

PUERTO DE SAN DIEGO

PLAN DE TRANSICIÓN DE CAMIONES DE SERVICIO PESADO Y CERO EMISIONES

RESUMEN EJECUTIVO



Final
30 de junio de 2022

RESUMEN EJECUTIVO

RE.1 INTRODUCCIÓN

En alineación con su visión de "equidad en salud para todos", la Junta de Comisionados Portuarios (Junta) adoptó la Estrategia Marítima de Aire Limpio (MCAS, por sus siglas en inglés) del Puerto de San Diego el 12 de octubre de 2021. La MCAS ha establecido una meta a la que se aspira no tener camiones con motor de combustión interna (CMCI) sirviendo a las terminales marítimas del Puerto para 2030. Aunque el MCAS no es una regulación o un documento de estrategia vinculante, para cumplir con este objetivo, el Puerto tiene como objetivo aumentar progresivamente la cantidad de viajes atendidos por camiones de cero emisiones (CCE)—eléctricos a batería o con pila de combustible—para 2030. El primer hito es en 2026, cuando el Puerto aspira a que el 40% de todos los viajes de camiones que dan servicio a sus terminales marítimas sean realizados por ZET, y el hito final es en 2030, cuando el Puerto pretende tener el 100% de los viajes de camiones atendidos por ZET. Para establecer el marco para cumplir con estos objetivos, el Puerto se ha asociado con WSP para desarrollar el Plan de Transición de Camiones de Servicio Pesado con Cero Emisiones (este informe, denominado en el presente como el "Plan") para identificar un camino viable para cumplir con los objetivos y desarrollar el marco para las etapas subsiguientes de planificación, diseño e implementación.

El Plan tiene como fin ser un documento guía para el Puerto. Sin embargo, el análisis y los descubrimientos documentados en este documento se derivan de un período limitado de recopilación de datos y reflejan las operaciones actuales. Dado el panorama en constante evolución de la operación de movimiento de carga y las tecnologías y políticas de cero emisiones, se espera que el Plan se actualice con el tiempo para reflejar nueva información que pueda generar resultados diferentes. Como resultado, el Puerto y sus partes interesadas deben permanecer flexibles a las tecnologías en evolución, los modelos comerciales emergentes y las nuevas estrategias para avanzar en los objetivos para los camiones de la MCAS.

RE.2 METODOLOGÍA

Actualmente, la mayoría de los viajes con servicio portuario son realizados por CMCI. Por lo general, los CMCI tienen un alcance de más de 500 millas, se estacionan en lotes de propiedad privada y se les puede poner combustible en un período de tiempo relativamente corto en una de las muchas estaciones con servicio de diésel. Estas operaciones cambiarán drásticamente con la transición a CCE. Por ejemplo, los camiones de batería eléctrica (CBE) requieren varias horas para cargarse, y sus capacidades de alcance son significativamente menores que las de los CMCI. Por otro lado, los camiones eléctricos de celda de combustible (CECC) no están actualmente disponibles en el mercado y la red de abastecimiento de combustible es escasa.

Para determinar el camino más factible para lograr los objetivos a corto plazo (2026) y largo plazo (2030) del Puerto, es esencial modelar la flota existente y los ciclos de trabajo junto con las tecnologías de cero emisiones (CE) existentes y previstas. En primer lugar, se recopilaron datos sobre la flota de camiones de servicio del Puerto existente a través de encuestas, datos de la MCAS y datos del lector de placas automatizado para desarrollar una base de datos de movimiento de camiones. A continuación, se determinaron varias suposiciones y contribuciones relacionadas con la vida útil de los camiones (millaje y edad), el rendimiento y los parámetros esperados de CBE y CECC, y otras características de CCE. Después, se identificaron y analizaron cinco "rutas preliminares" iniciales mediante el modelado de los requisitos de alcance de la flota en relación con las capacidades tecnológicas de CE existentes y si los camiones eran o no elegibles para el reemplazo antes de 2026 y 2030. Las rutas que no tenían fallas fatales se refinaron y redefinieron como "rutas

alternativas". El análisis de las alternativas se basa en los hallazgos de las rutas preliminares y considera costos, reducciones de emisiones y estrategias de optimización, como los impactos de reemplazar camiones antes del final de su vida útil (edad y millaje). Las rutas alternativas se refinaron a un sola "ruta focalizada" que se sintetizó y se encontró que era el enfoque más rentable y factible en este momento para lograr las metas y objetivos relacionados a los camiones de CE, centrándose en 2026 con miras a 2030. La Figura RE-1 presenta la estrategia.

Figura RE-1. Resumen de la estrategia



Fuente: WSP

RE.3 RUTAS PRELIMINARES

Las rutas preliminares se establecieron para identificar la viabilidad inicial de cumplir con las metas para el 2026 y el 2030. Las rutas preliminares consisten en cinco vías para el 2026 y el 2030 respectivamente:

- Ruta preliminar 1: Sólo CBE (sin carga de oportunidad)
 - Ruta preliminar 1A: Sólo CBE (con carga de oportunidad)
- Ruta preliminar 2: Sólo CECC
- Ruta preliminar 3: CBE y CECC (sin carga de oportunidad)
 - Ruta preliminar 3A: CBE y CECC (con carga de oportunidad)

El análisis de rutas preliminares encontró que los CECC, si bien son prometedores, aún no están disponibles en el mercado y por lo tanto no deberían ser una tecnología prioritaria para alcanzar la meta inmediata del puerto (40% de viajes con CCE para el 2026). Si bien los CBE no tienen las mismas capacidades de rango que los CECC, parece que pueden ser una solución viable para alcanzar la meta para el 2026 si se consideran las estrategias de carga de oportunidad y otras de optimización, como el retiro anticipado.

En este momento, la meta para el 2030 (100%) no parece ser alcanzable ya que depende de varios factores fuera del control del Puerto, incluyendo políticas y financiamiento de CE más agresivos, avances tecnológicos relacionados a baterías y disponibilidad de infraestructura tanto para baterías como hidrógeno. Muchos camiones que actualmente prestan servicios en el puerto también prestan servicios a otros puertos del estado, incluidos los puertos de Los Ángeles y Long Beach, que tienen mucho tráfico. Para que el Puerto alcance su objetivo para el 2030, otros puertos también deberán tener objetivos de transición agresivos. También será esencial que los avances de las baterías continúen o superen sus trayectorias actuales para adaptarse mejor a los ciclos de trabajo de los camiones de servicio portuario. Se espera que la industria del hidrógeno (productores y fabricantes de equipos originales de vehículos aumenten la producción, ya que esto también afectaría al Puerto para cumplir su objetivo). Teniendo en cuenta estas incertidumbres, el Puerto continuará evaluando el mercado y coordinándose con las autoridades regionales y estatales en los próximos años para seguir avanzando hacia el cumplimiento de la meta para el 2030.

Por estas razones, la ruta preliminar 1A (sólo CBE con carga de oportunidad) y la ruta preliminar 3A (CBE y CECC con carga de oportunidad) son las más adecuadas para ayudar a avanzar en el cumplimiento de la meta a corto plazo del Puerto para el 2026. Por lo tanto, estas rutas preliminares se consideran y se analizan más a fondo como rutas alternativas.

RE.4 RUTAS ALTERNATIVAS

El propósito principal del análisis de las rutas alternativas es identificar la ruta focalizada para cumplir con la meta a corto plazo del Puerto para el 2026. El análisis amplía las rutas preliminares 1A y 3A al proporcionar más optimizaciones de las rutas para lograr la meta en 2026, como minimizar la cantidad de camiones al priorizar los "viajeros frecuentes" (camiones que visitan con frecuencia el Puerto) y la posibilidad de retirarlos o reemplazar los camiones antes del final de su vida útil. Tanto la antigüedad como el millaje de un camión son indicadores útiles para determinar su vida útil, y las rutas alternativas incluyen un análisis de sensibilidad para determinar los impactos de ambos. El análisis de las rutas alternativas también incluye una ruta de emisiones casi nulas (ECN) que evalúa cualitativamente el uso de tecnologías de ECN para camiones que están exentos de las regulaciones de CE del estado, como los transportadores de automóviles monocasco. Por último, el análisis de rutas alternativas proporciona costos aproximados de orden de magnitud y reducciones de emisiones estimadas para proporcionar una imagen completa de los impactos de las vías en el Puerto y sus partes interesadas. Las tres rutas alternativas analizadas se enumeran a continuación:

- Ruta alternativa 1: Sólo CBE (con carga de oportunidad)
- Ruta alternativa 2: CBE y CECC (con carga de oportunidad)
- Ruta alternativa 3: Camiones de emisiones casi nulas (CECN)

Según el análisis de las rutas alternativas, los CBE pueden lograr el objetivo para el 2026 si se combinan con el retiro anticipado de vehículos y una red sólida de carga de oportunidad.

Se proyecta que los CECC en la ruta alternativa 2 tengan rangos más largos que los CBE. También pueden reducir la carga de los costos de capital iniciales de los operadores de camiones si las estaciones de servicio de hidrógeno estuvieran disponibles. Sin embargo, la viabilidad de esta ruta depende de la disponibilidad de camiones e infraestructura, lo cual no es la situación actual. Además, la producción de hidrógeno tiene actualmente una mayor intensidad de carbono que la producción de electricidad, por lo que agregar CECC a la flota aumentará las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida general en comparación con una flota de sólo CBE (ruta alternativa 1). Hay varios esfuerzos en curso para aumentar la producción de hidrógeno verde y CECC, lo que hace que el futuro de la tecnología sea prometedor. Sin embargo, considerando el objetivo a corto plazo del Puerto, es difícil confiar en los CECC como parte de la estrategia inicial.

Por estas razones, la ruta alternativa 1 (sólo CBE con carga de oportunidad) es la ruta más adecuada y específica para avanzar de manera más efectiva con la meta a corto plazo del Puerto para el 2026. La ruta específica que se enfoca en reemplazar los viajes de camiones diésel más frecuentes con viajes de CCE es la opción más razonable debido a la cantidad relativamente baja de camiones y recursos financieros necesarios para alcanzar la meta. A medida que los CECC lleguen al mercado, la mayor variedad de camiones puede ayudar al Puerto a lograr sus objetivos y deben considerarse como un sustituto de los CBE cuando sea apropiado. También se puede tomar en cuenta una consideración especial para el uso de CECC en aquellos casos en los que un CCE no esté disponible y se necesite una reducción de emisiones.

RE.5 RUTA FOCALIZADA

La ruta focalizada del Puerto (sólo CBE con carga de oportunidad) prioriza la sustitución de camiones diésel que realizan viajes más frecuentemente. Según el análisis de los cronogramas de retiro, las capacidades de rango de los CBE y la frecuencia de viajes se necesitan aproximadamente de 86 a 153 camiones para lograr la meta para el 2026. Esta ruta tiene el costo total más bajo (\$49 a \$87 millones) para la transición a CCE dada la menor cantidad de vehículos y cargadores requeridos. Sin embargo, es posible que no todos estos camiones hayan llegado a su vida útil. Estos costos incluyen los costos residuales de la cantidad de camiones que pueden necesitar ser retirados antes del final de su vida útil. Como se detalla más adelante, se debe tener en cuenta que estos costos se basan en costos unitarios y estimaciones que no tienen en cuenta contingencias, como el costo de construcción, diseño, mejoras de servicios públicos, garantías, tarifas de suscripción de administración de cargos y personalizaciones. La Tabla RE-1 resume las características de los camiones, perfiles, costos y emisiones asociadas con la ruta focalizada.

Tabla RE-1. Resumen de la ruta focalizada

Categoría	Medida
Perfil de camiones	
Número de camiones	86–153
Millaje diario promedio	250–275
Mediana de viajes portuarios anuales	192–327
Número de camiones retirados anticipadamente	25–89
Número de camiones que necesitan cargadores de oportunidad	47–60
Costos y emisiones	
Costos (vehículo, cargador y residual de camiones diésel)	\$49–\$87 millones
Reducción de emisiones de GEI en 2026 (toneladas métricas de CO ₂ e)	16,711–33,864 (-79% de reducción)
Reducción de emisiones de NO _x en 2026 (toneladas métricas)	15.5–31.6
Reducción de emisiones de PM _{2.5} en 2026 (kilogramos)	185.2–375.4
Reducción de emisiones de PM ₁₀ en 2026 (kilogramos)	193.6–392.4
Costo total del subsidio proporcionado por el Puerto	
Opción 1: \$45 mil/CBE	\$4–7 millones
Opción 2: \$120 mil/CBE	\$10–18 millones

Fuente: WSP

Clave: CBE = camión de batería eléctrica; CO₂e = equivalente de dióxido de carbono; GEI = gas de efecto invernadero; NO_x = óxidos de nitrógeno; PM₁₀ = partículas de hasta 10 micras de diámetro; PM_{2.5} = partículas de hasta 2,5 micras de diámetro

RE.6 IMPLEMENTACIÓN

Comenzar la implementación de la ruta focalizada para avanzar en el progreso hacia la meta a corto plazo de la MCAS para el 2026 implicaría centrarse en los siguientes pasos inmediatos:

- Proporcionar asistencia técnica a los operadores de camiones.
- Desarrollar y presentar un Programa de Camiones Cero Emisiones de Corto Recorrido para la consideración de la Junta para fines de 2022. Además, buscar oportunidades de financiamiento para ofrecer subsidios con prioridad para los camiones identificados en la ruta focalizada.
- Asistir en la planificación, el diseño y la implementación de la infraestructura de apoyo a CCE.
- Apoyar y promover diversos objetivos e iniciativas de políticas estratégicas para aumentar la adopción de CCE.

Avanzar en el progreso hacia la meta a largo plazo del Puerto (2030) implicaría el siguiente marco:

- Desarrollar un registro de camiones para rastrear los viajes y monitorear el progreso.
- Realización de actualizaciones bienales del Plan.
- Recopilación de datos para nuevos arrendamientos y proyectos ubicados en la terminal marítima.