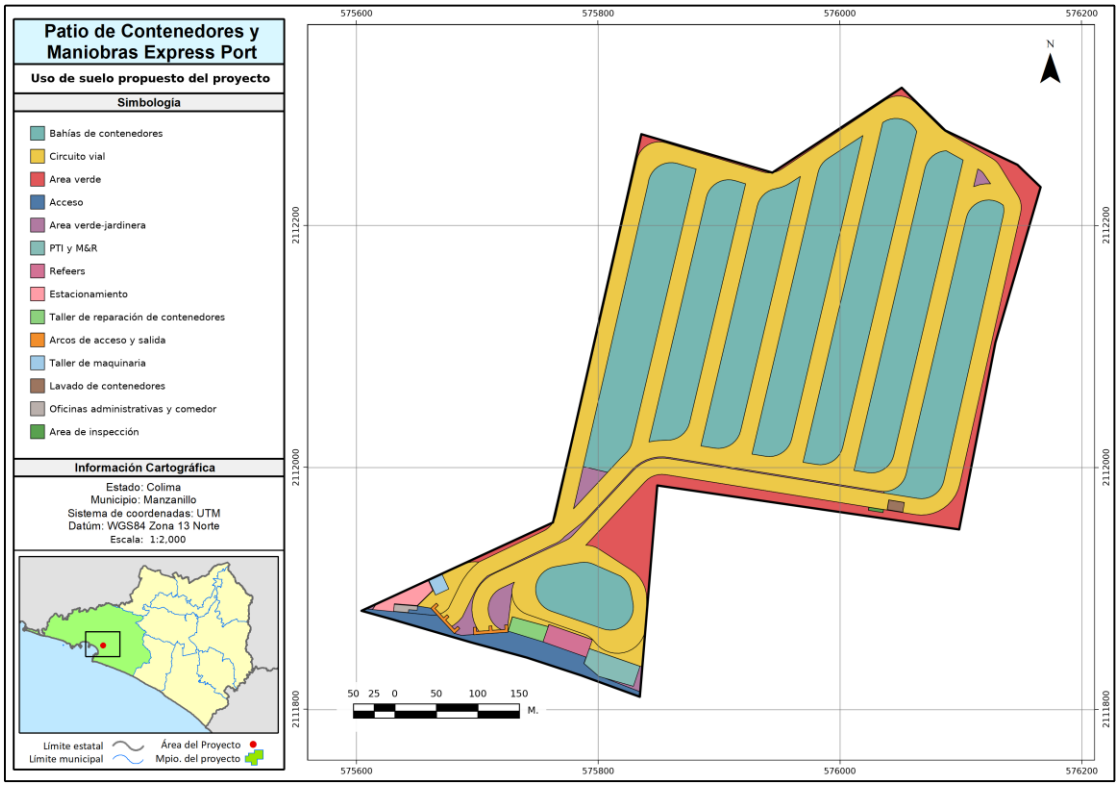

Figura 1. Uso de suelo propuesto del proyecto (distribución de componentes).

Pie de figura: distribución espacial de los componentes del patio por uso propuesto, sobre el polígono general del predio. Proyección UTM Zona 13N, Datum WGS84. Fuente: elaboración propia a partir del proyecto ejecutivo (uso de suelo propuesto), 2026. Escala 1:2 000.

Ubicación. El predio se localiza en el **estado de Colima, municipio de Manzanillo**, sobre el **Libramiento Manzanillo–Cihuatlán sin número**, en las inmediaciones de las localidades de **Jalipa** y **El Camichín**, dentro de la zona de influencia del Puerto de Manzanillo, en un entorno predominantemente industrial y logístico. El predio se encuentra en **régimen de pequeña propiedad**, integrado por los predios rústicos (parcelas 77, 92 y 101 Z-4 P1/1) de Jalipa. El entorno inmediato está dominado por infraestructura vial, logística y portuaria, lo que da al sitio una vocación industrial-urbana consolidada.

Duración, etapas y programa de trabajo. La **preparación del sitio y la construcción** se estiman en **doce meses** —aproximadamente 312 días hábiles de obra—, ejecutados en **dos frentes constructivos sucesivos**: primero los terrenos no forestales y después la habilitación de la superficie forestal. Internamente, esta etapa se desarrolla en **seis subetapas** que se ordenan y traslapan en el tiempo: la preparación del sitio abre la obra, seguida del movimiento de tierras; la edificación de áreas administrativas y técnicas, los accesos

y vialidades y las redes de infraestructura se traslapan hacia la mitad del periodo; y las obras de seguridad, señalización y áreas verdes la cierran. La **operación y el mantenimiento** son de **carácter permanente** (vida útil del orden de 50 años); el proyecto **no contempla etapa de cierre ni de abandono**, al tratarse de infraestructura portuaria permanente. La afectación de mayor intensidad se concentra, por tanto, en el periodo acotado de doce meses de la construcción, tras el cual el proyecto entra en una fase operativa de baja intensidad constructiva.

Cronograma general de trabajo (duración por etapa).

Etapa	Duración	Observaciones
Preparación del sitio y construcción	12 meses	En dos frentes constructivos sucesivos (terrenos no forestales y superficie forestal)
Operación y mantenimiento	Permanente (vida útil ~50 años)	Infraestructura portuaria permanente
Cierre y abandono	No aplica	No se contempla programa de cierre

Fuente: Capítulo I (proyecto ejecutivo, «Periodo»).

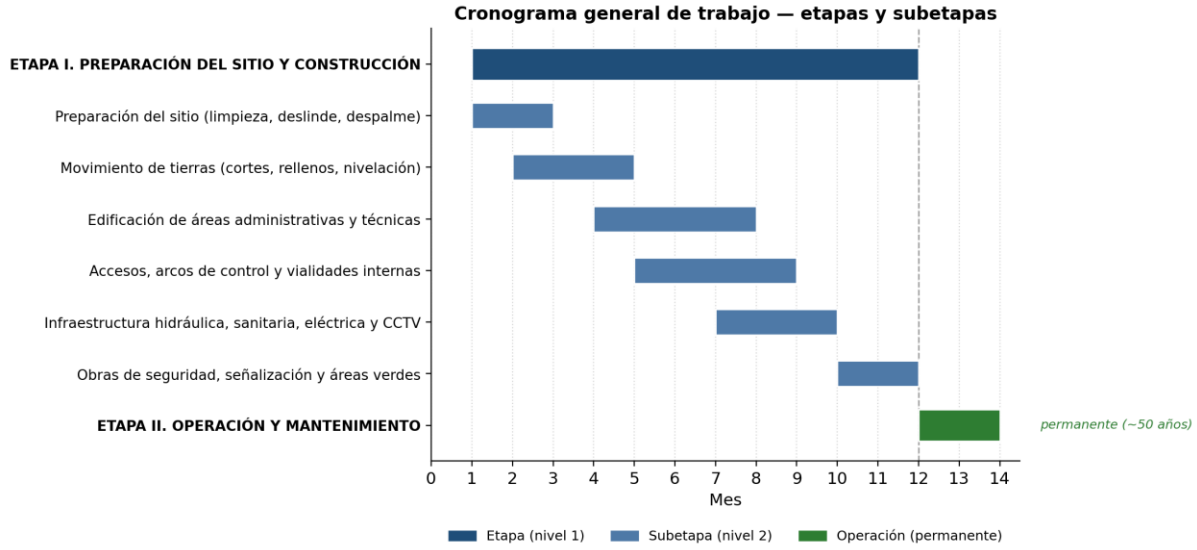

Figura 1. Cronograma general de trabajo (esquemático) de la etapa de preparación y construcción. Organiza en dos niveles las etapas del proyecto y las seis subetapas constructivas a lo largo de los doce meses.

Inversión, empleo y consumos. La inversión del proyecto asciende a , a la que se suman destinados a las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, para un **total de** El proyecto generará **25 empleos directos** y del orden de **50 empleos indirectos**, con una derrama económica estimada en En cuanto a los consumos, la etapa de construcción demanda **998.40 m³ de agua** (dotación de obra) y opera con maquinaria a diésel; en la operación, el consumo de agua es de **730.00 m³ anuales** y el de energía eléctrica de **272,730 kWh anuales**, correspondientes a la iluminación del patio y las vialidades y a los edificios administrativos y técnicos. En materia de **residuos**, la etapa de preparación genera los volúmenes de manejo especial más altos —14,554.80 t de suelo de despalme y 77.24 m³ de material vegetal, este último triturado y aprovechado como *mulch*—, mientras que la operación produce residuos sólidos urbanos y de manejo especial en cantidades acotadas; los residuos peligrosos derivados del mantenimiento (aceites y lubricantes) se manejan en el área de taller conforme a la normatividad, con contención de derrames. Todos ellos se gestionan conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos del proyecto.

Justificación y beneficios del proyecto. El proyecto responde a la necesidad de **descongestionar la operación del Puerto de Manzanillo** —el principal puerto de contenedores del país— dotando a su cadena logística de una superficie especializada de maniobra y resguardo fuera del recinto portuario. Su localización

en una zona de vocación **industrial-urbana consolidada**, contigua a la infraestructura vial y portuaria, evita la dispersión de la mancha industrial y aprovecha un predio ya inserto en la matriz periurbana. En lo socioeconómico, genera 25 empleos directos y del orden de 50 indirectos, con una derrama estimada de 20 millones de pesos, y contribuye a la eficiencia del comercio exterior que sostiene la economía regional. Estos beneficios se obtienen sobre un rodal secundario degradado —sin afectar ecosistemas primarios ni áreas naturales protegidas— y con una compensación que **restablece más superficie forestal de la que se remueve**.

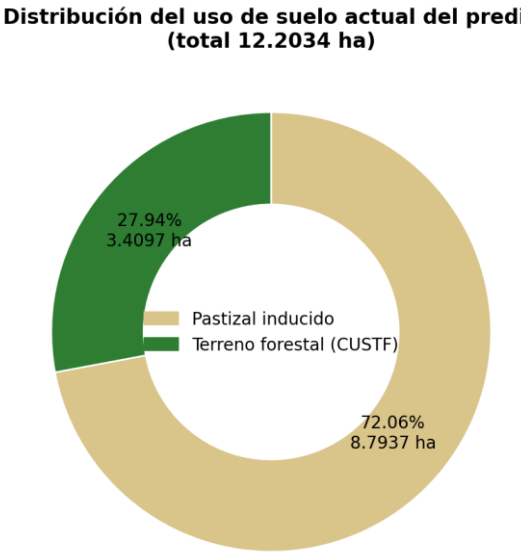

Figura 2. Distribución del uso del suelo actual del predio. El predio se integra mayoritariamente por terreno forestal de Selva Baja Caducifolia, con una fracción no forestal preexistente.

Vegetación y uso del suelo. El Área del Proyecto está cubierta en su totalidad (**100 %, 3.4097 ha**) por **Selva Baja Caducifolia en estado de vegetación secundaria**, con deterioro moderado por actividad antropogénica. El uso del suelo actual del predio se compone mayoritariamente de terreno forestal, con una fracción no forestal preexistente; el proyecto propone destinar esa superficie a la infraestructura logística, conservando 1.0074 ha como áreas verdes y jardineras. El cambio de uso de suelo se concentra, por tanto, en las 3.4097 ha forestales, sobre las que recae el impacto ambiental principal del proyecto.

Descripción del sistema ambiental. La región ecológica de referencia se delimitó con criterio hidrográfico, como la **microcuenca Jalipa** que contiene íntegramente al Área del Proyecto y a su Área de Influencia, con una superficie de **5,992.43 hectáreas**.

Medio físico. El Área del Proyecto ocupa el **piso de la cuenca** —una **llanura aluvial plana** de pendiente media 2.39 % y relieve de apenas 4.9 m—, con **suelo Phaeozem** fértil desarrollado sobre un depósito aluvial de alta permeabilidad, y clima **cálido subhúmedo Aw0(w)** —el más seco de los subhúmedos—, con una sola unidad climática que cubre el 100 % de la región y una temperatura media anual de tipo **isotermal** que en el entorno regional oscila entre 21.4 y 27.5 °C. En cuanto a la hidrología, la región ecológica se definió, con criterio hidrográfico, como la **microcuenca Jalipa** (clave 15-058-13-008), perteneciente a la región hidrológica 15 «Costa de Jalisco» y a la subcuenca de la **Laguna de Cuyutlán**; con una densidad de drenaje de 1.979 km·km^{-2} y una integral hipsométrica de 0.179, es una cuenca **geomorfológicamente madura, en fase de senectud**, cuya capacidad de aportar sedimentos nuevos está limitada por la propia madurez del relieve. El predio no intercepta cauces superficiales ni erosión cartografiada, pero se asienta sobre el **acuífero**

Jalipa-Tapeixtles, que presenta una **disponibilidad media anual negativa** (déficit del orden de 1,358,491 $m^3 \cdot año^{-1}$) y se encuentra **vedado**; el sitio es, por su alta permeabilidad, **zona de recarga de un acuífero deficitario**, condición que confiere una sensibilidad hidrológica particular al proyecto.

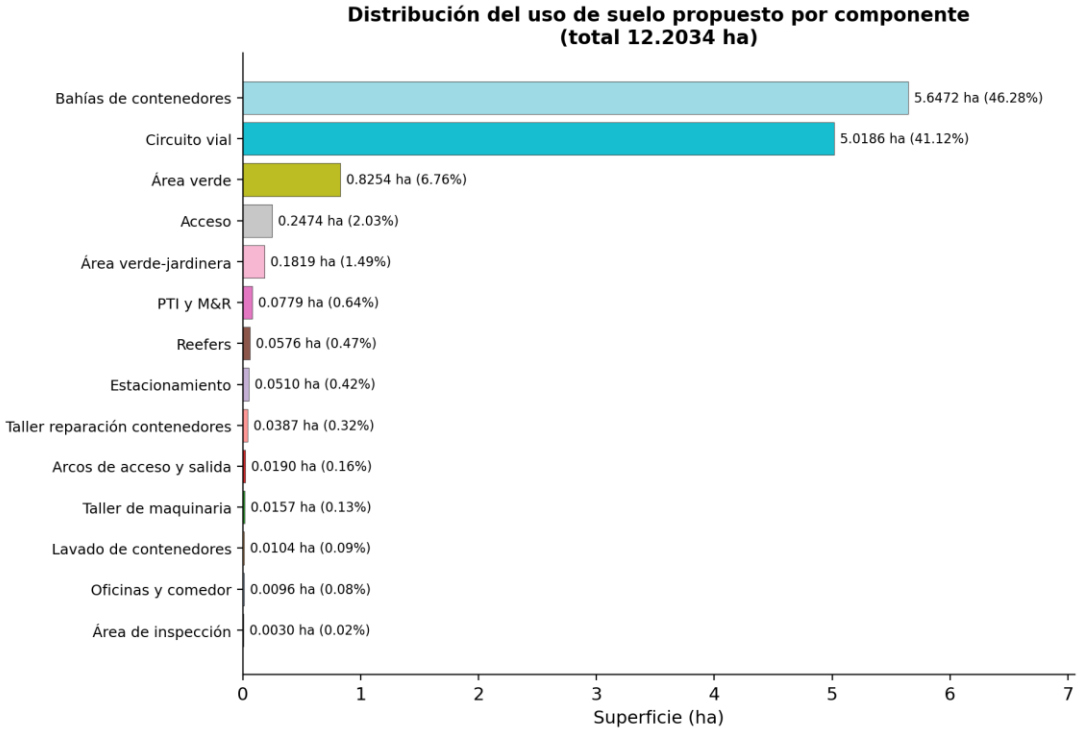

Figura 3. Distribución del uso del suelo propuesto del proyecto. La superficie se destina a la infraestructura logística (desplante de 11.1960 ha), conservando 1.0074 ha de áreas verdes y jardineras.

Medio biológico. La comunidad vegetal y animal del predio es un **subconjunto anidado y empobrecido** de la comunidad regional, no una comunidad distinta. La cobertura arbórea del Área del Proyecto (**42.85 %**) es menor que la regional (67.96 %); su riqueza florística total es de **61 especies** frente a **187** de la región, y la del estrato arbóreo de **16 especies** frente a **60** regionales. Los índices de diversidad confirman un rodal ralo y empobrecido: la diversidad de Shannon del estrato arbóreo es de **2.189** en el Área del Proyecto frente a **3.576** regional, y el índice de Simpson de **0.851** frente a **0.956**; a ello se suman una equidad de Pielou de 0.702 (frente a 0.851 regional) y una composición marcada por la **dominancia de unas pocas especies** —*Swietenia humilis* entre las más conspicuas—, rasgo característico de un rodal empobrecido. Las **especies exóticas** representan el **14.58 %** de la flora del predio, frente al 5.88 % regional, señal de la presión periurbana. La **flora en la NOM-059-SEMARNAT- 2010** comprende cinco especies a escala regional (*Astronium graveolens*, *Cedrela odorata*, *Platymiscium lasiocarpum*, *Sapium macrocarpum*, entre otras); **en el Área del Proyecto, la única presente es *Cedrela odorata** *(cedro rojo, sujeta a protección especial y endémica), con individuos identificados y georreferenciados para su rescate. La fauna está prácticamente toda representada a escala regional —68 especies en el Área del Proyecto —39 aves, 14 mamíferos, 12 reptiles y los anfibios— frente a 90** regionales, es decir, el 75.6 % de la riqueza faunística regional concentrada en apenas el 0.06 % de la superficie—, con especies en la NOM-059 entre las que destacan tres reptiles endémicos de lento desplazamiento que no huyen ante el disturbio y requieren rescate manual.
Medio socioeconómico. La región ecológica se ubica íntegramente en el municipio de **Manzanillo** (163,080 habitantes, 2,722 $hab \cdot km^{-2}$), con condiciones de **marginación y rezago social muy bajos** y una economía que gravita sobre el **clúster logístico portuario** (432 unidades económicas regionales, catorce de las diecinueve del Área de Influencia dedicadas a la logística). El Área del Proyecto **no contiene localidades** y el Área de Influencia alberga apenas **41 habitantes**; no existen pueblos o comunidades indígenas asentados

con tierras o territorio propios en el área, sino población indígena residente y dispersa, propia de una ciudad-puerto receptora de migración.

Problemáticas ambientales previas. Con independencia del proyecto, el sistema arrastra tres problemáticas: la **degradación del suelo** en el 64.87 % de la superficie regional, el **riesgo de deforestación** alto o muy alto en el 43.04 % de su superficie forestal —concentrado en el piso de cuenca y en los bordes de la mancha urbana— y la **invasión biológica** de la matriz periurbana, con especies exóticas invasoras que cuadruplican su abundancia herbácea al acercarse al predio. El diagnóstico cuantitativo sitúa, en suma, al Área del Proyecto en el **extremo degradado** de su región ecológica.

Especies en categoría de riesgo. Entre la flora, cinco especies figuran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** a escala regional —*Astronium graveolens*, *Cedrela odorata*, *Platymiscium lasiocarpum* y *Sapium macrocarpum*, entre otras—; en el Área del Proyecto la única presente es ***Cedrela odorata**, cuyos individuos se identifican y rescatan. Entre la fauna, varias especies figuran en la Norma, con presencia en el Área del Proyecto de reptiles como* Aspidoscelis lineattissimus *e* Hypsiglena torquata* —sujetas a protección especial, endémicas y de lento desplazamiento—, que no huyen ante el disturbio y por ello requieren un rescate manual dirigido, además de especies que cumplen funciones de dinámica trófica en el ecosistema.

Áreas de importancia para la conservación. El Área del Proyecto **no incide** sobre Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, estatal o municipal, ni sobre sitios Ramsar, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni Regiones Terrestres Prioritarias (RTP): las más próximas —el AICA «Laguna de Cuyutlán y Estero Palo Verde» y la RTP «Manantlán-Volcán de Colima»— se ubican a 5.19 y 24.65 km del predio, respectivamente. Sí incide, sobre la totalidad de sus 3.4097 ha, sobre tres figuras de priorización de escala nacional, todas de **prioridad media**: la **Región Hidrológica Prioritaria «Ríos Purificación-Armería»**, el **sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad terrestre (clave 6593)** y el **sitio prioritario para la restauración**. Se trata de figuras indicativas —no de áreas decretadas con restricción de uso—, cuya prioridad media es congruente con la aptitud industrial-urbana que los tres ordenamientos asignan al sitio.

Vinculación con los ordenamientos aplicables. El proyecto se inserta de manera congruente en el orden jurídico ambiental y de uso del suelo, sin contravenir disposición, ordenamiento ni criterio aplicable. Conforme al **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima (POETEC)**, el predio incide en la **UGA 45 «Jalipa»** (2.9868 ha, 87.6 % del predio) y en la **UGA 49 «Las Garzas»** (0.4229 ha, 12.4 %), ambas con política ambiental de **Aprovechamiento Urbano**, cuyo lineamiento permite expresamente el desarrollo de infraestructura y servicios urbanos mitigando los impactos ambientales. El **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Manzanillo (POELM)** tipifica, en su criterio **In20**, a los patios de maniobras y de almacenamiento temporal de contenedores fuera del recinto portuario como **establecimientos industriales** compatibles con la aptitud industrial-urbana de la UGA 57 que contiene al predio. El **Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Manzanillo (PMOTDU)** ubica el predio en la zona de **uso logístico-industrial portuario (ULIP)**. El proyecto se concilia asimismo con las principales normas aplicables —LGEEPA, LGDFS (art. 93), LGVS, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos— y con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de especies en riesgo (**NOM-059**), ruido (**NOM-080** y **NOM-081**), emisiones vehiculares (**NOM-041** y **NOM-045**) y manejo de residuos (**NOM-052, NOM-161, NOM-083, NOM-138, NOM-002**). El uso propuesto es, por tanto, **permitido y compatible** en los tres instrumentos de ordenamiento, sin necesidad de invocar régimen condicionado alguno.

En el ámbito del **marco jurídico federal**, el proyecto se concilia con la LGEEPA —cuyo artículo 28 fundamenta la evaluación—, con la **LGDFS** y su artículo 93 —que rige el cambio de uso del suelo en terreno

forestal y la obligación de compensar—, con la **Ley General de Vida Silvestre** —en cuanto al aprovechamiento y rescate de especies—, con la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** y con la **Ley General de Cambio Climático**. En materia de Normas Oficiales Mexicanas, atiende la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (protección de especies en riesgo) mediante el rescate de flora y fauna; las **NOM-080 y NOM-081-SEMARNAT-1994** (límites de ruido de vehículos y de fuente fija) mediante el control acústico en la circulación y en la colindancia; las **NOM-041 y NOM-045-SEMARNAT** (emisiones vehiculares) mediante la verificación y el mantenimiento preventivo de la maquinaria; y las **NOM-052, NOM-161, NOM-083, NOM-138 y NOM-002** en el manejo de los residuos peligrosos, de manejo especial, sólidos urbanos, la contención de derrames y las descargas. Cada norma se atiende con una medida y una cifra concretas, de modo que la vinculación jurídica del proyecto no es meramente declarativa sino **operativa**.

Identificación y evaluación de los impactos ambientales. La evaluación se realizó con una secuencia metodológica que encadena la **lista de chequeo** (universo de acciones × factores), la **matriz y la red de interacción de Leopold**, el **cribado de significancia** y la **valoración cuantitativa por el método de Conesa Fernández-Vítora (1997)**. El método de Conesa pondera, para cada interacción, **diez atributos** —naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad, más la recuperabilidad—, con los que calcula un índice de **Importancia** que ordena los impactos de compatibles a críticos y prioriza la atención hacia los de mayor severidad. Se identificaron **98 interacciones adversas** entre las obras y actividades del proyecto y los componentes ambientales. Tras la valoración, **catorce alcanzan el umbral de significancia** (valor absoluto de la Importancia ≥ 50), **todas de clase Severo** y **todas concentradas en la etapa de preparación del sitio**, desencadenadas por las dos acciones de desmonte (derribo y despalme). Un impacto no es significativo por su solo valor numérico, sino cuando concurren en él varios criterios —ecológico (afecta especies en la NOM-059 y su hábitat), de irreversibilidad (la remoción no se revierte por sí sola), de extensión (el servicio trasciende el polígono) y de sinergia y acumulación (el efecto se refuerza y crece en el tiempo)—, y por eso recaen justamente sobre los agua, suelo, carbono, recursos forestales, flora y fauna. Los catorce impactos significativos se agrupan en siete factores ambientales:

Factor	Importancia *I*	Justificación de la significancia	Medida asociada
Agua	−58	Pérdida de ~75 % de la recarga del acuífero; servicio que trasciende el polígono y se refuerza con la pérdida de suelo	M3 · C1
Suelo	−56	Multiplicación de la erosión hídrica y eólica; el sedimento alcanza el cauce y la erosión es progresiva mientras el suelo queda expuesto	M3 · C1
Carbono	−53	Pérdida de ~80 % del stock de carbono almacenado; servicio de alcance regional	C1
Recursos forestales	−52	Remoción total del arbolado en pie; pérdida irreversible del volumen forestal	C1
Flora	−50	Remoción de la cubierta con pérdida de individuos de especies en riesgo y endémicas	M1 · C1
Fauna	−50	Pérdida de hábitat, con especies en la NOM-059 (reptiles endémicos de lento desplazamiento)	M2 · C1
Suelo (extracción y tránsito)	−50	Erosión progresiva del suelo expuesto por la extracción de material y el tránsito de maquinaria	M3 · C1

Fuente: matriz de evaluación de impactos por el método de Conesa Fernández-Vítora (1997).

El resto de las interacciones —las más numerosas— son **impactos reversibles no significativos**, propios de la construcción y la operación: emisión de partículas y gases de combustión, ruido, alteración del escurrimiento y afectación temporal del paisaje. El análisis incorpora además la dimensión **sinérgica y**

acumulativa de los impactos significativos —la pérdida de suelo refuerza la de recarga, y la erosión crece mientras el suelo queda expuesto— y su inserción en la tendencia regional, en un corredor logístico-portuario ya consolidado sobre el cual el aporte del proyecto es acotado (3.4097 ha) y se compensa en superficie y servicios.

En términos de la **huella ambiental cuantificable**, el mayor efecto se concentra en la **etapa de construcción** y proviene de dos fuentes: las **emisiones de gases de efecto invernadero por la combustión de la maquinaria** (1,364.17 t CO_2-e, que ya incluyen el metano y el óxido nitroso de la combustión todo terreno) y la **pérdida de vegetación por el cambio de uso del suelo** (234.01 t CO_2-e). Los **residuos de manejo especial** de mayor volumen —el suelo del despalme (14,554.80 t) y el material vegetal (77.24 m³)— se generan una sola vez, en la **preparación del sitio**, y son susceptibles de aprovechamiento: el material vegetal se tritura como *mulch* y se reincorpora al suelo, reduciendo su disposición y aportando materia orgánica a las áreas verdes. En la **operación**, la huella se reduce de manera marcada y se debe casi por completo al consumo de energía eléctrica.

Por **componente ambiental**, los efectos se distribuyen de la siguiente manera: sobre la **atmósfera**, la emisión de partículas y gases de combustión y un incremento temporal del ruido durante la obra; sobre el **agua**, la pérdida de recarga del acuífero deficitario y el arrastre de sedimentos hacia el sistema de cauces; sobre el **suelo**, la remoción del horizonte edáfico y el incremento de la erosión hídrica y eólica; sobre la **flora y la fauna**, la remoción de la cubierta y la pérdida de hábitat, con afectación a individuos de especies en categoría de riesgo y endémicas; sobre el **carbono**, la liberación del stock almacenado en la biomasa y el suelo; y sobre el **paisaje**, la modificación temporal de la calidad visual del sitio. Los impactos adversos **significativos** recaen sobre los componentes bióticos y sobre los servicios hídrico, edáfico y de carbono, mientras que los **reversibles no significativos** se concentran en la atmósfera, el ruido y el paisaje, susceptibles de control con buenas prácticas de obra. Complementariamente, el análisis empleó **redes de interacción (Sorensen)** para rastrear los **efectos indirectos** —las cadenas causa-efecto que la valoración celda por celda no revela—, de modo que las medidas se diseñaran sobre la cadena de impacto completa y no solo sobre los efectos directos. Los impactos **acumulativos y sinérgicos** se evaluaron por su inserción en la tendencia regional: el aporte del proyecto (3.4097 ha) es acotado frente a la dinámica del corredor logístico-portuario ya consolidado y se compensa en superficie y en servicios ambientales, sin que el balance regional se agrave.

Impactos residuales. Tras la aplicación de las medidas, los residuales relevantes se concentran en la **pérdida temporal de la cubierta forestal y de sus servicios** (suelo, agua y carbono) mientras la reforestación de compensación madura, y en la **modificación permanente del paisaje** local por la infraestructura. El primero se atiende por compensación equivalente en un predio distinto y el segundo por la integración paisajística y las áreas verdes, de modo que ningún residual compromete la viabilidad ambiental del sitio a escala regional.

Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. La cartera de medidas responde a la **jerarquía de mitigación** —evitar → minimizar → restaurar → compensar—. Como la remoción de la cubierta es la esencia misma del cambio de uso de suelo autorizado y no puede *evitarse* sin cancelar el proyecto, la cartera se concentra en los escalones siguientes. El promovente se compromete a **nueve medidas** con sigla —tres de mitigación, una de compensación y cinco de prevención y buenas prácticas de obra— más un **Programa de Vigilancia Ambiental**. La **mitigación** minimiza el daño con el **rescate y reubicación de la flora prioritaria (M1)** —1,543 individuos, incluida la única especie en la NOM-059 del predio— antes del desmonte, con el **ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna (M2)** —51 especies en protocolo, con atención especial a los reptiles endémicos de lento desplazamiento— y con las **obras de conservación de suelo y agua (M3)**, que cortan la erosión y el azolve. La **compensación (C1)** restablece, en una

superficie distinta a la intervenida, la cubierta y los servicios removidos, mediante la reforestación de **4.34 hectáreas** (3.55 ha ex situ en el predio de compensación de Nuevo Cuyutlán, más 0.79 ha de revegetación in situ) con **5,568 individuos de Selva Baja Caducifolia nativa** a una densidad de **1,283 individuos por hectárea**. Las cinco medidas de **prevención y buenas prácticas de obra** atienden los impactos reversibles: control de emisiones y polvo (P-1), control de ruido y de la perturbación de la fauna (P-2), manejo de agua y suelo en la obra (P-3), integración paisajística y manejo de residuos (P-4) y mantenimiento preventivo de la maquinaria para el control de las emisiones de combustión (P-5).

Sigla	Medida	Tipo	Parámetro de verificación (meta)
M1	Rescate y reubicación de flora (1,543 individuos de especies prioritarias)	Mitigación	Supervivencia ≥ 80 % al año 1
M2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (51 especies en protocolo)	Mitigación	Barrido 100 %, mortalidad nula, 100 % liberados
M3	Obras de conservación de suelo y agua (retención de suelo y control de azolve)	Mitigación	Azolve ≤ 0.00 t·año^{-1}; obras ≥ 90 % funcionales
C1	Reforestación del predio de compensación (3.55 ha ex situ + 0.79 ha in situ = 4.34 ha; 5,568 individuos de Selva Baja Caducifolia nativa a 1,283 ind·ha^{-1})	Compensación	Supervivencia ≥ 80 %; densidad ≥ 1,283 ind·ha^{-1}; cobertura 85 % al año 7
P-1	Control de emisiones a la atmósfera (riego, cubrimiento de material, verificación vehicular)	Prevención	Riego cumplido; flota verificada; PM10 en norma
P-2	Control de ruido y perturbación de la fauna	Prevención	Ruido perimetral ≤ 68/65 dB(A) (NOM-081)
P-3	Manejo de agua y suelo en la obra (drenaje, trampas de sedimento, escarificación)	Prevención	Superficie con control de sedimentos; suelos escarificados al cierre
P-4	Integración paisajística y manejo de residuos	Prevención	1.0074 ha de áreas verdes; residuos a destino autorizado
P-5	Mantenimiento preventivo de la maquinaria para el control de emisiones de combustión	Prevención	Equipos con mantenimiento al día; opacidad ≤ NOM-045/041

El **rescate de flora (M1)** se ejecuta antes del desmonte, en temporada seca —cuando el trasplante alcanza el mayor prendimiento—, y prioriza los individuos de mayor valor de conservación: los de la especie en la NOM-059 (*Cedrela odorata*) y los de especies endémicas y de valor ecológico, con métodos ajustados a cada forma biológica —colecta de germoplasma o esqueje, trasplante de la regeneración y colecta de semilla—. El **rescate de fauna (M2)** combina el **ahuyentamiento dirigido** de la fauna de mayor movilidad —para inducir su desplazamiento hacia un hábitat análogo antes del derribo— con el **rescate y reubicación manual** de la fauna de lento desplazamiento, en particular los reptiles endémicos que no huyen ante el disturbio, liberados en sitios receptores de condiciones equivalentes. Las **obras de conservación de suelo y agua (M3)** —estructuras de retención de suelo y control de azolve dimensionadas sobre la superficie intervenida— cortan la erosión hídrica y eólica durante la obra y controlan el sedimento que de otro modo alcanzaría el sistema de cauces. Los tres programas operan con brigadas de campo bajo dirección técnica, se documentan en bitácora y su eficacia —prendimiento de la flora, mortalidad nula y liberación de la fauna, integridad de las obras y azolve entregado al cauce— se verifica dentro del Programa de Vigilancia Ambiental.

La ejecución técnica de estas medidas se detalla en los programas anexos de rescate de flora (Anexo A), de fauna (Anexo B), de reforestación del predio de compensación (Anexo C), de obras de conservación de suelo y agua (Anexo D) y de manejo integral de residuos (Anexo K).

Programa de Vigilancia Ambiental. El cumplimiento y la eficacia de todas las medidas se verifican mediante un **Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo L)**, que opera un ciclo de *medir → comparar → corregir*: mide el indicador de cada medida, lo compara con su meta y su umbral de alerta, y dispara la medida correctiva cuando el umbral se rebasa. Su horizonte de seguimiento es **no menor de siete años** para las medidas de restablecimiento de la cubierta forestal, y el promovente presenta a la autoridad informes periódicos de su avance. La responsabilidad del programa recae en el **promovente**, con la **dirección técnica** de un prestador de servicios técnicos forestales con Registro Forestal Nacional y una **supervisión ambiental** designada; cada medida cuenta con un indicador, una meta y un **umbral de alerta** que, al rebasarse, dispara una **medida correctiva** —reposición, reparación, refuerzo o ajuste— cuyo cierre se verifica en la campaña siguiente. De este modo, el seguimiento no termina con la obra, sino que sostiene la vigilancia hasta que las medidas de compensación alcanzan su meta de forma sostenida —una supervivencia de la reforestación no menor del 80 % y una cobertura del 85 % al año siete—, momento en que se acredita el cierre ante la autoridad. El programa se acompaña de formatos de verificación, una bitácora foliada y un catálogo de medidas correctivas, de modo que su instrumentación es plenamente operable desde la autorización del proyecto.

Balance de los recursos ambientales (escenarios con y sin medidas). La evaluación cuantificó, para los tres recursos sustantivos, el impacto del cambio de uso del suelo y la respuesta de las medidas mediante escenarios comparados. En la **erosión del suelo**, las obras de conservación (M3) controlan la pérdida: el azolve entregado al cauce pasa de 0.209 ton·año^{-1} en la línea base a 0.00 ton·año^{-1} con las medidas, y en la erosión eólica la ganancia de las medidas permanentes (81.19 ton·año^{-1}) cubre el 124.5 % del incremento causado por el proyecto (65.21 ton·año^{-1}). En la **recarga del acuífero**, la mitigación in situ con *mulch* incrementa la recarga en 965 m³·año^{-1} y la reforestación de compensación restablece el servicio a mayor escala: frente a los 73,200 m³ que el Área del Proyecto deja de aportar en el horizonte de evaluación, la recuperación acumulada asciende a 88,042 m³. En el **carbono**, frente a una pérdida por el cambio de uso del suelo de 234.01 t CO_2-e, el sistema con reforestación alcanza un stock de 601.89 tC, superior al de la línea base (294.2 tC). Estos escenarios muestran que las medidas no solo atenúan el impacto, sino que **revierten el balance** de los tres recursos por encima de su condición inicial.

Suficiencia de la compensación. La compensación es **equivalente** al impacto en los tres recursos sustantivos que el estándar obliga a conservar. En **superficie**, las 3.55 ha reforestadas ex situ superan las 3.41 ha afectadas por el cambio de uso de suelo. En **suelo**, el azolve entregado al cauce con las medidas se reduce a 0.00 ton·año^{-1} (inferior a la línea base de 0.209 ton·año^{-1}), y en la erosión eólica la ganancia de las medidas permanentes (81.19 ton·año^{-1}) cubre el 124.5 % del incremento causado por el proyecto. En **agua**, la recuperación acumulada de la recarga (88,042 m³) supera la que el Área del Proyecto deja de aportar (73,200 m³), con un margen de 14,843 m³. En **carbono**, el sistema con medidas alcanza un stock de 601.89 tC, superior al de la línea base (294.2 tC), frente a una pérdida por el cambio de uso de suelo de 234.01 tCO_2-e. En los tres planos, el proyecto **cumple el estándar de suficiencia** del artículo 93.

Pronóstico ambiental. El pronóstico contrasta el **escenario sin proyecto** —la continuación de las tendencias regionales de degradación del suelo, riesgo de deforestación e invasión biológica sobre un rodal secundario ya empobrecido, sin manejo ni compensación— con el **escenario con proyecto y medidas**. Con el proyecto, la remoción de la cubierta en 3.4097 ha se acota a doce meses y se acompaña de un paquete que **rescata** el material biológico de mayor valor (flora y fauna prioritarias), **conserva** el suelo y el agua durante la obra y **restablece**, en un predio distinto, la cubierta y los servicios removidos, con un seguimiento verificable no menor de siete años. Incorporando la compensación, la tendencia neta del sistema es de **recuperación** de los servicios de suelo, agua y carbono por encima de la línea base; el balance ambiental del proyecto, lejos de sumarse a la degradación regional, aporta una superficie forestal restablecida y gestionada donde antes había un rodal secundario sin manejo. El seguimiento del Programa de Vigilancia

Ambiental permite, además, corregir de forma temprana cualquier desviación en la eficacia de las medidas, de modo que el pronóstico favorable no queda como un supuesto sino como un compromiso verificable a lo largo del horizonte del programa.

Conclusión. De los estudios del medio físico, biológico, social y económico se concluye que el Área del Proyecto ocupa el **extremo degradado** de su región ecológica —Selva Baja Caducifolia secundaria, sin vegetación primaria ni ecosistemas legalmente protegidos, empobrecida frente a la comunidad regional— y que el proyecto constituye un uso **compatible y permitido** por los tres ordenamientos que rigen el sitio. Sus impactos significativos derivan exclusivamente de la remoción de la cubierta vegetal en 3.4097 hectáreas, se concentran en un periodo acotado de doce meses y se atienden con una cartera de medidas cuya **compensación es equivalente y verificable** en superficie y en los servicios ambientales sustantivos (suelo, agua y carbono), respaldada por un Programa de Vigilancia Ambiental que garantiza su cumplimiento y eficacia a lo largo de un horizonte no menor de siete años. En consecuencia, el proyecto **«Patio de Contenedores y Maniobra Express Port» es ambientalmente viable** y se concilia con el marco jurídico ambiental y de uso del suelo que le resulta aplicable.