



# Cómo Iniciar una Planta de Semiconductores en Tijuana: Un Análisis Estratégico

## Resumen Ejecutivo

El establecimiento de una planta de semiconductores en Tijuana, Baja California, representa una oportunidad estratégica significativa, impulsada por el crecimiento exponencial de la industria global de semiconductores y la reconfiguración de las cadenas de suministro hacia el *nearshoring*. Tijuana se posiciona favorablemente gracias a su robusto ecosistema manufacturero, su proximidad inigualable con Estados Unidos y el apoyo proactivo de los gobiernos estatal y federal.



Sin embargo, la viabilidad de un proyecto de esta magnitud depende críticamente de superar desafíos inherentes a la alta tecnología, como la garantía de un suministro eléctrico de calidad superior, la gestión eficiente y sostenible del agua ultrapura, y la capacitación continua de talento altamente especializado. El marco regulatorio mexicano ofrece incentivos fiscales y programas de fomento a la inversión, complementados por el potencial acceso a fondos de la Ley CHIPS de EE. UU., lo que mitiga parcialmente la considerable inversión inicial.

La presente evaluación detalla los requisitos fundamentales en infraestructura, talento y cumplimiento normativo, ofreciendo una hoja de ruta para inversores que busquen capitalizar la ventana de oportunidad actual. Se recomienda un enfoque que priorice la resiliencia energética a través de la cogeneración y fuentes renovables, la implementación de sistemas avanzados de tratamiento y reúso de agua, y la colaboración estrecha con instituciones académicas y programas gubernamentales para el desarrollo de capital humano. La gestión proactiva de los permisos ambientales y la asociación con proveedores especializados en residuos peligrosos son también pilares para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo.

# 1. Introducción: La Oportunidad de la Industria de Semiconductores en Tijuana

## 1.1. Panorama Global y Nacional de la Industria de Semiconductores

La industria global de semiconductores se encuentra en una fase de expansión sin precedentes, con proyecciones que sitúan sus ingresos por encima de los 720 mil millones de dólares en 2024, con expectativas de alcanzar 1.2 billones de dólares para 2029. Este crecimiento sostenido es impulsado por la creciente demanda en sectores clave como la automotriz, la electrónica de consumo, la inteligencia artificial y los vehículos eléctricos. La relevancia de los semiconductores en la economía global es innegable, consolidándose como un componente insustituible.

México ya desempeña un papel activo en esta cadena de suministro global, particularmente en las industrias automotriz y electrónica. Existe una ventana crítica de uno a dos años para que los sectores público y privado de México materialicen planes de acción viables para construir una cadena de suministro regional de semiconductores. Esto implica la necesidad urgente de asignar recursos financieros para infraestructura específica, como laboratorios, cuartos limpios y centros de pruebas, así como agilizar o eliminar regulaciones que puedan obstaculizar la inversión extranjera en microchips. El objetivo nacional es ambicioso: duplicar la industria de semiconductores de México para el final de la administración actual.

La tendencia global del *nearshoring*, motivada por cambios geopolíticos y la imperiosa necesidad de diversificar las cadenas de suministro, sitúa a México en una posición ventajosa debido a su proximidad geográfica con Estados Unidos. La Ley CHIPS y Ciencia de EE. UU. subraya explícitamente el papel de México como un socio clave en su estrategia para asegurar las cadenas de suministro de semiconductores y reducir la dependencia de la producción asiática. La confluencia de un mercado global de semiconductores en auge, la base existente de México en la cadena de suministro y el impulso del *nearshoring* configura un entorno de inversión urgente y altamente favorable. El plazo de "uno a dos años" mencionado no es meramente una previsión, sino un imperativo estratégico que sugiere que los primeros inversores están en una posición privilegiada para capturar una cuota de mercado significativa y aprovechar el apoyo gubernamental, incluyendo posibles asignaciones de fondos del ITSI de EE. UU., antes de que el panorama competitivo madure por completo. Esto indica una clara situación de "ventaja del primer actor".

## 1.2. Posicionamiento Estratégico de Tijuana y Baja California para la Manufactura de Semiconductores

Baja California se distingue como una potencia manufacturera consolidada,

contribuyendo con el 36.3% al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE). Tijuana, en particular, es un motor industrial clave, con una fuerza laboral sólida de casi 300,000 empleados en manufactura, lo que la posiciona como la cuarta entidad con más empleos a nivel nacional en este sector. La región cuenta con clústeres bien desarrollados en industrias de alta tecnología como la aeroespacial, la electrónica avanzada y los dispositivos médicos. La reciente inauguración de la primera planta de Carlo Gavazzi en México, ubicada en la Ciudad Industrial Otay de Tijuana y especializada en componentes electrónicos y semiconductores, refuerza aún más la creciente importancia de la ciudad en este sector.

La ubicación de Tijuana, directamente adyacente a la frontera con Estados Unidos, confiere una ventaja logística estratégica incomparable. Esta proximidad facilita un flujo transfronterizo eficiente de materias primas, componentes y productos terminados. La próxima apertura de la garita Otay 2 se anticipa que agilizará aún más la interacción binacional y los flujos comerciales.

Los gobiernos estatal y federal, junto con la industria, demuestran un compromiso proactivo con el desarrollo del sector de semiconductores. El Foro de Semiconductores 2025, celebrado en Tijuana, es un claro ejemplo de esta colaboración. Este evento, coordinado por Semiconductor Alliance en conjunto con los gobiernos de Baja California y Federal, y aliados globales, tiene como objetivos impulsar la industria tecnológica, posicionar a México en el sector global de semiconductores y atraer inversiones significativas, además de fortalecer el desarrollo de talento especializado.

Tijuana alberga más de 60 parques industriales que ofrecen infraestructura lista para usar y una ubicación estratégica cercana a una fuerza laboral calificada. Desarrollos recientes como Vesta Park Mega Región y Frasa Otay Industrial Park están ampliando la disponibilidad de espacios industriales modernos. Muchos de estos parques, como el Parque Industrial Thomas Alva Edison, ofrecen instalaciones Clase A con certificación LEED, acceso controlado 24/7, vialidades de concreto hidráulico y sistemas centrales contra incendios. El ecosistema manufacturero maduro de Tijuana, junto con su ventaja logística sin igual debido a la proximidad con Estados Unidos y el apoyo gubernamental proactivo, crea un entorno altamente sinérgico. Esto implica que una nueva planta de semiconductores se beneficiaría de una base existente de mano de obra calificada, cadenas de suministro establecidas para industrias relacionadas y un clima regulatorio favorable, lo que reduce significativamente el riesgo de la inversión inicial. La inversión continua en infraestructura industrial y la próxima apertura de la garita Otay 2 mejoran aún más esta propuesta, haciendo de Tijuana no solo una ubicación viable, sino altamente competitiva y estratégicamente sólida para la manufactura de alta tecnología.

## 2. Requisitos Fundamentales para la Instalación de una Planta de Semiconductores

### 2.1. Infraestructura Energética: Suministro y Calidad de Electricidad

El sector industrial es el mayor consumidor de electricidad en Baja California, representando el 56.4% del total, y Tijuana por sí sola consume el 37% de la energía eléctrica del estado. El rápido crecimiento industrial en la región está poniendo a prueba la capacidad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para satisfacer la demanda, lo que genera complejidades en la infraestructura de distribución y transmisión. Históricamente, esta situación ha provocado apagones que resultan en pérdidas operativas significativas para las empresas.

La CFE es el principal proveedor de electricidad. Aunque la red eléctrica de Baja California opera independientemente del sistema interconectado nacional, lo que en ocasiones ha proporcionado resiliencia durante apagones a nivel nacional, persisten las preocupaciones sobre posibles interrupciones en el suministro durante el verano si los proyectos de generación planificados, como la gran planta fotovoltaica en Puerto Peñasco, Sonora, no se integran completamente a la red regional. La CFE ha anunciado inversiones sustanciales, incluyendo 23.4 mil millones de dólares para nueva infraestructura de generación, transmisión y distribución a nivel nacional hasta 2030, y específicamente 2.286 mil millones de dólares para modernizar la red de transmisión.

La manufactura de semiconductores exige un suministro eléctrico excepcionalmente estable y de alta calidad, ya que incluso pequeñas fluctuaciones pueden causar defectos y pérdidas significativas en el rendimiento de la producción. El "Código de Red" (CdR 2.0) de México establece criterios técnicos obligatorios para la operación eficiente del Sistema Eléctrico Nacional, abarcando parámetros críticos como la Distorsión Armónica Total (THD), los valores RMS de voltaje y el factor de potencia. Las instalaciones industriales con una demanda contratada de 1 MW o más deben cumplir con estos estándares de calidad para enero de 2024 o presentar un plan de trabajo detallado a la Comisión Reguladora de Energía (CRE). El incumplimiento puede acarrear severas sanciones económicas.

El sector industrial en Baja California está impulsando activamente reformas regulatorias para permitir una mayor autogeneración de electricidad, especialmente a través de grandes instalaciones fotovoltaicas. Muchos parques industriales en Tijuana ya cuentan con sus propias subestaciones y redes de distribución internas. Empresas privadas de energía como Grupo Casil y SoEnergy ofrecen soluciones especializadas en energía renovable y cogeneración. Además, proveedores de servicios locales como SAME México brindan mantenimiento, pruebas y diagnósticos para subestaciones eléctricas, lo

cual es crucial para asegurar un suministro de energía continuo y fiable. La creciente y significativa demanda de electricidad industrial en Tijuana, junto con las limitaciones actuales de la infraestructura de la CFE y la sensibilidad inherente de la manufactura de semiconductores a la calidad de la energía, representa un desafío crítico. Dependier únicamente de la expansión de la red pública podría introducir riesgos de fiabilidad inaceptables. Por lo tanto, un plan energético estratégico para una planta de semiconductores debe incluir capacidades robustas de generación en sitio (por ejemplo, solar, cogeneración) y sistemas avanzados de acondicionamiento de energía para cumplir con los estrictos estándares de calidad exigidos por el "Código de Red". Esta inversión proactiva en resiliencia energética no es solo una cuestión de cumplimiento, sino de asegurar una producción ininterrumpida y de alto rendimiento.

**Tabla 1: Requisitos de Calidad de Energía para Plantas de Semiconductores (Basado en Código de Red y Estándares Industriales)**

Parámetro	Límite del Código de Red (CdR 2.0)	Requisito de la Industria de Semiconductores	Impacto Potencial en la Planta de Semiconductores
Distorsión Armónica Total (THD) de Voltaje	< 8% (para 69 kV)	< 5% (típicamente < 3%)	Fallos en equipos sensibles, interrupciones de producción, defectos en obleas.
Distorsión Armónica Total (THD) de Corriente	Varía según la potencia de cortocircuito en el punto de conexión.	Estrictamente controlado para evitar sobrecalentamiento y fallos.	Sobrecarga de transformadores, fallos de condensadores, mal funcionamiento de equipos.
Factor de Potencia	> 0.95 (inductivo o capacitivo)	> 0.98 (preferiblemente cercano a 1.0)	Multas por incumplimiento, ineficiencia energética, sobrecarga de la red.
Variaciones de Voltaje (Sags/Swells)	Tolerancias específicas para magnitud y duración.	Tolerancias muy ajustadas (ej. < 10% por milisegundos)	Interrupción de procesos críticos, daños a equipos, pérdida de rendimiento.
Interrupciones (Frecuencia y Duración)	SAIFI y SAIDI definidos (ej. SAIDI < 46.84 min/año)	Cero interrupciones (se requiere respaldo total)	Paro total de la producción, pérdidas económicas masivas por hora (~\$125,000/hora).

Parámetro	Límite del Código de Red (CdR 2.0)	Requisito de la Industria de Semiconductores	Impacto Potencial en la Planta de Semiconductores
Desequilibrio de Voltaje	< 2%	< 1%	Sobrecalentamiento de motores, vibraciones, reducción de vida útil del equipo.
Frecuencia	± 0.5 Hz del valor nominal	± 0.1 Hz del valor nominal	Mal funcionamiento de equipos de sincronización y control.
Transitorios de Voltaje	Límites definidos para picos y valles.	Estrictamente controlados (requiere supresores de transitorios)	Daños a componentes electrónicos sensibles, fallos de sistemas de control.

## 2.2. Gestión Hídrica: Suministro, Tratamiento y Producción de Agua Ultrapura

La fabricación de semiconductores es una de las industrias más intensivas en el uso de agua, requiriendo "agua ultrapura" (UPW) que es hasta 1,000 veces más limpia que el agua potable. Esta agua excepcionalmente pura es indispensable para la limpieza de componentes sensibles, el enjuague de obleas y la prevención de impurezas microscópicas que podrían comprometer la funcionalidad y el rendimiento de los *chips*.

Tijuana enfrenta un desafío significativo y continuo con la escasez de agua, evidenciando un déficit hídrico documentado. Un problema crítico es la baja tasa de reúso de agua tratada, con solo el 1% del agua municipal tratada actualmente encontrando un segundo uso. Las autoridades locales están implementando activamente iniciativas para modernizar la infraestructura hídrica y promover el reúso de agua industrial.

El gobierno de Baja California ofrece incentivos, incluyendo descuentos de hasta el 30%, para las industrias que adopten el reúso de agua tratada en sus procesos. Varias empresas en la región se especializan en sistemas de purificación y tratamiento de agua industrial, incluyendo ósmosis inversa, ultrafiltración y desionización. Entre ellas se encuentran Consultec , AquaProteq , Suavizadores de Tijuana , y Acuario Mercantil, que cuenta con experiencia en sistemas de ósmosis inversa industrial para la industria aeroespacial y microfiltración para la recuperación de agua de proceso en la industria de semiconductores en Mexicali. Actores internacionales como Veolia y Seven Seas Water Group ofrecen sistemas avanzados de UPW, soluciones de reúso de aguas residuales y modelos de "Agua como Servicio" que pueden reducir la inversión

inicial en infraestructura.

Tijuana posee capacidades existentes para el tratamiento de aguas residuales, incluyendo la planta de San Antonio de los Buenos y la importante Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales Tijuana-San Diego (PITAR), que trata grandes volúmenes de aguas residuales de Tijuana. También se están desarrollando planes integrales para el saneamiento y el reúso del agua en Tijuana y Playas de Rosarito. La escasez de agua documentada en Tijuana representa una limitación fundamental para una planta de manufactura de semiconductores, que es intensiva en el uso de agua. Esto eleva la gestión del agua de un mero costo operativo a un imperativo estratégico para la viabilidad a largo plazo. El éxito dependerá de la implementación de sistemas avanzados de agua con descarga líquida casi nula (ZLD) o de circuito cerrado, que maximicen el reúso interno y minimicen la captación de agua dulce. La disponibilidad de proveedores locales e internacionales especializados en tratamiento de agua es un factor facilitador crucial, pero la inversión en estos sofisticados sistemas será sustancial. Esto también implica que el costo del agua, y más significativamente, el costo de tratarla y reutilizarla, será un gasto operativo continuo importante.

**Tabla 2: Estándares de Agua Ultrapura para Semiconductores (SEMI F63) y Proveedores Locales**

Parámetro	Estándar/Guía SEMI F63	Criticidad para la Planta de Semiconductores	Proveedores Locales/Regionales Relevantes
Resistividad	> 18.2 MΩ·cm a 25°C	Evita la corrosión y la conductividad eléctrica no deseada en procesos sensibles.	Veolia Water Technologies, Seven Seas Water Group, Consultec, AquaProteq, Suavizadores de Tijuana, Acuario Mercantil.
Carbono Orgánico Total (TOC)	< 1 ppb (partes por billón)	La contaminación orgánica causa defectos en los <i>chips</i> , reduce el rendimiento y puede detener la producción.	Veolia Water Technologies (analizadores Sievers TOC), Consultec, AquaProteq.
Partículas (0.05 μm)	< 10 partículas/mL	Las partículas microscópicas pueden dañar la superficie de las obleas y provocar fallos.	Veolia Water Technologies (filtración, ultrafiltración), Consultec, AquaProteq.
Oxígeno Disuelto	< 10 ppb	Puede causar	Veolia Water

Parámetro	Estándar/Guía SEMI F63	Criticidad para la Planta de Semiconductores	Proveedores Locales/Regionales Relevantes
(DO)		oxidación y corrosión en los equipos y en las obleas.	Technologies.
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	< 10 ppt (partes por trillón)	Puede depositarse en las superficies de las obleas, causando defectos y problemas de rendimiento.	Veolia Water Technologies (EDR para sílice), Consultec.
Boro (B)	< 10 ppt	Contaminante crítico en ciertos procesos de dopaje y en la formación de películas delgadas.	Veolia Water Technologies (analizador Sievers Boron Ultra).
Metales (Fe, Cu, Zn, Na, K, Ca, Mg, Al)	< 10 ppt (cada uno)	Los iones metálicos pueden contaminar las obleas y afectar las propiedades eléctricas de los semiconductores.	Veolia Water Technologies (eliminación de metales pesados), Acuario Mercantil.
Microorganismos	< 1 CFU/100 mL (Unidades Formadoras de Colonias)	Pueden causar contaminación biológica y generar partículas que afectan el rendimiento.	Veolia Water Technologies (ozono, UV), Consultec, AquaProteq.

### 2.3. Conectividad y Logística: Transporte y Telecomunicaciones

La posición geográfica de Tijuana, directamente adyacente a la frontera con Estados Unidos, representa una ventaja logística primordial. Esta ubicación facilita el movimiento altamente eficiente de materias primas, componentes y productos terminados a través de la frontera. La próxima apertura de la garita Otay 2 está diseñada específicamente para mejorar aún más esta conectividad binacional y optimizar los flujos comerciales.

El Aeropuerto Internacional de Tijuana ha demostrado un crecimiento robusto en la carga aérea, reportando un aumento del 9.2% en la carga comercial durante los primeros ocho meses de 2024, superando a otros aeropuertos importantes de México. Esta capacidad es particularmente crucial para los componentes de alto valor y sensibles al tiempo que caracterizan a la industria de semiconductores.

Tijuana se beneficia de una red de carreteras bien desarrollada, incluyendo arterias clave como el Boulevard 2000 y la carretera Tijuana-Rosarito-Ensenada, lo que facilita la distribución interna y regional. Proveedores de logística especializados como DSV ofrecen servicios integrales de carga consolidada (LTL) y carga completa (FTL) que conectan a México con Estados Unidos y Canadá, incluyendo soluciones críticas de correteaje aduanal y almacenamiento.

Aunque Tijuana no cuenta con un puerto de aguas profundas, el cercano Puerto de Ensenada sirve como una puerta marítima vital. Este puerto está invirtiendo activamente en infraestructura, incluyendo nuevas grúas eléctricas, para mejorar su capacidad de manejo de carga industrial y de alto valor, sirviendo a las operaciones industriales más amplias del noroeste de México, incluida Tijuana.

Para la manufactura moderna y con uso intensivo de datos, una conectividad a internet fiable y de alta velocidad es esencial. NetLink Internet ofrece servicios de internet simétrico de alta velocidad por fibra óptica con una amplia cobertura (90% de Tijuana), dirigidos específicamente a clientes empresariales. Fibremex es otro líder destacado en fibra óptica y telecomunicaciones en México, que ofrece soluciones integrales para la infraestructura de red. La infraestructura logística multimodal de Tijuana, especialmente su conectividad transfronteriza sin igual, es un factor habilitador crítico para una planta de semiconductores que opera dentro de una cadena de suministro global. La combinación de una carga aérea eficiente para insumos/productos de alto valor, un transporte terrestre robusto para la distribución regional y las instalaciones portuarias accesibles para maquinaria pesada, subraya un ecosistema logístico maduro. Esta infraestructura contribuye directamente a costos operativos competitivos, tiempos de entrega reducidos y una mayor resiliencia de la cadena de suministro, todos ellos vitales para la naturaleza "justo a tiempo" de la fabricación de semiconductores.

## 2.4. Desarrollo de Talento Humano Especializado

Baja California cuenta con una fuerza laboral manufacturera sustancial y experimentada, que suma 297,711 empleados, con una notable concentración en el sector electrónico. Tijuana es reconocida por su capacidad para atraer y retener talento humano especializado, un activo clave para las industrias de alta tecnología.

El gobierno del estado, en estrecha colaboración con la Semiconductor Alliance y la Universidad Estatal de Arizona, ha lanzado el "Programa de Formación en Semiconductores de Baja California". Este programa pionero tiene como objetivo capacitar a 100 docentes e investigadores de 18 instituciones educativas públicas y privadas de todo el estado en áreas críticas como el diseño de semiconductores y la manufactura *backend*. La IBERO Tijuana participa activamente en esta iniciativa de desarrollo de talento.

A nivel federal, la Presidenta de México, Claudia Sheinbaum Pardo, ha anunciado una importante iniciativa nacional para establecer un "Centro de Diseño de

Semiconductores". Se proyecta que este centro nacional consolidará la producción de semiconductores para industrias clave, incluyendo la automotriz, electrodomésticos y equipos médicos, para el año 2027.

Baja California promueve y aplica activamente un modelo de "triple hélice", fomentando una colaboración sólida entre el gobierno, la industria y la academia. Este enfoque integrado está diseñado para cultivar talento especializado, impulsar la innovación y atraer más inversiones al sector de alta tecnología. Los esfuerzos proactivos y coordinados de los gobiernos estatal y federal, en conjunto con las instituciones académicas, para desarrollar talento especializado en semiconductores son fundamentales para la sostenibilidad y competitividad a largo plazo de una planta de semiconductores en Tijuana. Esto va más allá de simplemente contar con una gran reserva de mano de obra; aborda la necesidad crítica de ingenieros y técnicos altamente calificados, específicamente capacitados para las complejidades de la manufactura de semiconductores. El enfoque en la capacitación de docentes asegura un efecto cascada, fortaleciendo la base educativa para futuras generaciones de talento y mitigando un cuello de botella común en las industrias de manufactura avanzada.

## 3. Marco Regulatorio y Legal para la Inversión Industrial

### 3.1. Incentivos Fiscales y Programas de Fomento a la Inversión (Federales y Estatales)

El gobierno mexicano está activamente involucrado en la atracción de inversión en semiconductores y está evaluando cómo implementar incentivos específicos y adaptados para el sector. Entre los programas federales clave se incluyen:

- **IMMEX y PROSEC:** Estos programas ofrecen aranceles preferenciales en la importación de maquinaria, equipo e insumos esenciales para la producción y el ensamblaje, lo que mejora la competitividad de las industrias nacionales.
- **Créditos Fiscales para I+D:** Un incentivo significativo es un crédito fiscal del 30% sobre los gastos e inversiones en proyectos propios de investigación y desarrollo tecnológico.
- **Depreciación Acelerada:** El gobierno ofrece depreciación acelerada para inversiones en bienes nuevos de activo fijo y una deducción adicional por

gastos de capacitación, particularmente para industrias exportadoras clave, incluyendo componentes y equipos electrónicos.

- **Ley CHIPS de EE. UU. y Fondo ITSI:** La "Ley para la Reducción de la Inflación de 2022" de EE. UU. incluye disposiciones para un crédito fiscal del 25% sobre inversiones calificadas en instalaciones de fabricación avanzada de semiconductores. Además, el Fondo ITSI, establecido por la Ley CHIPS, asigna 500 millones de dólares durante cinco años para apoyar iniciativas de seguridad de semiconductores y diversificación de la cadena de suministro con países socios, incluido México.

A nivel estatal, Baja California ofrece incentivos específicos destinados a atraer nuevas empresas y promover el desarrollo tecnológico que agregue valor. Estos incluyen:

- **Exención del Impuesto sobre Nóminas:** Los proyectos de inversión aprobados pueden recibir una exención del impuesto sobre remuneraciones al trabajo personal por períodos y porcentajes específicos.
- **Incentivos Ambientales:** También se ofrecen beneficios a las empresas que implementen proyectos de consumo de energías renovables o que traten y reutilicen aguas residuales, en línea con los objetivos de sostenibilidad. El estado promueve activamente nuevas inversiones en los sectores de semiconductores y tecnología.

México está comprometido con la simplificación de los procedimientos administrativos para la Inversión Extranjera Directa (IED). La Secretaría de Economía, a través del Registro Nacional de Inversiones Extranjeras (RNIE) y la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras (CNIE), facilita diversos trámites para el establecimiento de personas morales extranjeras y el registro de sus estatutos. La estructura de incentivos escalonados, que combina programas federales (beneficios arancelarios, créditos de I+D, depreciación acelerada) con exenciones fiscales a nivel estatal y beneficios vinculados a la sostenibilidad, demuestra una estrategia gubernamental integral para crear un clima de inversión altamente atractivo. El elemento crucial es el potencial acceso a los fondos de la Ley CHIPS de EE. UU., lo que podría compensar significativamente los sustanciales gastos de capital de una planta de semiconductores. Esta alineación de políticas binacionales posiciona a México, y específicamente a Baja California, como una ubicación singularmente competitiva y financieramente viable para la fabricación de semiconductores, abordando directamente la alta barrera de inversión.

### 3.2. Permisos y Licencias Ambientales Clave (LAU, EIA, Residuos Peligrosos, Emisiones)

El establecimiento y la operación de una planta de semiconductores en México, como una instalación industrial de gran envergadura, requiere la obtención de un conjunto exhaustivo de permisos y licencias ambientales. Los requisitos clave incluyen:

- **Licencia Ambiental Única (LAU):** Este es un permiso consolidado crítico para empresas que generan emisiones a la atmósfera, descargan aguas residuales y producen residuos peligrosos. La obtención de la LAU exige una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) exhaustiva.
- **Registro como Generador de Residuos Peligrosos:** Obligatorio para cualquier industria que maneje o genere sustancias peligrosas como productos químicos, aceites o solventes. Este registro requiere la presentación y el cumplimiento de un plan detallado de manejo de residuos peligrosos.
- **Permiso de Emisiones a la Atmósfera:** Necesario para industrias que liberan contaminantes como humo, polvo o gases a la atmósfera. Este permiso establece límites específicos para las emisiones y exige medidas de control para minimizar el impacto en la calidad del aire.
- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** Este es un documento técnico fundamental y un requisito clave para proyectos industriales que tienen el potencial de afectar significativamente los ecosistemas naturales. La aprobación de la EIA es un requisito previo para obtener otros permisos ambientales.
- **Permiso de Descarga de Aguas Residuales:** Los usuarios industriales están explícitamente obligados a obtener este permiso para la descarga de aguas residuales.
- **Permisos Municipales:** Los permisos locales, como el Permiso Ambiental de Operación Inicial y de Renovación (PAOIR) a nivel municipal (por ejemplo, en Playa del Carmen), requieren información detallada sobre la actividad comercial, la documentación legal, el uso del suelo y planes integrales para la eliminación de residuos sólidos y aguas residuales.

Operar una instalación industrial sin las licencias ambientales necesarias puede acarrear sanciones severas, incluyendo multas sustanciales e incluso la suspensión de operaciones. Firmas especializadas, como Grupo Arsi, ofrecen servicios integrales de asesoría para navegar este complejo panorama de permisos, incluyendo análisis regulatorio detallado, preparación de documentación técnica y orientación continua sobre el cumplimiento.

La naturaleza extensa y obligatoria de los permisos ambientales, junto con las severas sanciones por incumplimiento, destaca la regulación ambiental como un riesgo operativo crítico y un componente significativo de la planificación del proyecto. Esto exige un enfoque proactivo y dirigido por expertos para la evaluación de impacto ambiental y la obtención de permisos desde las primeras etapas de la conceptualización del proyecto. La contratación de consultores ambientales especializados no es simplemente una conveniencia, sino un imperativo estratégico para garantizar el cumplimiento legal, evitar retrasos costosos y mantener la licencia social para operar.

**Tabla 3: Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) Relevantes para Descargas de Aguas Residuales Industriales**

NOM ID	Propósito/Alcance	Parámetros/Sustancias Clave Reguladas	Relevancia para la Planta de Semiconductores
NOM-001-SEMARNAT-2021	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el fin de proteger la calidad del agua y el medio ambiente.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Nitrógeno Total, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Metales Pesados (Arsénico, Cadmio, Cromo, Plomo, etc.), pH.	Regula las descargas de aguas residuales de proceso y sanitarias a cuerpos receptores nacionales, incluyendo ríos y subsuelo. Crucial para el diseño del sistema de tratamiento de efluentes.
NOM-003-ECOL-1997	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsan en servicios al público.	Coliformes Fecales, Huevos de Helminto, DBO5, SST, Grasas y Aceites, Metales Pesados, Cianuros.	Aplica si la planta planea reusar sus aguas residuales tratadas para servicios públicos o riego, requiriendo un nivel de tratamiento superior.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Residuos con características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-Infeccioso), incluyendo metales pesados (Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Plomo, etc.) y compuestos orgánicos.	Clasifica los residuos generados por el proceso de fabricación de semiconductores (ácidos, solventes, lodos con metales pesados, gases tóxicos) como peligrosos, dictando su manejo, almacenamiento y disposición.

### 3.3. Regulaciones Específicas para Residuos Químicos y Electrónicos

La legislación ambiental mexicana clasifica los residuos en Residuos Sólidos Urbanos (competencia municipal), Residuos de Manejo Especial (competencia estatal) y Residuos Peligrosos (jurisdicción federal). Los residuos electrónicos,

aunque a veces sujetos a una clasificación ambigua, a menudo contienen componentes peligrosos que caen bajo la jurisdicción federal, particularmente según lo definido por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

El proceso de fabricación de semiconductores implica intrínsecamente el uso y la generación de una amplia gama de productos químicos peligrosos. Estos incluyen diversos ácidos, bases, solventes, polvos metálicos y gases altamente tóxicos. Los efluentes y residuos sólidos resultantes pueden contener metales pesados (por ejemplo, arsénico, cadmio, cromo, plomo), amoníaco y otros contaminantes complejos.

Las regulaciones ambientales para materiales peligrosos en esta industria son particularmente estrictas. Exigen inspecciones regulares para detectar fugas en las áreas de almacenamiento de productos químicos, el uso de tuberías subterráneas de doble capa para sustancias peligrosas con sistemas integrados de detección de fugas, y protocolos estrictos para la segregación, separación y preparación de residuos peligrosos. Los lodos no tratados resultantes de los procesos de recuperación de metales deben eliminarse de forma segura en vertederos aprobados.

Tijuana y la región circundante cuentan con empresas especializadas en la gestión de residuos peligrosos. Firmas como Biosea y Pranorte ofrecen servicios integrales que incluyen la recolección, transporte, almacenamiento temporal, reciclaje y disposición final de residuos peligrosos, todo ello en estricto cumplimiento de las normas ambientales mexicanas. Promotora Ambiental (PASA/GEN) también ofrece soluciones de gestión de residuos industriales y comerciales. La naturaleza altamente tóxica y compleja de los residuos generados por la fabricación de semiconductores exige una estrategia de gestión de residuos sofisticada, multifacética y totalmente conforme a la normativa, que va mucho más allá de los protocolos industriales generales. La ambigüedad existente en la clasificación de los residuos electrónicos subraya la necesidad de una interpretación regulatoria meticulosa y un compromiso proactivo. La asociación con empresas locales especializadas en la gestión de residuos peligrosos no es solo un requisito logístico, sino una estrategia crítica de mitigación de riesgos para garantizar el estricto cumplimiento legal, prevenir la contaminación ambiental y evitar sanciones regulatorias severas y daños a la reputación. Esto representa un costo operativo significativo y un área clave para una debida diligencia exhaustiva.

## 4. Consideraciones Económicas y Operativas

### 4.1. Estimación de Inversión y Opciones de Financiamiento

El establecimiento de una planta de semiconductores exige una inversión de capital sustancial. El "Plan Maestro para el Desarrollo de Semiconductores 2024-2030" de México proyecta una inversión mínima de 10 mil millones de dólares en el sector durante este período. Si bien una planta de fabricación (fab) a gran escala y de última generación puede costar decenas de miles de millones, una

planta más pequeña y especializada, como una de ensamblaje, prueba y empaque (ATP), o una de fabricación de componentes específicos, podría ser más factible para una entrada inicial. Por ejemplo, se ha reportado una inversión de 10 millones de dólares para la primera fábrica mexicana de semiconductores que estará lista en 2025. La planta de Carlo Gavazzi en Tijuana, enfocada en componentes electrónicos, también representó una inversión significativa.

Existen diversas opciones de financiamiento para proyectos industriales en México. Estas incluyen:

- **Préstamos Bancarios:** Una de las formas más tradicionales de financiamiento, que permite obtener una suma fija de dinero a devolver en un plazo determinado, generalmente con intereses fijos o variables.
- **Arrendamiento Financiero:** Permite a las empresas utilizar equipos o activos sin la necesidad de una compra directa, con pagos deducibles de impuestos y, en algunos casos, mantenimiento incluido.
- **Financiamiento a través de Fintechs:** Ofrecen acceso a capital para proyectos de menor escala o gastos operativos a corto plazo, con flexibilidad en las opciones de financiamiento.
- **Crédito Comercial:** Financiamiento directo de proveedores que permite adquirir bienes o servicios con pago a futuro.
- **Capital Privado y Fondos de Inversión:** Opción para empresas que buscan desarrollar nuevas tecnologías o proyectos con alto potencial, a cambio de una participación en la empresa. Esto incluye fondos de capital de riesgo (*venture capital*) y *business angels*.
- **Subsidios y Apoyos Gubernamentales:** Programas que no requieren reembolso y están diseñados para fomentar la innovación en industrias clave, incluyendo el sector de semiconductores. México está evaluando cómo otorgar incentivos específicos al sector de semiconductores, considerando el tamaño de las inversiones y la competencia internacional. Además, la Ley CHIPS de EE. UU. y el Fondo ITSI proporcionan fondos para garantizar la seguridad de los semiconductores y la diversificación de la cadena de suministro.
- **Crowdfunding:** Una alternativa para empresas nuevas con proyectos innovadores, que involucra el financiamiento colectivo.
- **Incubadoras y Aceleradoras:** Opciones para empresas de tecnología e innovación, especialmente aquellas con alto riesgo y alto potencial de ganancias.

La estimación de inversión de 10 mil millones de dólares a nivel nacional para el sector de semiconductores es una cifra indicativa del compromiso, pero también de la magnitud del desafío. La viabilidad financiera de una planta de semiconductores en Tijuana se ve reforzada por la posibilidad de adoptar un enfoque por fases o de enfocarse en segmentos específicos de la cadena de valor, como el ensamblaje, prueba y empaque (ATP), lo que permitiría aprovechar las fortalezas manufactureras existentes de México y reducir la inversión de capital inicial. La diversidad de opciones de financiamiento, particularmente el apoyo gubernamental tanto nacional como el potencial acceso a fondos de la

Ley CHIPS de EE. UU., son cruciales para hacer que estas empresas sean financieramente viables.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

El inicio de una planta de semiconductores en Tijuana es una propuesta con un sólido fundamento estratégico, anclada en el crecimiento global de la industria y la dinámica del *nearshoring*. La ciudad y el estado de Baja California ofrecen un ecosistema manufacturero maduro, una ubicación logística privilegiada y un compromiso gubernamental y académico evidente para fomentar este sector. Sin embargo, el éxito de un proyecto de esta envergadura dependerá de una planificación meticulosa y una ejecución proactiva para abordar los desafíos inherentes a la manufactura de alta tecnología.

Para capitalizar esta oportunidad, se presentan las siguientes recomendaciones clave:

1. **Desarrollo de una Estrategia Energética Robusta y Resiliente:** Dada la alta demanda industrial de Tijuana y las complejidades en el suministro eléctrico de la CFE, es imperativo que la planta de semiconductores integre soluciones de energía distribuida. Esto incluye la inversión en **autogeneración en sitio** mediante fuentes renovables como la energía solar y sistemas de cogeneración para asegurar un suministro continuo y de alta calidad. Se deben implementar sistemas avanzados de  **acondicionamiento de energía** para cumplir y superar los estrictos requisitos del Código de Red de México y las tolerancias aún más exigentes de los equipos de fabricación de semiconductores. La colaboración con proveedores locales especializados en mantenimiento y diagnóstico eléctrico será fundamental para la fiabilidad operativa.
2. **Implementación de un Modelo Integral de Gestión del Agua Ultrapura y Reúso:** La escasez de agua en Tijuana exige que la planta de semiconductores adopte un enfoque de **cero descarga líquida (ZLD)** o de **circuito cerrado** para el agua. Esto implica una inversión sustancial en sistemas avanzados de tratamiento de agua, incluyendo ósmosis inversa, ultrafiltración y desionización, para producir agua ultrapura de acuerdo con los estándares SEMI F63. Paralelamente, se deben diseñar sistemas para el tratamiento y reúso de las aguas residuales de proceso, aprovechando los incentivos gubernamentales para el reúso. La asociación con empresas locales e internacionales con experiencia probada en sistemas de UPW y tratamiento de aguas residuales industriales es crucial.
3. **Aprovechamiento y Fomento del Talento Especializado:** La existencia de programas de formación en semiconductores en Baja California y la iniciativa del Centro de Diseño de Semiconductores a nivel nacional son activos valiosos. La planta debe establecer **alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación** locales (como IBERO Tijuana,

UABC, CETYS) para co-desarrollar planes de estudio, ofrecer pasantías y programas de capacitación dual. Esto asegurará un flujo constante de ingenieros y técnicos altamente calificados, mitigando uno de los mayores riesgos en la industria de alta tecnología.

4. **Navegación Proactiva del Marco Regulatorio y Ambiental:** Es fundamental que el proyecto involucre a **expertos legales y ambientales** desde las fases iniciales para asegurar el cumplimiento de todas las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y la obtención de permisos clave como la Licencia Ambiental Unica (LAU) y los registros de residuos peligrosos. La naturaleza compleja de los residuos químicos y electrónicos generados por la fabricación de semiconductores exige una estrategia de gestión de residuos robusta y el establecimiento de alianzas con **proveedores especializados y autorizados** en el manejo, transporte y disposición de estos materiales.
5. **Optimización de la Estructura de Inversión y Financiamiento:** Si bien la inversión inicial es considerable, la planta debe explorar activamente la combinación de **incentivos fiscales federales** (programas IMMEX/PROSEC, créditos de I+D, depreciación acelerada) y **estatales** (exenciones de impuestos sobre nóminas, beneficios ambientales). Además, la posibilidad de acceder a fondos y créditos fiscales de la **Ley CHIPS de EE. UU.** representa una oportunidad única para reducir la carga de capital. Considerar una entrada por fases o enfocarse inicialmente en segmentos de la cadena de valor de semiconductores con menor intensidad de capital (como ATP) podría ser una estrategia prudente para optimizar la inversión.

En síntesis, Tijuana ofrece un entorno propicio para la inversión en semiconductores debido a su infraestructura existente y su posición geoestratégica. Sin embargo, el éxito sostenido de una planta de semiconductores en esta región dependerá de una inversión estratégica y proactiva en infraestructura crítica, la gestión innovadora de recursos esenciales y una colaboración continua con el ecosistema local para el desarrollo de talento y el cumplimiento normativo. La ventana de oportunidad actual exige una acción decisiva y bien informada.

## Bibliografía

1. México tiene dos años para construir una cadena de suministro de ..., <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/mexico-tiene-dos-anos-para-construir-una-cadena-de-suministro-de-semiconductores-reporte/>
2. México en la cadena global de los semiconductores: una oportunidad para Nuevo León, <https://egade.tec.mx/es/egade-ideas/opinion/mexico-en-la-cadena-global-de-los-semiconductores-una-oportunidad-para-nuevo-leon>
3. Control óptimo del carbono orgánico total del agua en la fabricación de semiconductores, <https://www.watertechnologies.mx/blog/optimal-total-organic-carbon-control-semiconductor-water>
4. Habrá corredor nacional para fabricar chips; inversión de 10 mil mdd entre 2024 y 2030, <https://www.excelsior.com.mx/nacional/habra-corredor-nacional-para-fabricar-chips/1679734>
5. Baja California fortalecerá la industria tecnológica a través del Foro de Semiconductores 2025 en Tijuana - Yahoo, <https://es-us.noticias.yahoo.com/baja-california-fortalecer%C3%A1-industria-tecnol%C3%B3gica-040000220.html>
6. México se consolida como hub tecnológico, atrayendo inversión, talento e innovación, <https://mexicoindustry.com/noticia/mexico-se-consolida-como-hub-tecnologico->

[atrayendo-inversion-talento-e-innovacion](#)

7. Noticia completa - Gobierno de Baja California,

<http://www.bajacalifornia.gob.mx/Prensa/Noticia/17255>

8. La CHIPS Bill en México y la producción de semiconductores - Blog del Banco Interamericano de Desarrollo,

<https://blogs.iadb.org/innovacion/es/la-chips-bill-la-produccion-de-semiconductores-en-mexico/>

9. Index Baja California, aliado estratégico en el impulso a la industria manufacturera aeroespacial, electrónica y médica - Mexico Industry,

<https://mexicoindustry.com/noticia/index-baja-california-aliado-estrategico-en-el-impulso-a-la-industria-manufacturera-aeroespacial-electronica-y-medica>

10. Carlo Gavazzi inaugura planta en Tijuana ... - Cluster Industrial,

<https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/8537/carlo-gavazzi-inaugura-planta-en-tijuana-generando-200-nuevos-empleos>

11. Carlo Gavazzi impulsa la innovación y la industria de semiconductores en Baja California,

<https://noro.mx/negocios/carlo-gavazzi-industria-de-semiconductores-en-bc/>

12. Carlo Gavazzi inaugura planta en Tijuana y fortalece la industria de semiconductores en Baja California - Industrial Insider,

<https://industrialinsider.com.mx/contenido/2067/carlo-gavazzi-inaugura-planta-en-tijuana-y-fortalece-la-industria-de-semiconductores>

13. Tijuana, con ventaja competitiva para nearshoring: Cushman & Wakefield-Grupo Milenio,

<https://www.milenio.com/negocios/tijuana-ventaja-competitiva-nearshoring-cushman-wakefield>

14. Parque Industrial Thomas Alva Edison | Tijuana, Baja California,

<https://www.frontierindustrial.mx/parque-industrial-thomas-alva-edison-tijuana>

15. Baja California se consolida como capital de los semiconductores en México, una industria en auge - Punto Norte,

<https://pontonorte.info/2024/06/11/baja-california-se-consolida-como-capital-de-los-semiconductores-en-mexico-una-industria-en-auge/>

16. Analizarán plan para Tijuana de suministro eléctrico - El Imparcial,

<https://www.elimparcial.com/tij/tijuana/2023/11/21/analizaran-plan-para-tijuana-de-suministro-electrico/>

17. Anuncian millonaria inversión con nuevo parque industrial en Tijuana - Punto Norte,

<https://pontonorte.info/2022/04/18/anuncian-millonaria-inversion-con-nuevo-parque-industrial-en-tijuana/>

18. Ambicioso Parque Industrial llega a Baja California - Somos Industria,

<https://www.somosindustria.com/articulo/ambicioso-parque-industrial-llega-a-baja-california/>

19. Programa-Estatal-de-Energia-modificado.pdf - CEIEG COPLADE,

<https://www.ceieg.bajacalifornia.gob.mx/wp-content/uploads/2023/11/Programa-Estatal-de-Energia-modificado.pdf>

20. 8 de cada 10 parques industriales están detenidos por falta de suministro eléctrico,

<https://fin.solar/blog/ocho-de-cada-diez-parques-industriales-estan-detenidos-por-falta-de-suministro-electrico>

21. Tarifas - CFE,  
<https://www.cfe.mx/hogar/tarifas/Pages/Acuerdosdetarifasant.aspx>
22. Solicitud de energía eléctrica en alta tensión para industria y espacios públicos - CFE,  
<https://www.cfe.mx/vun/Paginas/suministroAltaTensionIndustriaEspaciosPublicos.aspx>
23. Asegura CCE Tijuana que BC tiene garantizada la energía en 2024 | Industrial News Baja California. Noticias de la industria maquiladora en México.,  
<https://www.industrialnewsbc.com/2024/05/13/asegura-cce-tijuana-que-bc-tiene-garantizado-la-energia-en-2024/>
24. Industria de Tijuana pide retirar candados que limitan generación de energía propia - El Sol de Tijuana | Noticias Locales, Policiacas, sobre México, Baja California y el Mundo,  
<https://oem.com.mx/elsoldetijuana/local/industria-de-tijuana-pide-retirar-candados-que-limitan-generacion-de-energia-propia-13290608>
25. CFE invertirá 23,400 mdd para nueva infraestructura eléctrica hacia 2030 - Mexico Industry,  
<https://mexicoindustry.com/noticia/cfe-invertira-23-400-mdd-para-nueva-infraestructura-electrica-hacia-2030>
26. la cfe programa inversiones por 2286 millones de dólares para modernizar la red de transmisión,  
<https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=9265>
27. Diagnostico especializado de calidad de energía en Tijuana, Baja California,  
[https://www.analiselectricos.com/articulo.php?a\\_id=198](https://www.analiselectricos.com/articulo.php?a_id=198)
28. Garantizar un alto rendimiento de agua en la fábrica de semiconductores | Veolia WTS,  
<https://www.watertechnologies.mx/case-study/ensuring-high-water-yields-semiconductor-fab>
29. MARCO REGULATORIO - CIMENL, AC, <https://cimenl.org.mx/marco-regulatorio/>
30. Calidad de la Energía y el Código de Red en México: Claves para el Cumplimiento y la Eficiencia,  
<https://expoenergia.com.mx/blog/energia/calidad-de-la-energia-y-el-codigo-de-red-en-mexico-claves-para-el-cumplimiento-y-la-eficiencia>
31. Industria maquiladora en Tijuana: características y ventajas - Blog | Frontier Industrial,  
<https://blog.frontierindustrial.mx/caracteristicas-ventajas-industria-maquiladora-tijuana>
32. Proyectos de Ingeniería y Energía Renovable en Tijuana | Casil Grupo Sustentable, <https://www.grupocasil.com/proyectos>
33. Nuestros Proyectos - SoEnergy, <https://soenergy.com/nuestros-proyectos/>
34. Mantenimiento de subestaciones eléctricas, en Tijuana, Baja California - SAME, <https://www.samemexico.com/>
35. Fabricación de semiconductores y el desafío del consumo de agua para las grandes empresas tecnológicas | Foro Económico Mundial,  
<https://es.weforum.org/stories/2024/07/el-desafio-del-consumo-de-agua-en-la-fabricacion-de-semiconductores-que-se-debe-hacer/>
36. LA DEMANDA DE AGUA EN LA CIUDAD DE TIJUANA, MÉXICO - Comeii,  
<https://www.riego.mx/congresos/comeii2021/files/ponencias/extenso/COMeII-21001>

[.pdf](#)

37. La Crisis del Agua en Tijuana: Desafíos, Soluciones y Propuestas - TijuanaNotas, <https://tijuanaNotas.com/2024/08/la-crisis-del-agua-en-tijuana-desafios-soluciones-y-propuestas/>
38. Exhortan a empresas a adoptar el reúso de agua - Sinco BC, <https://sincobc.com/2024/03/09/exhortan-a-empresas-a-adoptar-el-reuso-de-agua/>
39. En 2027 estará listo el programa de reúso de agua tratada en Tijuana - Semanario ZETA, <https://zetatijuana.com/2024/03/en-2027-estara-listo-el-programa-de-reuso-de-agua-tratada-en-tijuana/>
40. CONSULTEC: Purificación y tratamiento de agua en Tijuana, <https://www.consultectijuana.com/>
41. Sistemas de Purificación y Filtración de Agua en Tijuana | Tratamiento para Hogares e Industrias | AquaProteq, <https://www.aquaproteq.com>
42. Suavizadores de agua, ósmosis inversa, luz ultravioleta en Tijuana, BC, <https://www.suavizadoresdetijuana.com/>
43. Acuario Mercantil, <https://acuariomercantil.com/>
44. Soluciones de tratamiento de agua para la industria microelectrónica | Veolia WTS, <https://www.watertechnologies.mx/industries/microelectronics>
45. Por qué es importante el agua ultrapura: Aplicaciones e industrias clave, <https://sevenseaswater.com/es/aplicaciones-clave-para-agua-ultrapura/>
46. Sistemas de agua desionizada ultrapura | Water Works Inc. en San Diego - MECO, <https://www.meco.com/es/ultrapure-water-works-solutions/>
47. Planta de tratamiento en Tijuana ayudará a detener flujos residuales hacia California, afirma Bárcena - La Jornada, <https://www.jornada.com.mx/2025/04/23/estados/024n2est>
48. Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales Tijuana – San Diego (PITAR) - Gob MX, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/9277/pitartijsd.pdf>
49. PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO Y REÚSO DEL AGUA EN TIJUANA Y PLAYAS DE ROSARITO, EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA - CESPT, [https://www.cespt.gob.mx/Documentos/Transparencia/Art\\_81/81\\_41/41\\_03\\_2018\\_ResumenEstudioSaneamiento.pdf](https://www.cespt.gob.mx/Documentos/Transparencia/Art_81/81_41/41_03_2018_ResumenEstudioSaneamiento.pdf)
50. Aeropuerto de Tijuana reporta alza de 9.2% en carga aérea - Mexico Industry, <https://mexicoindustry.com/noticia/aeropuerto-de-tijuana-reporta-alza-de-9-2-en-carga-aerea>
51. Tijuana - Control Terrestre, <https://controlterrestre.com/ciudad/tijuana>
52. Transporte LTL México – Norteamérica - DSV, <https://www.dsv.com/es-mx/nuestras-soluciones/modos-de-transporte/transporte-por-carretera/ltl-mexico-norteamerica>
53. Puerto de Ensenada y El Sauzal apuestan a proyectos de infraestructura | Revista TyT, <https://www.tyt.com.mx/nota/puerto-de-ensenada-y-el-sauzal-apuestan-a-proyectos-de-infraestructura>
54. inversión de 2 mil mdp en tres grúas eléctricas para eficientar el puerto de Ensenada, <https://hutchisonportseit.com/es/entry/inviersion-2-mil-mdp-en-tres-gruas-electricas>

[cas-para-eficientar-el-puerto-de-ensenada](#)

55. NetLinkInternet Servicios de Internet Simétrico y de Alta Velocidad en Tijuana,  
<https://netlinkinternet.com/>

56. Fibremex | Líderes en Fibra Óptica y Telecomunicaciones de México,  
<https://www.fibremex.com/>

57. sociedad en movimiento - parques industriales - IMPLAN,  
<https://implan.tijuana.gob.mx/pdf/boletines/BOLETIN%20XI.pdf>

58. Programa de Formación en Semiconductores de Baja California,  
<https://semiconductoresbc.emtech.digital>

59. IBERO Tijuana contribuye en el Programa de Formación en Semiconductores en BC,  
<https://tijuana.iberomx.com/noticias/2024/agosto/IBERO-Tijuana-contribuye-en-el-Programa-de-Formacion-en-Semiconductores-en-BC>

60. Presidenta Claudia Sheinbaum anuncia creación del Centro Nacional de Diseño de Semiconductores "Kutsari" - Gob MX,  
<https://www.gob.mx/presidencia/prensa/presidenta-claudia-sheinbaum-anuncia-creacion-del-centro-nacional-de-diseno-de-semiconductores-kutsari>

61. México brindará mayores incentivos fiscales para atraer inversiones para la industria de chips | AméricaEconomía,  
<https://www.americaeconomia.com/negocios-e-industrias/mexico-brindara-mayores-incentivos-fiscales-para-atraer-inversiones-para-la>

62. México necesita incentivos para industria de semiconductores: Canieti - El Economista,  
<https://www.eleconomista.com.mx/estados/Mexico-necesita-incentivos-para-industria-de-semiconductores-Canieti-20240221-0073.html>

63. Incentivos Fiscales - VENTANILLA ÚNICA PARA INVERSIONISTAS,  
<https://ventanillaunica.economia.gob.mx/media/20240503%20Brochure%20incentivos%20fiscales.pdf>

64. México mejorará incentivos fiscales para atraer inversión en chips - El Economista,  
<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/mexico-mejorara-incentivos-fiscales-atraer-inversion-chips-20241020-730807.html>

65. Incentivos Fiscales Inversión Privada - Gobierno de Baja California,  
<https://www.bajacalifornia.gob.mx/sei/Servicios/Competitividad> 66. Baja California impulsa industria de semiconductores y tecnología - El Economista,  
<https://www.eleconomista.com.mx/estados/Baja-California-impulsa-industria-de-semiconductores-y-tecnologia-20240411-0106.html>

67. Inversión Extranjera Directa | Secretaría de Economía | Gobierno ...,  
<https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa?state=published>

68. Licencias Ambientales: Evita Sanciones y Opera con Seguridad,  
<https://grupoarsi.com.mx/medio-ambiente/licencias-ambientales/>

69. Permiso de Descarga - RETYS,  
<http://retys.bajacalifornia.gob.mx/Portal/TyS/874?temald=10>

70. Trámites Aguas Residuales - Tijuana - CESPT,  
<https://www.cespt.gob.mx/tramitescespt/aguasresiduales.aspx>

71. Permiso Ambiental de Operación Inicial y de Renovación.  
MPDC-SMASyCC-PAOIR-001,

<https://playadelcarmen.gob.mx/mpdc-sot-dmasycc-sunyeia-paoir-001>

72. Los residuos electrónicos son peligrosos y no hay programas para su manejo, <https://www.tijuanaultima hora.com/tijuana/24/10/2022/los-residuos-electronicos-s on-peligrosos-y-no-hay-programas-para-su-manejo/>

73. NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasifica - DOF, <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>

74. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-043-SCT/2003, Documento de embarque de sustancias, materiales y residuo, [https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/docs/NOM-043\\_2003\\_spanish.pdf](https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/docs/NOM-043_2003_spanish.pdf)

75. Guías sobre medioambiente, salud y seguridad para la fabricación de semiconductores y otros componentes electrónicos, <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-semiconductors-electronic-eh s-guidelines-es.pdf>

76. La CILA Publica estudio de la Calidad del Agua del Río Tijuana - Misiones, <https://cila.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/prensa/160-prensa129>

77. Biosea: Manejo de Residuos Peligrosos- Tijuana, <https://www.biosea.mx/>

78. PRANORTE | Provedora Ambiental del Noroeste, S.A. de C.V., <https://www.pranorte.com/>

79. PADRÓN ESTATAL DE PRESTADORES DE SERVICIO PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE MANEJO INTEGRAL - Gobierno de Baja California, [https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/medio\\_ambiente/padrones/Padr on-Prestadores-RME.pdf](https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/medio_ambiente/padrones/Padr on-Prestadores-RME.pdf)

80. Promotora Ambiental | Servicio de recolección de basura | PASA, <https://www.pasa.mx/>

81. Primera fábrica mexicana de semiconductores estará lista en 2025 con una inversión de 10 mdd - Revista Fortuna, <https://revistafortuna.com.mx/2024/09/03/primera-fabrica-mexicana-de-semicon ductores-estara-lista-en-2025-con-una-inversion-de-10-mdd/>

82. Tipos de Financiamiento Industrial: ¿Cuál es el Adecuado para tu Pyme? - - Creze.com,

<https://creze.com/mundo-pyme/tipos-de-financiamiento-industrial-para-pymes/>

83. 10 Opciones de Financiación para Empresas y Pymes en México - Xepelin, <https://xepelin.com/blog/prestamos/opciones-de-financiacion-de-empresas-y-pymes-en-mexico>