MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO LAS PALMAS

Campo	Información
Proyecto	Las Palmas
Promovente	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
Concesión	159713
Superficie concesionada	35.000000 ha
CUSTF / Área de Estudio	1.056699671 ha
Sistema de referencia	EPSG:6369
Fecha de referencia y firma	18 de septiembre de 2026
Responsable profesional	Vanessa Canales Patiño - Lic. en Biología - Céd. prof. [redacted]
Representante de la promovente	Ing. Carlos Guillermo Palomino Huerta

ESCRITO DE PRESENTACIÓN E INTEGRACIÓN DOCUMENTAL

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V., por conducto de su representante, Ing. Carlos Guillermo Palomino Huerta, presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del Proyecto Las Palmas, organizada conforme al FF-SEMARNAT-140 vigente y a la documentación técnica de soporte que integra el expediente.

La organización documental tiene por objeto facilitar la revisión de la autoridad y mantener una correspondencia inequívoca entre narrativa, geometrías, inventarios, memorias de cálculo, cartografía y evidencia de campo. La estructura documental no altera el contenido regulatorio del instrumento: ordena y hace trazable la evidencia que lo sustenta.

El **Volumen I** corresponde al Documento Técnico de la MIA-P y conserva la estructura de cuatro capítulos. El **Volumen II** corresponde al Anexo Técnico de Soporte y Matrices de Trazabilidad. Los tomos especializados concentran la cartografía, la ingeniería y memorias de cálculo, y la evidencia biótica y documental, respectivamente.

La lectura regulatoria debe iniciar por el Volumen I. Cuando una conclusión requiera verificación metodológica, cuantitativa o cartográfica, el índice maestro remite al soporte correspondiente. Las superficies y coordenadas se controlan mediante las geometrías MASTER y los cuadros de construcción vigentes.

ORGANIZACIÓN DEL EXPEDIENTE

Componente	Función
Volumen I - Documento Técnico MIA-P	Narrativa regulatoria, evaluación de impactos, medidas, conclusiones y compromisos.
Resumen Ejecutivo	Síntesis de los elementos relevantes conforme a la versión final del expediente.
Volumen II - Anexo Técnico de Soporte	Metodología, trazabilidad, matrices B72, controles cuantitativos y fuentes de soporte.
Tomo III - Atlas Cartográfico	Láminas de localización, control espacial, CUSTF, áreas de influencia, muestreo, ingeniería y medidas.
Tomo IV - Ingeniería y Memorias de Cálculo	Cubicación, rampa, estabilidad conceptual, drenaje, agua de contacto y cierre.
Tomo V - Evidencia	Evidencia biótica, fotográfica, metodológica y dictámenes/documentación especializada.
Documentación administrativa y jurídica	Poder de representación, declaraciones profesionales y documentos de soporte administrativo.

Regla de lectura y control

El índice maestro identifica la ubicación de cada componente y las páginas globales del expediente. En caso de discrepancia material, prevalecen la documentación jurídica y oficial vigente, las geometrías MASTER, las matrices primarias auditadas y las memorias técnicas de control que sustentan la cifra o conclusión correspondiente.

Atentamente,

_____

Ing. Carlos Guillermo Palomino Huerta

Representante de la promovente

18 de septiembre de 2026

ÍNDICE MAESTRO DEL EXPEDIENTE

MIA-P | Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

La numeración de este índice corresponde al expediente completo. Esa misma numeración gobierna los archivos de impresión en formato Carta y Doble Carta.

No.	Componente	Páginas expediente
1	Escrito de presentación	1-2
2	Índice maestro	3-5
3	Resumen Ejecutivo	6-10
4	Documento Técnico MIA-P	11-50
5	Declaración profesional - Vanessa Canales Patiño	51-51
6	Glosario	52-55
7	Bibliografía y referencias	56-58
8	Memorias de cálculo - catálogo y regla de control	59-60
9	Tomo II - Anexo Técnico de Soporte	61-87
10	Tomo III - Atlas Cartográfico	88-129
11	Tomo IV - Ingeniería y Memorias de Cálculo	130-164
12	Tomo V - Evidencia	165-237
13	Poder del representante - Escritura 72,294	238-283
14	Carta receptor ASCP	284-285

ÍNDICE DEL DOCUMENTO TÉCNICO

Sección	Descripción	Página expediente
Capítulo I	Datos generales del proyecto, promovente y responsable	13
Capítulo II	Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables	24
Capítulo III	Descripción de la región ecológica y caracterización ambiental	27
Capítulo IV	Identificación, descripción y evaluación de impactos; medidas y seguimiento	40

ANEXOS, TOMOS Y SOPORTES DE CONSULTA

Elemento	Función / criterio de consulta	Páginas
Resumen Ejecutivo	Síntesis ejecutiva actualizada.	6-10
Declaración profesional - Vanessa Canales Patiño	Declaración y espacio de firma del responsable profesional.	51-51
Glosario	Definiciones, acrónimos y convenciones.	52-55
Bibliografía y referencias	Fuentes jurídicas, cartográficas, metodológicas y documentales.	56-58
Memorias de cálculo - catálogo y regla de control	Catálogo y regla de control de cálculos.	59-60
Tomo II - Anexo Técnico de Soporte	Anexo Técnico de Soporte y matrices de trazabilidad.	61-87
Tomo III - Atlas Cartográfico	Atlas cartográfico; incluye MF-198 y MF-199 en emisión FINAL.	88-129
Tomo IV - Ingeniería y Memorias de Cálculo	Ingeniería conceptual y memorias de cálculo.	130-164
Tomo V - Evidencia	Evidencia biótica, metodológica y documental.	165-237
Poder del representante - Escritura 72,294	Acreditación de representación.	238-283
Carta receptor ASCP	Compromiso/documentación del área receptora.	284-285

Total del expediente: 285 páginas.

Los documentos de terceros conservan su paginación interna y su forma original; la numeración global del expediente se añade únicamente como control de integración e impresión.

RESUMEN EJECUTIVO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR - PROYECTO LAS PALMAS

Campo	Información
Proyecto	Las Palmas
Promovente	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
Concesión	159713
Superficie concesionada	35.000000 ha
CUSTF / Área de Estudio	1.056699671 ha
Sistema de referencia	EPSG:6369
Fecha de referencia y firma	18 de septiembre de 2026
Responsable profesional	Vanessa Canales Patiño - Lic. en Biología - Céd. prof. [redacted]
Representante de la promovente	Ing. Carlos Guillermo Palomino Huerta

1. Objeto y organización del expediente

La presente síntesis corresponde a la versión final de la MIA-P del Proyecto Las Palmas, con fecha de referencia y firma 18 de septiembre de 2026. Resume el Documento Técnico de cuatro capítulos y remite, cuando corresponde, al Anexo Técnico de Soporte y a los tomos especializados del expediente.

La MIA-P evalúa una operación minera mecánica a cielo abierto para minerales industriales, con extracción, carga y transporte externo. No se incluye una planta de beneficio dentro del predio. La evaluación utiliza geometrías de control, inventarios de campo, cartografía oficial, memorias de cálculo e ingeniería conceptual.

2. Identificación y control espacial

• Promovente: Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V..

• Concesión minera: título 159713, 35.000000 ha.

• CUSTF / Área de Estudio: 1.056699671 ha, controlada en EPSG:6369.

• Tajo conceptual: 10,094.291 m².

• Ruta operativa de referencia: 21.289 km sobre infraestructura vial existente.

3. Proyecto y parámetros de planeación

La base ambiental de planeación utiliza una producción de 89,760 t/año y una capacidad nominal de hasta aproximadamente 105,600 t/año. La operación se organiza en turnos de 8 horas, 330 días por año, con extracción por bancos, rampa temporal, control de escorrentía y manejo de agua de contacto. El volumen geométrico bruto de referencia es 137,801.33 m³ y el tonelaje geométrico bruto aproximado es 316,943 t.

La secuencia de intervención se plantea por frentes. Antes de cada frente se realizará delimitación, liberación biótica y verificación de suelo superficial; la capa recuperable se manejará separadamente para restauración. Se adopta como regla no mantener suelo mineral expuesto por más de 30 días sin excavación, estabilización o protección equivalente.

4. Medio físico y manejo de agua/suelo

La evaluación considera clima, geología, fisiografía, suelos, hidrología superficial y subterránea, erosión, topografía, drenaje y estabilidad conceptual. El agua limpia se intercepta mediante drenaje de corona; el agua que entre en contacto con el tajo se colecta, sedimenta y maneja con preferencia por reúso interno. No se autoriza una descarga externa por las memorias conceptuales.

El suelo vegetal se maneja como recurso de cierre y restauración, con espesor medio de diseño de 0.20 m y un volumen de referencia del orden de ~2,113 m³ in situ, sujeto a verificación directa antes del despalme.

5. Biodiversidad, muestreo e incertidumbre

La caracterización biótica utiliza inventarios de vegetación, recorridos y registros de fauna, áreas de referencia y evidencia regional. La riqueza y los índices describen lo detectado bajo el esfuerzo documentado; la no detección no se interpreta como ausencia. La detectabilidad depende de temporada, hora, temperatura, humedad, fenología y microhábitat. La incertidumbre residual se gestiona mediante verificación biótica inmediata de cada frente, protección de nidos/refugios, rescate cuando proceda y manejo adaptativo.

Brahea dulcis: dictamen técnico-taxonómico final del Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez; tratamiento normativo conforme a la NOM-059 vigente a la fecha de ingreso; manejo precautorio y revalidación normativa previa a presentación.

6. Impactos y jerarquía de medidas

Los impactos relevantes se concentran en la remoción de vegetación, exposición y pérdida potencial de suelo, modificación local del relieve, polvo, ruido, tránsito, paisaje, alteración de hábitat y cambios temporales en escorrentía e infiltración. La jerarquía de manejo prioriza evitar y minimizar antes de restaurar o compensar. Las medidas se vinculan a indicadores, evidencias verificables y responsables de seguimiento mediante las matrices del Volumen II.

7. Restauración, compensación y cierre

El cierre se incorpora desde la planeación. La configuración final deberá asegurar estabilidad física, drenaje funcional, recuperación de suelo, revegetación con especies nativas, control de erosión, manejo de accesos y seguimiento post-cierre. La rampa es temporal y se considera recuperable como caso base, salvo que una verificación posterior justifique conservar un tramo para inspección, drenaje, mantenimiento o emergencia.

8. Trazabilidad y soporte

El Volumen II contiene la trazabilidad metodológica y las matrices B72; el Tomo III contiene el atlas cartográfico; el Tomo IV reúne las memorias de cálculo e ingeniería; y el Tomo V reúne evidencia biótica, fotográfica y documental. Las cifras no deben actualizarse directamente en matrices o resúmenes sin actualizar primero la fuente de control correspondiente.

9. Conclusión de la síntesis

El expediente proporciona una base integrada para valorar los efectos del proyecto y las medidas propuestas. La conclusión regulatoria debe leerse junto con las limitaciones declaradas, las condiciones de los permisos aplicables y la obligación de ejecutar las medidas, monitoreos y verificaciones comprometidas.

Responsable técnica:

Vanessa Canales Patiño - Licenciada en Biología - Cédula profesional [redacted]

Firma: _____

18 de septiembre de 2026

GUÍA RÁPIDA DE CONSULTA

Esta página sirve como navegador del expediente y no sustituye el índice maestro con numeración global.

Tema	Ubicación de control
Narrativa de evaluación	Volumen I - Documento Técnico MIA-P
Metodología y trazabilidad	Volumen II - Anexo Técnico de Soporte
Matrices de cumplimiento	Volumen II - B72 (MT-01 a MT-06)
Ubicación y cartografía	Tomo III - Atlas Cartográfico
Cálculos e ingeniería conceptual	Tomo IV - Memorias de cálculo
Evidencia biótica y dictámenes	Tomo V - Evidencia
Representación legal	Copia certificada del poder incorporada al expediente
Firmas profesionales	Declaración y firma de Vanessa Canales Patiño

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO LAS PALMAS

DOCUMENTO TÉCNICO — CUATRO CAPÍTULOS CONFORME FF-SEMARNAT-140

DOCUMENTO TÉCNICO PARA PRESENTACIÓN | REV41 | INTEGRACIÓN FINAL

Campo	Información
Proyecto	Las Palmas
Promovente	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
Título / concesión	159713
Concesión	35.000000 ha
CUSTF / Área de Estudio	1.056699671 ha
Sistema de referencia de coordenadas	EPSG:6369
Fecha de elaboración	18 de septiembre de 2026
Estado	Documento técnico integrado para presentación y firma; la responsable técnica está identificada y su acreditación profesional se incorpora al expediente. Quedan pendientes únicamente las firmas autógrafas, los comprobantes administrativos y las revalidaciones de vigencia aplicables antes del ingreso.
Consultor técnico	TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT
Profesional responsable	Vanessa Canales Patiño - Lic. en Biología - Céd. prof. [redacted]

PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

La presente MIA-P evalúa el Proyecto Las Palmas conforme al FF-SEMARNAT-140 vigente. El expediente se integra por un Documento Técnico (Volumen I) y un Anexo Técnico de Soporte (Volumen II), complementados por tomos especializados de cartografía, ingeniería y evidencia. El Volumen I describe, evalúa y concluye; el Volumen II conserva la evidencia metodológica, cuantitativa, cartográfica y de campo que permite reproducir y auditar las conclusiones. El ETJ del CUSTF utiliza las mismas geometrías, inventarios y memorias de este expediente para mantener consistencia técnica. La narrativa distingue datos medidos, estimaciones reproducibles, supuestos conservadores y limitaciones de inferencia.

Organización de soportes. Las memorias de cubicación, drenaje, agua de contacto y cierre se reúnen en el Tomo IV y, para el ETJ, en su anexo F. El anexo metodológico biótico de la MIA-P se incorpora en el Tomo V del expediente ambiental; la versión específica para el ETJ se incorpora por separado en el Anexo C del ETJ. Ambas conservan la distinción entre evidencia de campo, ocurrencia potencial y medidas precautorias. Su incorporación no acredita campañas adicionales ni modifica los resultados observados.

BASE DE INFORMACIÓN Y CONTROL DOCUMENTAL

Los criterios de control documental y espacial se presentan al inicio de la página siguiente. La geometría MASTER del CUSTF, la documentación jurídica vigente y las memorias técnicas de control gobiernan la trazabilidad de superficies, coordenadas, cálculos y conclusiones del expediente.

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio	Aplicación al estudio
Control del expediente	Los impactos, medidas y compromisos se determinan con la información, geometrías y evidencias de este expediente.
Ámbito espacial	La concesión de 35 ha constituye el marco legal; el CUSTF de 1.056699671 ha y las obras contenidas en él controlan la afectación directa.
Ruta Norte	Infraestructura vial existente; longitud de control 21.289 km; huella vial externa nueva = 0 m².
Precedencia	Documentación jurídica y oficial vigente; geometrías MASTER; matrices primarias auditadas; memorias técnicas reproducibles; observaciones de campo según su escala y capacidad de inferencia.
CUSTF / AE	Geometría única de control: 1.056699671 ha. No redigitalizar desde imágenes o planos históricos.
Área de influencia	Se delimita por rutas de efecto y receptores; las ventanas regionales se utilizan como contexto y no sustituyen la condición local.
Cartografía	La cartografía del expediente se basa en geometrías MASTER en EPSG:6369 y fuentes oficiales o técnicas identificables.
Artículo 93	El ETJ desarrolla la demostración forestal del artículo 93 con las mismas geometrías, inventarios y memorias de control del expediente.

BRAHEA — LAS PALMAS

En el estrato arbustivo CUSTF se registraron 265 de 624 individuos de Brahea dulcis (42.47 %). La densidad derivada del área efectivamente muestreada es un descriptor de la muestra y no un censo de todo el CUSTF. La identificación taxonómica se mantiene como Brahea dulcis (Kunth) Mart. conforme al dictamen técnico-taxonómico de control. El dictamen técnico-taxonómico final firmado ya forma parte de la base documental. El expediente incorpora el memorando técnico-jurídico consolidado con las validaciones de Garrigues y efectuará una revalidación regulatoria de fecha cierta dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso; la identificación taxonómica no requiere una nueva evaluación. El manejo ambiental prioriza retención in situ y, cuando resulte técnica y biológicamente procedente, rescate selectivo, germoplasma, propagación y establecimiento. No se propone trasplante masivo de adultos ni extrapolar automáticamente el número de individuos a manejar a partir de la densidad muestral.

BASE TÉCNICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO

Variable	Valor vigente	Interpretación
Concesión	Título 159713; 35.000000 ha	Marco legal/cartográfico
CUSTF = AE	1.056699671 ha (10,566.997 m²)	Intervención directa
Tajo	10,094.291 m²	Huella horizontal conceptual
Volumen geométrico bruto	137,801.33 m³	Conceptual
Tonelaje geométrico bruto	316,943 t	Conceptual
Producción de planeación	89,760 t/año	Base ambiental
Capacidad nominal	105,600 t/año	Capacidad nominal
Vida geométrica	3.53 años a planeación / 3.00 a nominal	No incluye preparación/cierre/postcierre
Ruta Norte	21.289 km	Infraestructura vial existente; sin nueva huella vial externa
Suelo vegetal	0.20 m; ~2,113 m³ in situ; ~2,536.1 m³ sueltos	Recuperación/restauración
Rampa temporal	~7,617.76 m³	Recuperación como caso base de cierre
Cuneta / berma	146.485 m 2D / 147.718 m 3D; berma 334.418 m; 10 controles; 4 disipadores	Ingeniería operacional

Estructura normativa vigente. El presente documento técnico se organiza en cuatro capítulos conforme al numeral 15.2 del FF-SEMARNAT-140 / SEMARNAT-04-002 vigente, verificado el 2 de septiembre de 2026. Los anexos técnicos y cartográficos complementan la demostración sin sustituir el contenido de estos cuatro capítulos.

VERSIÓN PÚBLICA

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, se denomina Proyecto Las Palmas.

I.1.2 Ubicación

El Proyecto Las Palmas se localiza en el municipio de Tlaltizapán de Zapata, Morelos, dentro de la concesión minera federal amparada por el título 159713. La ubicación del proyecto se documenta mediante geometrías maestras reconstruidas desde la documentación del título y sus antecedentes administrativos, y no mediante digitalización de croquis o imágenes de referencia. Esta decisión permite que la superficie legal, el CUSTF, el tajo y las demás obras se relacionen sobre una base espacial única y reproducible.

El CUSTF de 1.056699671 ha constituye el dominio de afectación forestal directa utilizado en la MIA-P y en el ETJ. El tajo conceptual ocupa 10,094.291 m² dentro de ese ámbito. Las coordenadas de centroide incluidas en el documento tienen una función de localización general; los límites jurídicos y ambientales se definen por sus polígonos y cuadros de construcción, de manera que una coordenada puntual no sustituye la geometría completa.

La localización también se evaluó respecto de acceso, drenaje, cobertura, receptores y ordenamientos. Esta lectura integrada evita presentar la ubicación como un dato puramente administrativo: la posición del proyecto determina qué unidades ambientales lo contienen, qué rutas de escurrimiento deben controlarse, qué cobertura será afectada y qué receptores pueden estar expuestos a cambios físicos, visuales o de tránsito.

MF-198 / MF-199 - Ubicacion multiescalar del proyecto

Las laminas MF-198 y MF-199 documentan la localizacion Republica Mexicana - Morelos - Tlaltizapan de Zapata y distinguen la concesion minera del CUSTF / Area de Estudio. Son laminas de orientacion y no sustituyen los poligonos MASTER, cuadros de construccion ni el CRS de control. MF-005 y MF-011 conservan el detalle topografico y la delimitacion exacta del CUSTF.

I.1.3 Vida útil

La vida geométrica conceptual del tajo es de 3.53 años a 89,760 t/año y 3.00 años a 105,600 t/año. Esta estimación resulta de relacionar el volumen y tonelaje geométricos de la excavación con los escenarios de producción utilizados para planeación ambiental; no constituye una declaración de Reserva Mineral ni una garantía de producción.

La duración ambiental del proyecto es necesariamente mayor que la vida geométrica de extracción. Antes de producir se requiere preparar y liberar frentes, recuperar suelo vegetal e instalar controles; durante la operación se ejecuta restauración progresiva; y al concluir la extracción se desarrollan cierre y postcierre. Por ello, la evaluación no confunde 'vida del tajo' con 'duración de los efectos ambientales'.

La fecha efectiva de inicio se incorporará cuando existan autorizaciones y condiciones jurídicas suficientes. Mantener el programa en términos relativos evita crear una fecha artificial y permite que las medidas ambientales se vinculen a hitos verificables —replanteo, liberación biótica, apertura de frente, estabilización y cierre— en lugar de a un calendario que todavía no está legalmente determinado.

I.1.4 Documentación legal y derecho superficial

La documentación superficial de la versión de ingreso deberá corresponder específicamente a la superficie que habilite jurídicamente la ejecución del CUSTF; el título minero y cualquier instrumento relativo a otras porciones no sustituyen ese cotejo.

VERSIÓN PÚBLICA

Ubicación Nacional Del Proyecto

República Mexicana · Estado de Morelos · Localización del Proyecto Las Palmas

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.



DETALLE ESTATAL



LECTURA TERRITORIAL

El proyecto se localiza en el estado de Morelos, en la región centro-sur de la República Mexicana. La ubicación puntual es orientativa; las geometrías jurídicas y ambientales se controlan en las láminas locales.

CONTROL

Mapa de orientación general; no sustituye límites legales ni cuadros de construcción.

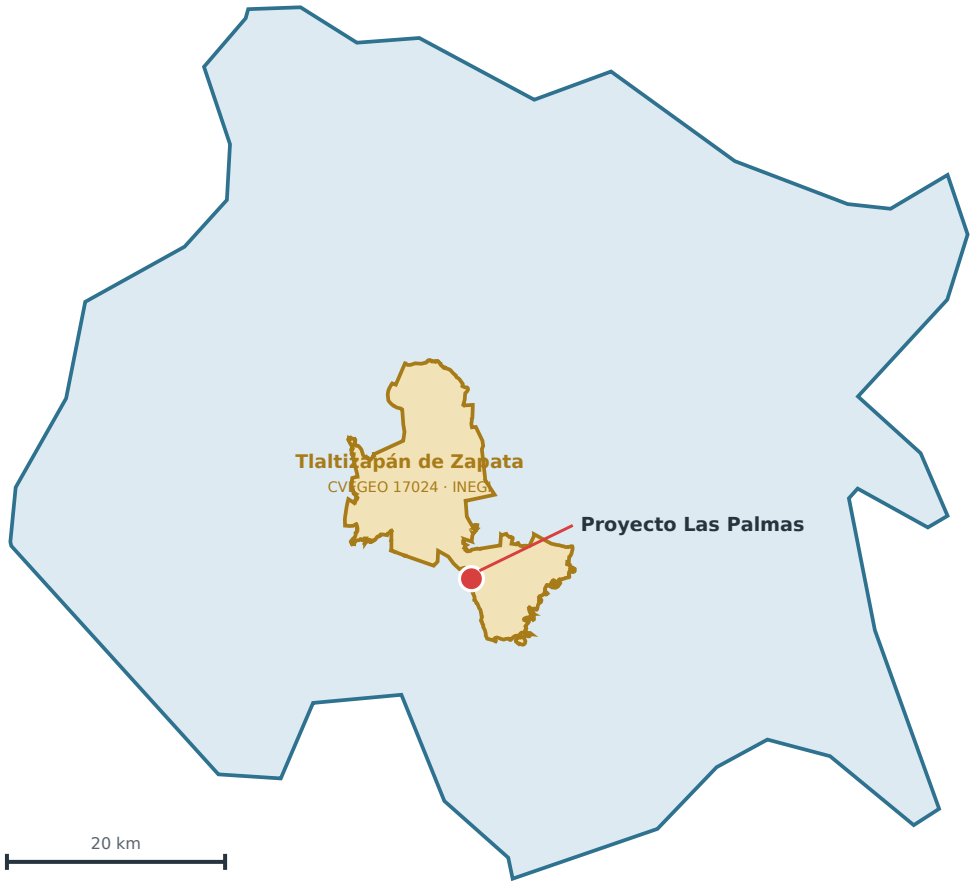
Fuentes: Natural Earth (México): Morelos - límite estatal generalizado de referencia; proyecto - geometrías MASTER transformadas a WGS84.

VERSIÓN PÚBLICA

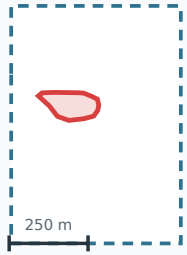
Ubicación Estatal Y Municipal Del Proyecto

Estado de Morelos · Tlaltizapán de Zapata · Concesión Y Área De Estudio

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.



DETALLE LOCAL - GEOMETRÍAS DE CONTROL



EPSG:6369 · geometrías derivadas de MASTER

detalle local

SIMBOLOGÍA

- Concesión minera (35 ha)
- Área de estudio / CUSTF
- Municipio

NOTA DE USO

La presente lámina tiene fines de localización estatal, municipal y de referencia espacial del proyecto. La delimitación jurídica y técnica se controla mediante las geometrías MASTER y cuadros de construcción aplicables.

Fuentes: Tlaltizapán de Zapata - INEGI Marco Geoestadístico, CVEGEO 17024 (capa tlaltizapan_inegi_2025); concesión/CUSTF - MASTER; Morelos - límite estatal generalizado de referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

La distinción entre derecho minero y derecho superficial es relevante para la evaluación ambiental porque la autorización de impacto y el CUSTF no sustituyen el consentimiento, posesión o título habilitante requerido para ejecutar físicamente las obras. La versión de ingreso deberá presentar la evidencia primaria vigente aplicable al polígono concreto de intervención.

Los instrumentos de derechos superficiales aplicables se incorporarán con el expediente final y se cotejarán contra documentación primaria. La narrativa final distinguirá titularidad registral y derechos contractuales asociados a la superficie.

I.2 Promovente

Dato	Información de trabajo	Condición para ingreso
Razón social	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.	Cotejo corporativo final
Representante legal	Ing. Carlos Guillermo Palomino Huerta. Poder General para Actos de Administración conforme a Escritura Pública 72,294 de 14-nov-2024, protocolización del Acta de Asamblea General Ordinaria de Accionistas de Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V., Notaría 218, Ciudad de México; facultades expresas para trámites, permisos y autorizaciones ante autoridades, incluida SEMARNAT.	Representación acreditada mediante copia certificada de la Escritura Pública 72,294; incorporar identificación vigente del representante en el expediente administrativo.
[redacted]		Datos de notificación del expediente.

I.3 Responsable técnico

La responsable técnica que [redacted] presente MIA-P es Vanessa Canales Patiño, Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, cédula profesional [redacted] TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT actúa como consultor integrador. Los datos profesionales y de contacto se encuentran inc [redacted] ueda pendiente únicamente la firma autógrafa de la responsable técnica.

RESPONSABLE TÉCNICA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nombre: Vanessa Canales Patiño
Profesión y cédula: Li [redacted]
Domicilio profesion [redacted]
Correo profesional: [redacted]
Firma y declaració _____

I.4 Descripción del proyecto

I.4 Información general

El Proyecto Las Palmas consiste en la extracción mecánica a cielo abierto de yeso dentro de una huella acotada y georreferenciada. El diseño conceptual considera un tajo con una superficie en planta de aproximadamente 10,094.291 m² y un volumen geométrico bruto de 137,801.33 m³, equivalente a un tonelaje indicativo de aproximadamente 316,943 t. Estos valores describen la geometría de planeación ambiental y minera; no constituyen una declaración de recursos o reservas minerales.

Para planeación se utiliza una producción de 89,760 t/año, con vida geométrica aproximada de 3.53 años a ese ritmo. La operación se plantea con equipo mecánico, sin explosivos como parte del diseño actual, y con transporte del yeso hacia una instalación externa. La ausencia de procesamiento industrial dentro del predio limita las fuentes fijas y corrientes residuales asociadas a trituración o calcinación.

VERSIÓN PÚBLICA

La descripción ambiental del proyecto se desarrolló para conectar cada componente físico con su mecanismo de impacto. El tajo y la rampa determinan la modificación directa del terreno; el despalme determina manejo de suelo vegetal y erosión; la circulación de equipo determina polvo, ruido y tránsito interno; y la exposición del tajo a lluvia determina el sistema de agua de contacto. Esta relación causal se utiliza posteriormente para seleccionar medidas y definir indicadores.

La descripción del Proyecto Las Palmas se construye desde una Base de Diseño Ambiental que vincula geometría, secuencia operacional y controles ambientales. El propósito de esta base no es sustituir la ingeniería de detalle, sino asegurar que las variables que gobiernan la magnitud del impacto —superficie intervenida, profundidad y volumen de excavación, duración, tránsito, manejo de agua, recuperación de suelo y cierre— sean internamente coherentes y puedan relacionarse con medidas verificables.

La huella directa se concentra dentro del CUSTF de 1.056699671 ha. El tajo conceptual ocupa 10,094.291 m² y el acceso externo se realiza por la Ruta Norte, con 21.289 km de longitud sobre vialidades existentes. Esta configuración se evaluó como una decisión ambiental además de operacional: evita introducir una nueva franja vial externa y concentra la transformación física en un polígono ya delimitado para el análisis forestal y de impacto.

La evaluación distingue explícitamente entre supuestos que pueden modificarse sin cambiar materialmente el impacto y cambios que sí requerirían una evaluación específica. Una sustitución de equipo por otro de capacidad y emisiones equivalentes no requiere reconfigurar el análisis; en cambio, incorporar voladuras, ampliar la huella, introducir beneficio o jales en sitio, establecer una descarga externa o cambiar de manera material la producción o el régimen de tránsito obligaría a revisar las rutas de efecto correspondientes.

I.4.1 Antecedentes y naturaleza

El Proyecto Las Palmas corresponde al aprovechamiento de un depósito de minerales industriales dentro de una concesión minera federal de 35 ha. Se plantea una operación a cielo abierto de pequeña huella superficial, mediante excavación mecánica por bancos y una rampa temporal interna. El tajo de referencia ocupa 10,094.291 m² dentro de un CUSTF/Área de Estudio de 10,566.997 m².

El mineral será cargado con equipo móvil convencional y transportado fuera del sitio a instalaciones externas de Supremo de Morelos S. de R.L. de C.V. (Yeso Supremo de Morelos), en Tilzapotla, Morelos. La evidencia de receptividad disponible es compatible con la producción de planeación de 89,760 t/año y con una capacidad nominal de hasta aproximadamente 105,600 t/año. La carta de receptividad documenta un destino externo plausible y no constituye por sí misma un contrato definitivo, una garantía de compra ni una autorización ambiental de la instalación receptora. La Base de Diseño no contempla planta de beneficio, presa de jales ni corriente planificada de residuos mineros permanentes dentro del polígono, ni nueva infraestructura vial externa.

EXPLOSIVOS
La Base de Diseño Ambiental no contempla voladuras. La incorporación futura de explosivos constituiría una modificación material que exigiría evaluar específicamente vibraciones, ruido, proyección de fragmentos, emisiones, seguridad, estabilidad y demás efectos aplicables antes de su implementación.

I.4.2 Justificación y selección del sitio

La justificación ambiental no se apoya en una afirmación genérica de bajo impacto, sino en decisiones verificables de diseño: concentración de la intervención dentro de una superficie controlada; utilización de infraestructura vial existente; excavación mecánica; recuperación de suelo vegetal; separación de escurrimientos limpios y agua de contacto; capacidad interna de manejo de agua; restauración progresiva; y recuperación de la rampa temporal como caso base de cierre.

La localización responde a la presencia del yacimiento dentro de la concesión 159713 y a la posibilidad de concentrar las obras dentro de la geometría definida. El acceso externo se resolvió mediante la Ruta Norte de 21.289 km, existente y sin obras de ampliación o construcción atribuibles al proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

I.4.3 Dimensiones e inversión conceptual

Las dimensiones de diseño se utilizan para acotar la escala real de la intervención. El CUSTF es de 1.056699671 ha y el tajo conceptual ocupa 10,094.291 m². La relación entre ambas superficies permite distinguir la huella excavada de las superficies auxiliares y de restauración y evita que el análisis ambiental dependa de un área genérica de una hectárea.

Las cifras de inversión se incorporan como referencia de factibilidad y planeación, pero no se utilizan como sustituto de magnitud ambiental. Un mayor costo no implica automáticamente mayor impacto, y una operación de costo moderado no puede presumirse ambientalmente insignificante. La evaluación se apoya en superficie, duración, fuentes, consumos, emisiones, rutas de efecto y sensibilidad de receptores.

El costo de cierre se mantiene separado de la inversión de capital y de los costos operativos porque corresponde a obligaciones y actividades distintas: retiro de instalaciones temporales, recuperación de rampa, estabilización, manejo final de drenaje, restitución de suelo y seguimiento. Su valor deberá actualizarse conforme avance la ingeniería de detalle, pero la estructura técnica de cierre ya está incorporada a la evaluación.

La memoria económica de cierre del Tomo IV, conciliada con el metrado planimétrico de cuneta, estima [redacted] 2026. Se conservan los precios unitarios y supuestos de la fuente y la provisión corporativa separada de [redacted]

MF-010 — Polígono exacto de la MIA-P

Lámina MF-010. Polígono exacto de la MIA-P.

I.4.4 Uso de suelo, servicios y acceso

El acceso externo se resuelve mediante la Ruta Norte, con aproximadamente 21.289 km de longitud. Desde el proyecto hasta TT2800 el recorrido utiliza caminos agrícolas existentes no pavimentados; a partir de TT2800 continúa por vías públicas existentes pavimentadas hasta San Rafael Zaragoza y el peaje de referencia. La configuración evaluada no requiere construir una nueva vialidad externa ni incorporar una nueva franja lineal de desmonte. El uso de infraestructura existente no elimina los efectos incrementales de tránsito, polvo, ruido y seguridad vial, que se evalúan y controlan por segmento y receptor.

Los servicios temporales se seleccionaron con criterio de reversibilidad: instalaciones modulares, saneamiento autónomo, generación eléctrica, almacenamiento y apoyo logístico que puedan retirarse al cierre. La fuente de agua operacional se acreditará documentalmente para este proyecto; su carácter externo no exime al promovente de demostrar legalidad, capacidad y trazabilidad del suministro.

La Ruta Norte de 21.289 km constituye el corredor externo de evaluación del proyecto. El tránsito considerado en la evaluación corresponde exclusivamente a los viajes atribuibles al Proyecto Las Palmas. El uso de tramos de la red vial existente por terceros se reconoce como una condición externa y no se incorpora al tránsito del proyecto salvo que exista evidencia específica de una contribución atribuible al promovente.

El suministro de agua operacional de reposición se realizará mediante pipa desde una fuente externa legalmente habilitada; el agua potable se suministrará por separado. El expediente administrativo incorporará la identificación del proveedor y de la fuente, así como la capacidad y los volúmenes comprometidos. Esta acreditación documental es independiente del diseño de manejo de agua de contacto descrito en la presente MIA-P.

Como evidencia específica de disponibilidad operativa de agua, Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. recibió la cotización formal C-2026-0892 de Servicios de Agua y Transporte del Centro de Morelos, de fecha 2 de septiembre de 2026, para el Proyecto Las Palmas. El proveedor ofrece 10 pipas/día de 10,000 L cada una, equivalentes a 100,000 L/día laboral, de lunes a viernes, destinados a riego y control de polvo en caminos de acceso. La programación propuesta distribuye el suministro en dos bloques: 5 pipas a las 6:30

VERSIÓN PÚBLICA

h y 5 pipas a las 15:30 h. El documento manifiesta que el agua se obtiene exclusivamente de fuentes oficiales concesionadas ante CONAGUA y que el proveedor cuenta con títulos de concesión y permisos de extracción vigentes. Las unidades incorporan aditamento posterior de riego por abanico/flauta accionado por motobomba de alta presión.

La cotización se utiliza como evidencia comercial y operativa de disponibilidad del servicio y de la manifestación del proveedor respecto de la legalidad de la fuente. No sustituye, por sí sola, el cotejo de los títulos o permisos de extracción mencionados por el proveedor. Para el expediente administrativo se conservará la cotización y, si SEMARNAT lo requiere o si se obtiene antes del ingreso, se anexará la identificación o copia de los títulos/permisos de fuente correspondientes. El volumen cotizado representa una capacidad máxima ofrecida para el servicio y no debe interpretarse como consumo fijo diario: el uso real se ajustará a las necesidades de humectación, condiciones meteorológicas, tránsito y medidas de conservación de agua.

El suministro por pipa es independiente del sistema de agua de contacto. El agua externa se emplea para usos operacionales compatibles, principalmente control de polvo y, cuando proceda, apoyo a restauración o limpieza; el agua de contacto captada dentro del tajo se maneja mediante sumidero, bombeo, retención y reúso preferencial. Esta separación evita contabilizar dos veces el mismo recurso y permite priorizar el reúso de agua de contacto cuando su calidad sea adecuada.

Los servicios temporales se plantean mediante instalaciones modulares y removibles. El sitio contará con comunicación operacional y de emergencia mediante Starlink, recursos de primeros auxilios en el tráiler, estabilización inicial en sitio y traslado al centro médico de Tlaltizapán cuando corresponda. Se prohíben fogatas, quema de residuos y otras fuentes abiertas de ignición; fumar se restringe a áreas designadas.

La base operacional utilizada para evaluar tránsito, emisiones, ruido, servicios y agua se resume a continuación. Los valores de tránsito corresponden exclusivamente a este proyecto.

Parámetro	Base de evaluación	Lectura ambiental
Jornada y calendario	8 h/día; 330 días/año; operación y transporte habitualmente diurnos	Duración diaria de ruido, polvo y tránsito
Producción de planeación	89,760 t/año	Base ambiental; no es garantía de producción
Capacidad nominal	105,600 t/año	Escenario de capacidad/sensibilidad
Carga logística de planeación	8 t/viaje	Planeación; verificar PBV/tara/carrocería
Tráfico de planeación	34 salidas cargadas/día + 34 retornos vacíos/día = 68 movimientos pesados/día	Promedio correspondiente exclusivamente a este proyecto
Tráfico a capacidad nominal	40 salidas cargadas/día + 40 retornos vacíos/día = 80 movimientos pesados/día	Escenario nominal
Equipo de carguío	Retroexcavadora clase John Deere 310P	Cuello de botella conceptual de carguío
Equipo/servicios de apoyo	2 camionetas; báscula camionera; bombas P-101A/B; generación auxiliar; oficina móvil tipo remolque; contenedor	Inventario ambiental base
Transporte externo	Camiones contratados	Flota contratada, no incluida en la inversión de capital; despacho controlado
Ruta Norte	21.289 km sobre infraestructura vial existente	Huella vial externa nueva = 0
Agua operacional	Suministro variable; capacidad comercial hasta 100 m³/día laboral (C-2026-0892)	Capacidad máxima ofrecida, no consumo fijo; priorizar reúso compatible

El requerimiento efectivo de agua para riego se ajusta a condiciones meteorológicas, tránsito y desempeño del control de polvo. La cotización vigente ofrece servicio de lunes a viernes; cualquier jornada adicional que requiera riego deberá contar con suministro equivalente antes de ejecutarse. El agua potable se suministra por separado mediante garrafones o botellas.

I.5 Programa de trabajo y etapas

La secuencia del proyecto se diseñó como una cadena de dependencias ambientales y no únicamente como un cronograma de construcción. Ningún frente debe abrirse hasta haber cerrado replanteo, exclusión, liberación biótica y disponibilidad de controles físicos. Del mismo modo, una superficie que deja de ser necesaria debe transitar hacia estabilización y restauración sin esperar al cierre total de la operación.

VERSIÓN PÚBLICA

Esta programación por frentes reduce la superficie perturbada simultáneamente, permite recuperar y manejar el suelo vegetal de manera trazable y evita que el escenario hipotético de todo el CUSTF desnudo se convierta en la condición operacional real.

Etapa	Horizonte	Actividades ambientales principales
Previa a intervención	Antes de obra	Autorizaciones, derechos, replanteo, señalamiento, capacitación, liberación biótica.
Preparación	Inicio progresivo	Recuperación de suelo vegetal, delimitación, controles de escurrimiento y habilitación interna.
Operación	~3.53 años a planeación	Excavación mecánica, bancos, rampa, carga/acarreo, control de polvo/ruido, residuos y agua de contacto.
Restauración progresiva	Durante operación	Reincorporación de suelo y revegetación en superficies liberadas cuando sea técnicamente viable.
Cierre	Fin de extracción	Recuperación de rampa, retiro de instalaciones, estabilización, drenaje final revalidado y restitución de suelo.
Postcierre	Posterior	Inspección, mantenimiento adaptativo y verificación de estabilidad, drenaje y vegetación.

MF-026 — Diagrama de flujo de la operación minera

Lámina MF-026. Diagrama de flujo de la operación minera.

I.5.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio inicia con el replanteo del polígono autorizado y del frente inmediato. Antes de remover vegetación se verifica que la superficie corresponda a la geometría evaluada y se ejecuta la liberación biótica del frente. La inspección cubre microhábitats, nidos, refugios, rocas, hojarasca, cavidades y hospederos; cualquier hallazgo sensible puede producir suspensión localizada hasta resolverlo.

El suelo superficial se recupera de manera selectiva con espesor medio de diseño de 0.20 m, sujeto a comprobación del horizonte en campo. El balance conceptual considera aproximadamente 2,536.1 m³ de suelo suelto. El material se mantiene separado de roca y subsuelo, se protege contra erosión y se destina prioritariamente a restauración progresiva y cierre.

La preparación del sitio constituye la fase ambientalmente más sensible para vegetación y suelo porque transforma por primera vez una superficie no intervenida. Por ello, las actividades que se enumeran a continuación son prerrequisitos secuenciales, no tareas intercambiables.

El replanteo materializa en campo la geometría autorizada; la exclusión protege la superficie exterior; la inspección biótica identifica organismos o estructuras sensibles; el despalme recupera el horizonte superficial; y los controles de escurrimiento deben estar disponibles antes de que una superficie mineral pueda generar erosión o agua de contacto.

- Replanteo del CUSTF/Área de Estudio en EPSG:6369 y control del límite de 1.056699671 ha.
- Señalamiento de exclusión de superficies fuera de las geometrías autorizadas.
- Inspección biótica antes de cada frente.
- Recuperación de suelo vegetal con espesor medio de diseño de 0.20 m, ajustado por verificación de campo.
- Separación preventiva del escurrimiento limpio procedente de áreas no intervenidas.
- Ninguna superficie de suelo mineral generada por retiro de suelo vegetal permanecerá sin excavación o estabilización durante más de 30 días.

I.5.2 Operación minera

La excavación se desarrolla por bancos y frentes sucesivos, manteniendo únicamente la superficie necesaria para la secuencia inmediata de extracción. La rampa es un elemento temporal del diseño y su

VERSIÓN PÚBLICA

tratamiento al cierre depende de la función que deba conservarse para seguridad, drenaje o acceso. La operación cotidiana se apoya en equipo móvil y los camiones de transporte se retiran del sitio al concluir la jornada.

El control ambiental se integra con la secuencia minera. Un frente no se abre si el suelo mineral de un frente anterior va a exceder 30 días sin excavación o estabilización; el drenaje debe permanecer funcional; y la ampliación del área perturbada se condiciona al cierre de hallazgos bióticos o problemas de erosión detectados en inspección.

La operación se basa en excavación mecánica a cielo abierto por bancos y una rampa interna temporal. La extracción se realiza de forma selectiva y sin voladuras en la Base de Diseño Ambiental. Esta decisión elimina del caso evaluado rutas específicas asociadas con explosivos —vibración, onda aérea, proyección de fragmentos y manejo de explosivos— y concentra las fuentes físicas en maquinaria móvil, excavación, carga y transporte.

La producción de planeación de 89,760 t/año y la capacidad nominal de 105,600 t/año se utilizan para dimensionar la intensidad temporal de la operación y la logística. El equipo y los turnos finales podrán ajustarse dentro de ese marco siempre que no introduzcan un cambio material en potencia, emisiones, ruido, tránsito o huella. Un cambio que altere significativamente esas variables debe evaluarse como modificación del proyecto y, en su caso, actualizar el análisis ambiental.

El mineral extraído se cargará para transporte fuera del sitio. No se contempla planta de beneficio, presa de jales ni disposición permanente de una corriente de tepetate como parte de la configuración evaluada. En consecuencia, la evaluación de residuos y agua se concentra en las corrientes realmente asociadas a la operación propuesta y no en instalaciones hipotéticas.

MF-017 — Tajo, Bancos Y Rampa De Acceso

Fuente: MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg. Versión de lectura en el cuerpo; lámina de detalle en el Tomo III / anexo ETJ-G. Sistema y escala según la lámina.

MF-015 — Plano maestro general de las obras

Lámina MF-015. Plano maestro general de las obras.

I.5.3 Drenaje y agua de contacto

El sistema de agua de contacto se diseñó para separar la escorrentía limpia del agua que haya estado en contacto con superficies mineras. El evento conservador de 24 horas genera un ingreso estimado de 1,643.3 m³, frente a una reserva interna de 1,917.0 m³ y un sumidero de 96 m³. El bombeo considera dos unidades de 25 L/s cada una, con retención, sedimentación, muestreo y reúso.

La descarga externa no es el caso base. El agua limpia exterior se mantiene fuera del tajo mediante cunetas de corona, mientras que el agua de contacto se confina. Esta separación reduce el volumen que requiere manejo, evita mezclar aguas de distinta condición y permite concentrar el control de sólidos en el sistema interno.

La ingeniería operacional incorpora aproximadamente 146.485 m de cuneta de corona en planta (147.718 m sobre terreno), 334.418 m de berma, 10 controles de pendiente y 4 disipadores. El escurrimiento limpio se desvía alrededor de la zona operacional para reducir el ingreso innecesario al tajo. El agua de contacto se conduce a sumidero, se bombea a almacenamiento superficial, se sedimenta o trata cuando sea necesario y se reutiliza como caso base.

El ingreso conservador de 24 horas se estima en 1,643.3 m³ y la reserva interna de emergencia en 1,917.0 m³, con margen aproximado de 16.7 %. El sumidero de diseño es 96 m³ y el sistema considera dos bombas de 25 L/s. La descarga externa no forma parte del caso base y cualquier descarga futura requerirá calidad verificada y la autorización o criterio aplicable.

VERSIÓN PÚBLICA

Para el suministro externo de riego/control de polvo se dispone de la cotización C-2026-0892 de Servicios de Agua y Transporte del Centro de Morelos, de 2 de septiembre de 2026, con capacidad ofrecida de hasta 10 pipas de 10,000 L por día laboral. El proveedor manifiesta que el agua procede exclusivamente de fuentes oficiales concesionadas ante CONAGUA. Esta evidencia sustenta disponibilidad comercial; el cotejo de los títulos/permisos de la fuente se conserva como soporte documental adicional.

ING-02 — Drenaje De Corona Y Control De Pendientes

Fuente: MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg. Versión de lectura en el cuerpo; lámina de detalle en el Tomo III / anexo ETJ-G. Sistema y escala según la lámina.

I.5.4 Suelo vegetal, restauración y cierre

La restauración se plantea de manera progresiva en superficies que ya no sean necesarias para la operación. El objetivo inicial no es reproducir instantáneamente la estructura original de la selva baja caducifolia, sino recuperar estabilidad física, control de erosión, sustrato, cobertura vegetal y una trayectoria compatible con el entorno. El suelo vegetal recuperado constituye el principal insumo local para ese proceso.

El cierre físico conserva el tajo como excavación estable y controlada; no se asume relleno total ni formación de un lago en el tajo. Se prevén saneo y estabilización, drenaje, retiro de instalaciones temporales y residuos, manejo de suelo, restauración, control de acceso y monitoreo post-cierre. Las verificaciones conforme a obra y de pre-cierre ajustarán detalles sin sustituir la base ambiental evaluada.

El diseño adopta un espesor recuperable promedio de suelo vegetal de 0.20 m, equivalente a aproximadamente 2,113 m³ in situ y 2,536.1 m³ en condición suelta para planeación. Este valor funciona como promedio de diseño y deberá ajustarse en campo cuando el contacto entre horizonte superficial y material subyacente sea reconocible. El objetivo no es retirar un espesor rígido, sino recuperar el material con mayor potencial para restituir funciones físicas y biológicas en superficies elegibles.

Durante el manejo temporal, el suelo vegetal se mantendrá separado de materiales minerales, protegido de pérdidas por erosión y con trazabilidad de entradas, salidas y saldos. La duración y geometría de los acopios deben reducir compactación, pérdida de finos y erosión. Cuando una superficie deje de ser necesaria, la prioridad será reincorporar el material en lugar de prolongar su almacenamiento.

El cierre considera como caso base la recuperación de la rampa temporal, con un volumen conceptual del orden de aproximadamente 7,617.76 m³; retiro de instalaciones temporales; regrado o escarificación de superficies auxiliares; restitución de suelo donde exista estabilidad y capacidad de retención; y conservación únicamente de aquellos elementos de drenaje que la condición conforme a obra demuestre necesarios. Las caras del tajo no recibirán suelo suelto sin un sistema de retención diseñado.

I.5.5 Residuos, emisiones y efluentes

La clasificación ambiental de residuos, emisiones y efluentes parte de las fuentes efectivamente previstas. Esta metodología evita dos errores frecuentes: aplicar una norma a una fuente que no existe en el proyecto o, en sentido contrario, omitir una obligación porque la corriente aún no se ha caracterizado.

Los residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos se mantendrán segregados y se manejarán conforme a su naturaleza y competencia. Las aguas sanitarias se gestionarán mediante un sistema autónomo/removible; el agua de contacto seguirá un circuito de captación, almacenamiento, sedimentación o tratamiento y reúso. La generación de polvo y ruido se controla principalmente mediante prácticas operacionales y mantenimiento, con medición específica cuando un supuesto regulatorio o una condición de campo lo haga necesario.

Para efectos de la gestión de materiales del Proyecto, el yeso natural extraído y destinado a comercialización constituye el producto mineral objeto de aprovechamiento y no se clasifica, por ese solo hecho, como residuo minero. La identificación de residuos mineros se realizará respecto de las corrientes efectivamente generadas por las operaciones de minado o beneficio que encuadren en las definiciones y

VERSIÓN PÚBLICA

clasificaciones de la normativa aplicable. En consecuencia, se mantendrá trazabilidad diferenciada del yeso comercial, el suelo vegetal destinado a restauración, los materiales con reutilización prevista y, en su caso, los materiales estériles, tepetates, terreros o rechazos que efectivamente se generen.

Corriente/aspecto	Manejo previsto	Criterio
Residuos sólidos urbanos	Segregación, contenedores cerrados y retiro mediante servicio autorizado.	No disposición en sitio.
Residuos de manejo especial no mineros	Clasificación y segregación según la corriente real; retiro o gestión mediante la modalidad aplicable.	No confundir con corrientes que jurídicamente califiquen como residuos mineros.
Residuos peligrosos	Aceites, filtros o absorbentes si se generan; identificación y manejo conforme a criterios aplicables.	No asumir peligrosidad sin clasificación.
Aguas sanitarias	Sistema autónomo/removible; manejo por proveedor o solución regulatoria aplicable.	Sin descarga directa prevista a cuerpo receptor nacional.
Agua de contacto	Captación, bombeo, almacenamiento, sedimentación/tratamiento y reúso.	Descarga externa no es caso base.
Polvo	Riego cuando se requiera, control de velocidad y mantenimiento.	Evaluación proporcional a fuentes reales.
Ruido	Operación diurna, mantenimiento y ausencia de voladuras.	Aplicabilidad por tipo de fuente.
Combustión	Verificación con inventario final de equipos.	Aplicabilidad sólo a equipos dentro del campo de la norma.
Yeso comercial	Producto mineral extraído para transporte y comercialización fuera del sitio.	No se clasifica como residuo minero por el solo hecho de su extracción.
Materiales mineros / residuos mineros potenciales	No existe corriente planificada de jales, terreros o tepetateras permanentes. Si surge una corriente real de descarte mineral, se identificará, segregará, trazará y caracterizará.	Aplicar el marco vigente y, una vez en vigor, la NOM-157-SEMARNAT-2026; formular el plan de manejo que legalmente proceda.

Figura II-1 — VÉANSE LAS FIGURAS DEL CAPÍTULO Y EL TOMO III
Las Palmas: disposición conceptual de tajo, rampa, drenaje y áreas internas. Finalidad regulatoria: Mostrar la relación entre componentes y CUSTF sin sustituir planos de ingeniería. La lámina correspondiente se presenta junto al apartado temático y en el Tomo III, con las geometrías y fuentes identificadas.

I.5.6 Programación forestal, liberación biótica y ejecución por frentes

El CUSTF se programa durante un plazo máximo de 48 meses desde T0 y se ejecuta por frentes. La liberación biótica es un prerrequisito operacional de cada frente y permite detectar cambios ocurridos entre la línea base y la intervención. No sustituye el inventario: verifica la condición inmediata del sitio y activa retención, rescate selectivo, escape dirigido o suspensión cuando resulte necesario.

Las decisiones de rescate se basan en organismos realmente presentes y en su viabilidad de manejo; no se adoptan cuotas derivadas de multiplicar densidades muestrales por toda la superficie. Las cohortes que efectivamente se reubiquen o establezcan se manejan con trazabilidad, seguimiento y un estándar mínimo de supervivencia de 80 % sobre un denominador conocido.

La programación del componente forestal se concilia con el Capítulo IVIII del ETJ. El plazo máximo propuesto para ejecutar progresivamente el CUSTF es de 48 meses a partir de T0. T0 representa la fecha efectiva de inicio bajo la autorización aplicable, una vez cumplidos los prerrequisitos jurídicos, de replanteo, disponibilidad de controles ambientales y liberación del frente. No se fija una fecha calendario artificial mientras esos hitos no estén determinados.

La remoción no se realizará simultáneamente sobre la totalidad del CUSTF. Cada frente seguirá una secuencia obligatoria: verificación de autorización y derecho de acceso/uso; replanteo y exclusión física; inspección biótica del 100 %; aplicación de rescate, retención, ahuyentamiento o protección cuando proceda; desmonte direccional; recuperación de suelo vegetal; habilitación de controles de erosión y agua; liberación operacional; excavación o estabilización de la superficie mineral dentro del plazo máximo de 30 días; y restauración progresiva cuando la superficie deje de ser necesaria.

I.6 Coherencia entre diseño, escala de evaluación y evaluación de modificaciones

La descripción del Proyecto Las Palmas se formula con el grado de definición necesario para relacionar cada obra y actividad con una ruta de impacto identificable. La ingeniería conceptual no se presenta como

VERSIÓN PÚBLICA

ingeniería de detalle; sus dimensiones, capacidades y supuestos se emplean para acotar la magnitud ambiental de la intervención y definir los controles que deberán mantenerse durante la ejecución.

La evaluación aplica un principio de proporcionalidad: las variables que controlan directamente la huella, el agua de contacto, la erosión, la remoción de vegetación y el cierre se desarrollan con mayor resolución que los elementos cuya configuración final depende de selección comercial de equipo. Una sustitución de marca o modelo que no altere materialmente potencia, emisiones, capacidad, huella o modo de operación no modifica por sí misma la evaluación. En cambio, la incorporación de voladuras, una ampliación de huella, beneficio en sitio, una descarga externa o un cambio material de producción, tránsito o régimen de agua requiere evaluación de modificaciones y la determinación regulatoria correspondiente.

Esta distinción evita tratar un diseño conceptual como plano de construcción definitivo y, al mismo tiempo, impide utilizar la naturaleza conceptual del diseño como argumento para omitir variables que controlan el impacto ambiental.

Hito	Condición de entrada	Evidencia de cierre
A. Replanteo	Frente incluido en geometría autorizada	Levantamiento/bitácora; exclusión física
B. Liberación biótica	Replanteo cerrado	Formato, fotografías, coordenadas y decisiones de manejo
C. Desmonte/despalme	Liberación biótica cerrada	Registro de remoción y suelo vegetal
D. Control físico	Antes o concurrente con apertura	Cunetas, disipación, contención o medidas equivalentes
E. Apertura operacional	A-D cerrados	Autorización interna del frente
F. Exposición mineral	Después del despalme	Bitácora semanal; ≤30 días hasta excavación/estabilización
G. Restauración progresiva	Superficie liberada de uso	Condición física, suelo y establecimiento documentados

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

II.1 Enfoque

La vinculación jurídica se construye a partir de la relación entre el supuesto de hecho regulado y la configuración real del proyecto. No se considera suficiente transcribir leyes o normas sin explicar qué obra, fuente, residuo, descarga o receptor activa su aplicación.

El análisis distingue disposiciones de aplicación directa, disposiciones condicionales y ordenamientos territoriales. Las primeras regulan elementos inherentes al proyecto, como la evaluación de impacto y el CUSTF. Las segundas se activan sólo si existe una fuente o condición específica, por ejemplo una descarga externa o un equipo dentro del campo de una NOM. Los instrumentos territoriales se aplican mediante la ubicación real del CUSTF y sus criterios vigentes.

Esta metodología mejora la trazabilidad del cumplimiento y evita presentar como obligación una disposición cuyo supuesto no se materializa. También deja claro que la concesión minera no sustituye las autorizaciones ambientales ni el derecho suficiente sobre la superficie.

II.1.1 Alcance jurídico, administrativo y operacional del proyecto

El Proyecto Las Palmas es promovido por Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. La presente MIA-P corresponde exclusivamente a esta persona moral y evalúa las decisiones de inversión, programación, producción, contratación, abastecimiento, transporte, operación, mitigación y cierre atribuibles al proyecto.

En consecuencia, la presente MIA-P evalúa exclusivamente las obras, actividades, emisiones, residuos, tránsito, consumos, impactos, medidas y compromisos atribuibles a su promovente. No se presume simultaneidad de operaciones, intercambio de equipo, personal o contratistas, suministro común de agua, destino común del mineral ni una estrategia compartida de ejecución o cierre.

Las interacciones acumulativas o sinérgicas se consideran cuando una fuente externa identificable puede actuar sobre un receptor común mediante una vía de exposición y una coincidencia temporal o funcional

VERSIÓN PÚBLICA

suficientemente sustentadas. El uso de infraestructura pública por terceros se reconoce como condición del entorno y sólo se incorpora cuantitativamente cuando exista evidencia que permita atribuir una contribución específica al proyecto evaluado.

II.2 Marco federal y sectorial

El marco federal se analiza por materia: impacto ambiental, forestal, vida silvestre, residuos, agua, responsabilidad ambiental y actividad minera. La tabla siguiente resume la función regulatoria de cada instrumento; su presencia en la matriz no implica que todos generen el mismo tipo de obligación.

La LGEEPA y su Reglamento estructuran la evaluación de impacto; la LGDFS y su Reglamento gobiernan el CUSTF y la demostración forestal; la LGVS y la NOM-059 se aplican a la evidencia biótica; y los marcos de agua y residuos dependen de la fuente, descarga o corriente efectivamente generada. Esta separación será conservada en la versión final para que el evaluador pueda seguir la lógica de aplicabilidad.

Instrumento	Aplicabilidad	Vinculación de trabajo
LGEEPA	Directa	Base de la evaluación de impacto ambiental y autorización previa.
Reglamento LGEEPA en materia de EIA	Directa	Estructura y contenido de la MIA-P; procedimiento de evaluación.
Ley de Minería	Sectorial	Título minero como derecho sectorial; no sustituye MIA-P/CUSTF/derecho superficial.
LGDFS	Directa al CUSTF	Cambio de uso de suelo en terreno forestal y demostración técnica correspondiente.
Reglamento LGDFS	Directa al CUSTF	Contenido y procedimiento forestal; revalidación inmediata antes de ingreso.
Ley General de Vida Silvestre	Directa al componente biótico	Medidas derivadas de inventarios y listas oficiales vigentes.
LGPGIR	Directa/condicional	Prevención, clasificación y manejo de corrientes realmente generadas.
Marco hídrico federal	Condicional	Aplicación según fuente de abastecimiento, aprovechamiento y eventual descarga.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Responsabilidad	Prevención, reparación, trazabilidad de medidas y cierre.
Ley General de Cambio Climático	Referencia/condicional	Gestión de emisiones y política climática conforme a fuentes/umbrales.

II.3 Normas Oficiales Mexicanas

La revisión de NOM se realizó desde el campo material de cada norma y no por asociación temática general. El inventario final de equipos, residuos y descargas funciona como control para confirmar aplicabilidad. De esta manera, una norma de fuentes fijas no se aplica automáticamente a toda maquinaria móvil y una norma de descarga no se presenta como obligación de una descarga que no forma parte del diseño base.

La lista de especies en riesgo se vincula únicamente a taxones sustentados por la evidencia del propio proyecto y a la versión jurídicamente vigente al momento de ingreso. Las medidas conservadoras de biodiversidad pueden exceder el mínimo normativo sin que ello implique atribuir a un taxón una categoría que no le corresponda.

Instrumento	Aplicabilidad	Criterio
NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación aplicable	Biótico	Aplicar la lista jurídicamente vigente al taxón sustentado; Brahea se tratará con dictamen firmado y revalidación inmediata.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Condicional	Clasificación de residuos peligrosos realmente generados.
NOM-001-SEMARNAT-2021	Condicional	Aplicaría ante descarga a cuerpo receptor nacional; no es caso base.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Condicional	Verificación para fuentes dentro de su campo de aplicación.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Condicional	Partículas de fuentes fijas dentro de su alcance; polvo difuso se controla operacionalmente.
NOM-085-SEMARNAT-2011	Condicional	Sólo si el inventario incluye equipo de combustión dentro de su alcance.
NOM-157-SEMARNAT-2009	Vigente / condicional	Referencia vigente durante el periodo

VERSIÓN PÚBLICA

Instrumento	Aplicabilidad	Criterio
		transitorio para planes de manejo de residuos mineros, según las corrientes efectivamente generadas y el supuesto de aplicación.
NOM-157-SEMARNAT-2026	Publicada; aplicación prospectiva	Publicada el 09/09/2026; entra en vigor 180 días naturales después. El Proyecto reconoce la transición y aplicará sus disposiciones a las actividades sujetas una vez vigente.

El 9 de septiembre de 2026 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2026, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros. Conforme a su Artículo Transitorio Primero, la Norma entrará en vigor a los ciento ochenta días naturales posteriores a su publicación y, a partir de su entrada en vigor, dejará sin efectos la NOM-157-SEMARNAT-2009. En consecuencia, a la fecha de elaboración y presentación de la presente MIA-P, la NOM-157-SEMARNAT-2009 continúa siendo la referencia normativa vigente, mientras que la NOM-157-SEMARNAT-2026 constituye una disposición definitiva publicada cuya aplicación será prospectivamente relevante para las actividades operativas que se desarrollen después de su entrada en vigor. El Proyecto reconoce esta transición normativa y, sin atribuir a la nueva Norma efectos jurídicos anticipados, adoptará para las actividades que correspondan los criterios aplicables de identificación, caracterización, prevención, minimización, valorización y manejo integral de residuos mineros, así como la formulación y registro del plan de manejo que legalmente proceda conforme al marco vigente al momento de inicio de dichas actividades.

II.4 Ordenamiento y conservación

La concesión se distribuye según la cartografía de control en UGA 329: 4.079445 ha; UGA 350: 30.920555 ha. El CUSTF completo se ubica en UGA 350, política Restauración. Esta coincidencia espacial no constituye por sí sola autorización o prohibición. La compatibilidad deberá demostrarse contra los criterios jurídicamente vigentes al momento del ingreso, considerando la superficie real de intervención y las medidas de prevención, restauración y cierre.

El cruce en SIG no identifica intersección directa del CUSTF con ANP federales, ANP estatales o ADVC en las capas analizadas. Distancias de referencia: ANP federal 14.72 km; ANP estatal 7.62 km; ADVC 27.74 km. Las capas de priorización y regionalización se utilizan como contexto técnico y no como ampliación automática del área de impacto.

Figura III-1 — VÉANSE LAS FIGURAS DEL CAPÍTULO Y EL TOMO III
Las Palmas: UGA del POEREM y contexto de conservación. Finalidad regulatoria: Documentar intersecciones/distancias y vinculación espacial. La lámina correspondiente se presenta junto al apartado temático y en el Tomo III, con las geometrías y fuentes identificadas.

II.5 Verificaciones previas al ingreso

- Vigencia y criterios del POEREM y demás instrumentos de ordenamiento aplicables.
- Documento municipal vigente y condicionantes que correspondan.
- El abastecimiento operacional se soporta mediante la cotización C-2026-0892 de Servicios de Agua y Transporte del Centro de Morelos, emitida el 2 de septiembre de 2026 para el Proyecto Las Palmas. La cotización ofrece hasta 100,000 L/día laboral mediante pipas y declara que el agua procede exclusivamente de fuentes oficiales concesionadas ante CONAGUA. El expediente conservará este soporte y podrá incorporar los títulos o permisos de la fuente cuando se encuentren disponibles para cotejo.
- Inventario final de equipos para aplicabilidad de normas de combustión/fuentes fijas.
- Clasificación y competencias de corrientes de residuos.
- Documentación corporativa, representación y responsables profesionales.

VERSIÓN PÚBLICA

- Dictamen taxonómico final firmado incorporado; memorando técnico-jurídico consolidado con las validaciones de Garrigues incorporado; revalidación de vigencia normativa de fecha cierta dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso.

II.6 CUSTF, mitigación sustantiva y compensación forestal

La compensación forestal y la mitigación técnica cumplen funciones diferentes. La primera es una obligación económica/regulatoria que se atiende en el procedimiento; la segunda consiste en evitar, reducir y restaurar efectos mediante diseño y ejecución. Por ello, el depósito al Fondo Forestal Mexicano no se utiliza para compensar numéricamente erosión, carbono o pérdida de hábitat dentro de los balances técnicos del proyecto.

Para carbono, el expediente conserva una envolvente de incertidumbre de 16.099 t C como límite inferior, 20.167–22.100 t C como intervalo central y 34.397 t C como límite superior conservador. La amplitud del rango refleja diferencias entre reservorios de carbono y supuestos y es preferible a presentar un único valor como si fuera exacto. La pérdida de carbono se vincula a la remoción real de biomasa, mientras que cualquier recuperación futura sólo podrá acreditarse con evidencia de establecimiento.

La incertidumbre se administra según su tipo. Una incertidumbre de medición se expresa mediante rangos o sensibilidad; una limitación de muestreo restringe la inferencia a las métricas que sí pueden reproducirse; una ausencia de dato primario se declara sin asignar cero; y una incertidumbre de diseño se maneja mediante escenarios conservadores y criterios de revisión. Este enfoque permite actualizar un parámetro cuando aparezca información nueva sin reescribir indiscriminadamente la línea base ni ocultar el origen del cambio.

La mitigación sustantiva se demuestra mediante diseño, secuencia de desmonte, recuperación de suelo, control de erosión y agua, manejo de biomasa, medidas bióticas, estabilización, revegetación y cierre. La compensación forestal que determine la autoridad constituye una obligación legal separada y recibe 0 t C de crédito en el balance de carbono. El balance de control es: límite inferior 16.099 t C; escenario central 20.167-22.100 t C; límite superior conservador 34.397 t C.

II.7 Criterio de suficiencia de la vinculación jurídica

La vinculación normativa se construye por supuesto de aplicación y no por acumulación indiscriminada de disposiciones. Para cada instrumento se distingue si regula directamente una obra o actividad propuesta, si su aplicabilidad depende de una fuente, descarga, residuo o equipo que efectivamente se materialice, o si opera como instrumento territorial o de planeación.

La revalidación inmediatamente anterior al ingreso tiene por objeto comprobar que la versión jurídica citada, los criterios territoriales, formatos, cuotas y listas oficiales continúan vigentes. Sólo una modificación normativa que altere materialmente un supuesto de aplicación o una medida exigiría revisar la parte técnica asociada.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1 Alcance, escalas y método

La línea base se construyó mediante una estrategia multiescalar. El CUSTF proporciona la condición específica de afectación; las áreas de referencia permiten comparar estructura y composición con sitios cercanos; y la microcuenca y el contexto regional proporcionan clima, fisiografía, conectividad y antecedentes de especies potenciales. Ninguna escala sustituye a las otras.

El esfuerzo de campo recuperado comprende 7 parcelas de vegetación dentro del CUSTF y 7 de referencia, 2 transectos de fauna dentro del CUSTF y 2 de referencia y 2 cámaras dentro del CUSTF y 2 de referencia. Las geometrías fueron verificadas en SIG y se utilizan para demostrar dónde se realizó el

VERSIÓN PÚBLICA

esfuerzo. Las matrices primarias controlan conteos y riqueza; la cartografía regional se usa como contexto; y las memorias técnicas controlan los cálculos de erosión, agua y carbono.

La incertidumbre se mantiene visible. Cuando la estructura del archivo permite reproducir presencia y riqueza pero no abundancia o tasa, la MIA-P reporta únicamente las métricas defendibles. Cuando no existe medición local de recarga, no se inventa un volumen anual. Cuando una especie no fue detectada, la información regional puede activar búsqueda focalizada, pero no se convierte en presencia confirmada.

La caracterización ambiental se desarrolló con una estructura multiescalar. Para el contexto regional se emplea una ventana analítica de aproximadamente 1,550.424 ha, recortada y utilizada exclusivamente como dominio de consulta. Esa ventana permite leer clima, fisiografía, cobertura, conservación y patrones regionales, pero no se presenta como una delimitación automática del Sistema Ambiental ni del Área de Influencia.

A escala de proyecto se utilizaron las geometrías maestras de concesión, CUSTF, tajo y componentes internos; ortofotografía de alta resolución; topografía oficial y MDE de apoyo; capas oficiales de INEGI, CONAFOR, CONAGUA y otras fuentes sectoriales; matrices primarias forestales y bióticas; y verificaciones de campo. La regla metodológica fue que una fuente regional proporciona contexto, mientras que las conclusiones de sitio deben apoyarse en evidencia local o en una inferencia cuya escala y limitación queden expresamente identificadas.

Las verificaciones no se limitaron a comprobar que una capa en SIG intersectara o no el proyecto. Se revisaron coherencia del sistema de referencia de coordenadas, coincidencia de geometrías, topología, posición de sitios de muestreo, relación con la ortofoto, continuidad de rasgos físicos y, cuando fue necesario, la correspondencia entre lo representado cartográficamente y lo observado en campo. Este control es importante porque varios productos regionales fueron elaborados para escalas mucho menores que la superficie del CUSTF.

La caracterización combina fuentes regionales oficiales, cartografía de control, ortofoto y cobertura local, topografía oficial, MDE de contexto, matrices bióticas y forestales, verificación de campo y memorias técnicas. La información regional se utiliza para contexto; las conclusiones de sitio se sustentan con la evidencia local disponible.

Las áreas de influencia se delimitan por rutas de efecto y receptores. El CUSTF controla la afectación directa; transporte, hidrología, paisaje y biota se analizan mediante dominios temáticos diferenciados. La ventana regional de 3 km se conserva exclusivamente como ámbito de consulta y no se etiqueta como Sistema Ambiental o Área de Influencia por sí misma.

MF-121 — Área de influencia directa

Lámina MF-121. Área de influencia directa.

III.2 Medio físico

El medio físico se caracteriza mediante fuentes regionales, cartografía de control, topografía oficial y memorias reproducibles. La precipitación media anual adoptada sobre el CUSTF es 803.4 mm/año, conforme a la base física P02/P07 utilizada por la memoria técnica de erosión. El MDE regional de contexto de 10 m ubica la concesión aproximadamente entre 1,032 y 1,103 m s.n.m., con pendiente media de 7.72° y P90 de 14.30°. Para decisiones locales, drenaje y erosión prevalece la topografía oficial de sitio: las curvas con franja de cobertura adicional cubren aproximadamente 1,024–1,104 m s.n.m. y la red irregular triangulada (TIN) de 2 m derivada de dicha topografía arroja una pendiente media de 7.38°. La diferencia entre métricas regionales y locales responde a resolución y ámbito espacial y no debe tratarse como series equivalentes.

La precipitación media anual utilizada no se interpreta como una estación instalada dentro del CUSTF. Es un valor regional/interpolado de apoyo cuya función es caracterizar el régimen climático y alimentar relaciones regionales como erosividad. La MIA-P/ETJ mantiene separado este valor de los datos de diseño

VERSIÓN PÚBLICA

hidrológico de tormenta y de cualquier observación de agua subterránea, porque cada uno responde a escalas y fenómenos distintos.

La interpretación privilegia la coherencia entre variables: el relieve y las pendientes derivadas de la topografía se relacionan con el factor LS de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE); la cobertura local se utiliza para estimar el factor C; la red de drenaje se contrasta con la morfología observada; y la capacidad de manejo de agua se revisa contra un escenario conservador de ingreso. De esta manera, las cifras físicas no aparecen como datos aislados, sino como insumos de diseño y evaluación.

Para la erosividad de la lluvia se utiliza la regionalización de 14 regiones empleada en México a partir de Cortés (1991), citada por Becerra y utilizada posteriormente por Montes-León et al. El proyecto se ubica en la Región 8, cuya ecuación es $R = 1.99671 \cdot P + 0.003270 \cdot P^2$, donde P es la precipitación media anual en milímetros. Con P≈803.4 mm/año, la memoria técnica adopta R=3714.7834. El propósito de explicitar la ecuación es conservar la trazabilidad entre el descriptor climático y el factor erosivo, evitando presentar R como un número sin origen metodológico.

El factor K=0.040 representa la erodabilidad del suelo adoptada para la condición edáfica evaluada. El factor topográfico LS medio=2.0846 se deriva espacialmente de la topografía de mayor resolución y no de una sola pendiente promedio. El procedimiento ráster utiliza un modelo de elevación derivado de la topografía oficial, acondicionamiento hidrológico, dirección/acumulación de flujo y formulación RUSLE3D para integrar longitud efectiva de escurrimiento y pendiente. El resultado espacial se resume mediante un valor medio sobre el CUSTF, conservándose el archivo ráster como soporte reproducible.

El factor de cobertura y manejo C=0.1431 representa la condición actual conservadora derivada de la cobertura del sitio. El factor P se mantiene en 1.0 para la evaluación base hasta que una práctica específica demuestre desempeño; así, las obras propuestas no reciben crédito matemático anticipado. Esta decisión hace que la reducción de erosión atribuida al proyecto provenga principalmente de limitar el área-tiempo de exposición y de restaurar cobertura, mientras que el efecto adicional de prácticas mecánicas puede verificarse posteriormente mediante monitoreo.

III.2.1 Clima y precipitación

El CUSTF se encuentra predominantemente bajo clima (A)C(w1), semicálido subhúmedo con lluvias de verano. La caracterización regional se apoyó en las estaciones Temilpa (881.2 mm/año; 23.8 °C; aproximadamente 7.66 km), Tecomalco (654.4 mm/año; 23.9 °C; 10.13 km) y Zacatepec (816.7 mm/año; 24.2 °C; 10.22 km), además de la superficie interpolada P02. Sobre el CUSTF, esta última produce una precipitación media de apoyo de 803.4 mm/año, con rango aproximado 802.6-804.5 mm/año.

La MIA-P utiliza esa información con funciones diferenciadas. La normal/interpolación caracteriza el ambiente y alimenta la relación regional de erosividad; el evento P100,24h de 120 mm corresponde al dimensionamiento conservador del agua de contacto. La separación evita confundir condiciones medias con tormentas extremas y permite rastrear qué dato sustenta cada conclusión.

Como referencia climática del sitio se utiliza una precipitación media anual de aproximadamente 803.4 mm/año. Este valor describe la condición climática de apoyo y se mantiene separado del evento extremo de 120 mm en 24 horas adoptado para el diseño conceptual de agua de contacto. La separación evita utilizar una lluvia de diseño como si fuera precipitación anual o viceversa.

La información climática procede de fuentes regionales e interpolaciones de apoyo. La precipitación media anual adoptada sobre el CUSTF es 803.4 mm/año (P02/P07). Se utiliza como descriptor climático y como insumo de los análisis de erosión y escurrimiento; no se atribuye a esta cifra la precisión de una estación meteorológica instalada dentro del predio.

La estacionalidad de lluvias es ambientalmente relevante porque concentra el riesgo de erosión y arrastre de sedimentos durante la etapa de preparación. Por ello, la programación forestal, el límite de exposición de

VERSIÓN PÚBLICA

suelo mineral y la inspección de cunetas y disipadores se diseñan con énfasis en la temporada húmeda y en eventos de precipitación relevantes.

El CUSTF se ubica en un contexto dominado por clima semicálido subhúmedo (A)C(w1). La ventana regional está compuesta aproximadamente por 94.97 % (A)C(w1) y 5.03 % Aw0. La precipitación de control del CUSTF es 803.4 mm/año.

III.2.2 Fisiografía, relieve, geología y suelo

La caracterización distingue deliberadamente la escala regional de la escala de obra. El proyecto se ubica en la Provincia Sierra Madre del Sur, Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, en lomerío típico. El MDE regional de 10 m muestra aproximadamente 1,032-1,103 m s.n.m., pendiente media 7.72° y P90 14.30°; la topografía oficial del sitio controla el diseño y abarca aproximadamente 1,024-1,104 m s.n.m. El TIN de 2 m empleado para RUSLE presenta pendiente media de aproximadamente 7.38° sobre su dominio local.

La cartografía geológica regional describe Conglomerado poligénico-Limolita de edad cenozoica/terciaria como marco sedimentario. En suelos, el CUSTF corresponde a KScc-lv+PHlen-ca/2P. El perfil regional E1405-038, a aproximadamente 4.22 km, registra un horizonte A de 0-26 cm; se utiliza como referencia, no como perfil predial. Por ello el espesor de suelo vegetal de 0.20 m es una base de diseño que deberá verificarse en cada frente antes del despalme.

La topografía oficial del sitio cubre aproximadamente 1,024-1,104 m y es la referencia local para pendientes, drenaje y diseño. La geología regional proporciona un marco litológico, pero no sustituye investigación geológica de detalle ni se utiliza para inferir recursos o gradientes hidrogeológicos. El análisis ambiental utiliza únicamente la precisión que cada fuente puede sostener.

Para suelo superficial se adopta 0.20 m como espesor medio recuperable de diseño, sujeto a verificación directa antes del despalme. El procedimiento de campo debe observar el contacto del horizonte superficial, raíces, textura, color y pedregosidad, evitando mezclar el material recuperable con subsuelo o roca fragmentada.

El relieve se analiza con dos fuentes de función distinta. El MDE regional de contexto de 10 m ubica la concesión aproximadamente entre 1,032 y 1,103 m s.n.m., con pendiente media de 7.72° y P90 de 14.30°. La topografía oficial de sitio, de mayor resolución y con área de cobertura adicional, contiene curvas aproximadamente entre 1,024 y 1,104 m s.n.m.; el TIN de 2 m derivado de estas curvas arroja una pendiente media de 7.38°. La topografía oficial gobierna las decisiones de diseño local, drenaje y el cálculo espacial del factor LS.

Para suelo, la cartografía regional identifica la unidad edafológica de control identificada en la cartografía regional vigente. La unidad cartográfica se utiliza como contexto edafológico, pero no sustituye la observación de la capa superficial recuperable ni el manejo de suelo vegetal. El proyecto adopta 0.20 m como espesor medio recuperable de diseño, sujeto a verificación durante el despalme. La finalidad ambiental es conservar el material con mayor contenido de materia orgánica, semillas y microorganismos para su posterior reincorporación en superficies restaurables.

Conforme al Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250 000, Serie III de INEGI, la clasificación adoptada sobre el CUSTF es KScc-lv+PHlen-ca/2P (100 % del CUSTF). La cartografía regional se utiliza como marco edafológico y no sustituye la verificación del horizonte superficial recuperable; la topografía oficial continúa gobernando los cálculos locales de pendiente y erosión.

MF-042 — Modelo Digital de Elevación – MDE

Lámina MF-042. Modelo Digital de Elevación – MDE.

III.2.3 Erosión

La erosión se evaluó con RUSLE como herramienta comparativa para pérdida laminar y en surcos. La condición actual conservadora es 46.839 t/año. El escenario deliberadamente extremo de todo el CUSTF

VERSIÓN PÚBLICA

desnudo durante un año alcanza 327.313 t/año y se utiliza sólo como límite superior; no representa la forma en que se ejecutará el proyecto.

El escenario operacional incorpora la regla de exposición máxima de 30 días antes de excavación o estabilización y produce una carga asociada al despalme de aproximadamente 25.699 t/proyecto. Esta forma de análisis captura el efecto del área y del tiempo de exposición y es más representativa de la secuencia propuesta que asumir una superficie desnuda durante todo el año.

El factor de prácticas P se mantiene en 1 hasta demostrar desempeño, por lo que no se otorga crédito anticipado a una medida todavía no observada. Las superficies rehabilitadas deben alcanzar una condición equivalente a C≤0.05, y el desempeño se verifica mediante inspección, estabilidad y ausencia de erosión progresiva.

La erosión hídrica se evaluó mediante RUSLE, separando los factores que pueden reproducirse cartográficamente y evitando convertir el resultado en una predicción de sedimento total. Para Las Palmas, la memoria de control utiliza R=3,714.7834, K=0.040, LS=2.0846 y un factor de cobertura C=0.1431 para la condición actual de referencia. Con esos parámetros, la pérdida laminar y en surcos de control se estima en 46.839 t/año.

Para entender el rango potencial de afectación se construyó un escenario deliberadamente conservador en el que todo el CUSTF permaneciera sin cobertura durante un año. Ese escenario produce 327.313 t/año y no representa el programa real. El programa real limita la exposición de cada superficie mineral a un máximo de 30 días antes de excavación o estabilización, lo que reduce la métrica de la fase de despalme a aproximadamente 25.699 t/proyecto.

La meta de restauración se expresa como una condición equivalente a C≤0.05. El factor P se mantiene en 1 hasta que exista evidencia de desempeño, evitando acreditar por anticipado una reducción que aún no haya sido demostrada. Esta decisión hace que el análisis sea conservador y permite que el seguimiento posterior compare condición prevista y condición observada.

La línea base RUSLE utiliza R=3714.7834, K=0.040, LS medio=2.0846 y C actual conservador=0.1431. La erosión actual se estima en 46.839 t/año. El escenario hipotético de exposición anual total es 327.313 t/año y se utiliza únicamente como límite superior conservador. Bajo el compromiso de exposición ≤30 días, la carga asociada al retiro de suelo superficial se estima en 25.699 t a lo largo del proyecto.

III.2.4 Hidrología superficial

La hidrología superficial se analiza desde la ruta real del agua. El proyecto mantiene separado el escurrimiento limpio procedente del terreno exterior de la lluvia y escurrimiento que alcanzan el tajo. Las cunetas de corona interceptan el primero; el segundo se considera agua de contacto y se dirige al sistema interno de captación y bombeo.

Las verificaciones de campo se utilizan para distinguir rasgos cartográficos de cauces efectivos. Depresiones o líneas representadas en cartografía no se interpretan automáticamente como corrientes permanentes o cauces definidos sin evidencia de márgenes, continuidad o flujo. Esta precaución evita sobredimensionar o subestimar receptores hídricos a partir de una sola fuente cartográfica.

La cartografía hidrográfica contiene un rasgo CNIT con superposición aproximada de 11.915 m con el CUSTF. La verificación de campo identificó el rasgo como una depresión somera sin márgenes definidos, continuidad ni cauce reconocible y sin indicios de flujo recurrente. La interpretación de campo no elimina el control preventivo: se mantiene la separación entre escurrimiento limpio y agua de contacto.

El análisis hidrológico diferencia el agua que llega desde áreas no intervenidas del agua que entra en contacto con superficies operacionales. Esa distinción es funcional y no meramente terminológica: reducir el ingreso de agua limpia al tajo disminuye la demanda de bombeo, almacenamiento y tratamiento, al tiempo que limita el volumen que puede transportar finos o entrar en contacto con materiales disturbados.

Las cunetas de corona/perimetrales, controles de pendiente y disipadores se interpretan como un sistema integrado. Su eficacia se verificará durante la operación mediante inspección, limpieza y reparación; la

VERSIÓN PÚBLICA

existencia de una obra en plano no se considera suficiente si en campo presenta obstrucción, socavación o descarga erosiva.

La cartografía hidrográfica incluye un rasgo CNIT con superposición aproximada de 11.915 m con el CUSTF. La verificación de campo lo identificó como una depresión somera sin márgenes, continuidad ni cauce funcional. Esta interpretación no elimina el criterio preventivo: el escurrimiento limpio exterior se mantendrá separado del agua de contacto mediante obras de corona/perimetrales.

MF-056 — Microcuenca De Referencia

Fuente: MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg. Versión de lectura en el cuerpo; lámina de detalle en el Tomo III / anexo ETJ-G. Sistema y escala según la lámina.

MF-058 — Escurrimientos locales alrededor del proyecto

Lámina MF-058. Escurrimientos locales alrededor del proyecto.

III.2.5 Hidrogeología

No se dispone de un nivel piezométrico local medido que permita definir con precisión la interacción entre excavación y agua subterránea. La MIA-P conserva esta limitación y no utiliza gradientes o recarga inventados. La ingeniería conceptual adopta capacidad de manejo conservadora y prevé que cualquier evidencia hidrogeológica nueva durante desarrollo se utilice para ajustar bombeo, estabilidad o secuencia antes de continuar.

La caracterización hidrogeológica utiliza el marco del acuífero regional y las observaciones obtenidas durante la exploración. Los barrenos exploratorios no fueron construidos como piezómetros y, por tanto, la ausencia de una columna de agua persistente o de afluencia natural significativa no permite asignar un nivel freático local medido.

Esta limitación se conserva de manera expresa. El diseño no se apoya en afirmar que no existe agua subterránea; se apoya en una configuración conservadora de manejo de agua y en un gatillo de revisión. Si durante excavación se observan afluencias, humedad persistente o condiciones incompatibles con la Base de Diseño, deberán caracterizarse y evaluarse antes de continuar con una hipótesis hidrogeológica distinta.

El proyecto se inserta en el acuífero 1702 Cuautla-Yautepec. La perforación exploratoria no registró afluencia natural significativa ni un nivel persistente distinguible del agua de perforación; sin embargo, los barrenos no fueron piezómetros y no se atribuye un nivel freático local medido. Esta limitación se declara expresamente y activa investigación adicional si durante ejecución se observan afluencias o condiciones diferentes a las supuestas.

El acuífero regional Cuautla-Yautepec (clave 1702) se utiliza como contexto hidrogeológico. La información de control reporta una recarga total media anual de 348.6 hm³/año, una descarga natural comprometida de 256.0 hm³/año y una extracción de 93.305913 hm³/año, con disponibilidad media anual de -0.705913 hm³/año. El balance negativo se interpreta como señal de presión regional y justifica que el proyecto no asuma disponibilidad irrestricta de agua subterránea.

El CUSTF se encuentra además dentro del ámbito de la veda histórica asociada al Distrito de Riego No. 16 del Estado de Morelos, publicada el 23 de junio de 1960. La estrategia operacional es coherente con este contexto: no se propone extracción de agua subterránea en sitio para la operación normal; el suministro externo por pipa y el reúso preferente de agua de contacto reducen la necesidad de nuevos aprovechamientos. La ausencia de piezometría local se mantiene como limitación y no se sustituye por la profundidad regional al nivel estático.

III.3 Medio biótico y cobertura

La cobertura local se verificó mediante fotointerpretación de ortofoto de alta resolución, con unidad mínima de mapeo de 10 m², control topológico y contraste estructural contra el inventario y el muestreo biótico. Las

VERSIÓN PÚBLICA

clasificaciones regionales de INEGI Serie VII y CONAFOR/SAMOF se conservan como contexto y no sustituyen esta lectura de sitio.

La integración biótica utiliza tres niveles de evidencia. Primero, cartografía regional para establecer el contexto de selva baja caducifolia, vegetación secundaria y usos antrópicos. Segundo, ortofotografía y fotointerpretación para describir la cobertura real a escala de proyecto. Tercero, inventarios y registros de campo para cuantificar estructura, composición y presencia de fauna. Esta jerarquía evita extrapolar una clasificación regional a una superficie de alrededor de una hectárea sin corroboración local.

En la ventana regional, INEGI Serie VII está dominada por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (73.7448 %), con otras clases regionales. El conjunto SAMOF presenta predominio de categorías de selva baja caducifolia/subcaducifolia (87.4478 %). Estas clasificaciones regionales no se adoptan automáticamente como condición real del CUSTF; la cobertura local se controla mediante ortofoto, fotointerpretación e inventario.

La consulta de gabinete GBIF seleccionada identifica 0 registros dentro de 5 km y 83 registros, correspondientes a 7 especies, dentro de 10 km. El registro seleccionado más cercano se ubica a aproximadamente 5.08 km y corresponde a Tyrannus melancholicus. La ausencia de registros de gabinete dentro de 5 km no demuestra ausencia biológica.

MF-067 — Uso del suelo y vegetación actualizado mediante fotointerpretación

Lámina MF-067. Uso del suelo y vegetación actualizado mediante fotointerpretación.

III.3.1 Inventario de vegetación y diversidad

Durante la instalación, los centros de parcela se localizaron mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y se marcaron en campo; los límites de los sitios arbóreos y arbustivos se definieron mediante sus radios nominales. Los formatos de campo vincularon identificación del sitio, fecha, coordenadas, taxón, forma biológica y variables dasométricas con el registro individual. Esta trazabilidad permitió revisar posteriormente la ubicación de las unidades y recalcular métricas desde la base primaria.

La población de Brahea fue sometida a revisión taxonómica independiente. El dictamen firmado del Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez concluye que los ejemplares examinados corresponden a Brahea dulcis (Kunth) Mart. El memorando técnico-jurídico consolidado con Garrigues distingue esa identificación de la entrada vigente de Brahea berlandieri en la NOM-059 y concluye que la categoría Pr no se extiende automáticamente a toda B. dulcis por sinonimia. El proyecto mantiene medidas conservadoras por valor ecológico y principio precautorio.

El inventario utilizó parcelas anidadas por estrato. Las parcelas arbóreas son circulares de 400 m² con radio 11.28 m y criterio dimensional DN≥7.5 cm; los subsitios arbustivos son de 100 m² y las unidades herbáceas de 1 m². Los centros fueron georreferenciados y la relación entre parcelas y CUSTF fue auditada espacialmente antes de utilizar los datos en diversidad o volumetría.

En el CUSTF se documentaron 205 individuos arbóreos de 9 especies, 624 individuos arbustivos de 16 especies, 56 individuos herbáceos de 4 especies y 312 registros de epífitas correspondientes a 4 especies. Las métricas de Shannon, Simpson y Pielou se recalcularon desde abundancia primaria y se interpretan junto con composición y formas de vida. Ningún índice se usa como sustituto del valor ecológico del sitio.

El volumen maderable estimado es 5.568079 m³ dentro del CUSTF y se mantiene separado del análisis de biomasa y carbono. El carbono vivo se expresa mediante una envolvente de incertidumbre de 16.099 / 20.167-22.100 / 34.397 t C; el extremo superior se trata como pérdida potencial conservadora y no como emisión instantánea.

El componente arbóreo cuantificado se construyó a partir de 205 registros arbóreos y 291 tallos medidos en una muestra de 0.28 ha. La biomasa aérea seca se estimó mediante ecuaciones alométricas por especie o taxones compatibles cuando existía soporte metodológico, y luego se escaló al CUSTF de 1.056699671 ha. La biomasa aérea seca escalada es aproximadamente 18.207120 Mg.

VERSIÓN PÚBLICA

La biomasa subterránea arbórea se estimó de manera separada mediante la relación alométrica de Cairns et al. (1997), apropiada como estimador indirecto de raíces para bosques tropicales cuando no existe excavación destructiva de sistemas radiculares. El valor escalado es aproximadamente 4.534711 Mg. La suma arbórea aérea+subterránea se convierte a carbono mediante una fracción de carbono sobre materia seca, resultando en aproximadamente 10.936546 t C para el componente arbóreo cuantificado.

Para Brahea dulcis, la matriz de carbono distingue peso verde de biomasa seca. Las ecuaciones específicas disponibles permiten estimar peso verde por componentes a partir de altura y diámetro de cobertura, pero no justifican convertir automáticamente ese peso verde en materia seca sin factores seco/fresco por componente. En consecuencia, el peso verde de Brahea se utiliza como control de calidad y análisis de sensibilidad, no como una cifra liberada de carbono seco. Esta separación evita sobrestimar la precisión del balance de carbono.

El estudio no confunde ese componente cuantificado con el carbono vivo total. Arbustos, herbáceas, epífitas, rosetas y otros reservorios de carbono presentan distinta calidad de datos y, cuando no existe biomasa seca calibrada, se manejan mediante una envolvente de incertidumbre en lugar de aplicar ecuaciones incompatibles. Por ello, la existencia de carbono vivo de diseño se expresa como una envolvente conservadora de aproximadamente 16.099-34.397 t C. El carbono orgánico del suelo se mantiene como reservorio separado y no se suma automáticamente a la existencia de carbono vivo ni se trata como emisión instantánea por la remoción de vegetación.

Se recuperaron siete sitios dentro del CUSTF y siete sitios de referencia. En cada sitio se conservaron unidades de 400 m² para el estrato arbóreo, 100 m² para el estrato arbustivo y 1 m² para el estrato herbáceo. La intensidad arbustiva reproducida a partir de la geometría y del número de sitios es 6.6244 %, valor que sustituye estimaciones heredadas incompatibles. Para epífitas se recuperaron conteos y composición, pero no un denominador de esfuerzo suficiente para convertir esos conteos en densidad.

En el CUSTF se documentaron 205 individuos arbóreos de 9 especies, 624 individuos arbustivos de 16 especies, 56 individuos herbáceos de 4 especies y 312 registros de epífitas correspondientes a 4 especies. En la referencia se documentaron 237 individuos arbóreos de 15 especies, 373 individuos arbustivos de 18 especies, 54 individuos herbáceos de 6 especies y 308 registros de epífitas de 5 especies.

La riqueza (S) y la abundancia (N) se recalcularon desde las matrices primarias. Los índices de Shannon, Simpson y Pielou se emplean como descriptores complementarios de diversidad y equidad; no se interpretan como pruebas estadísticas de superioridad o inferioridad de hábitat ni como censos exhaustivos. Su lectura se realiza junto con la composición, la abundancia, el esfuerzo y la comparación con el área de referencia.

En los cuatro estratos, la referencia presenta mayor riqueza y valores de Shannon superiores a los del CUSTF. Esta diferencia describe una estructura comunitaria más diversa en el comparador local, pero no convierte al CUSTF en un ambiente carente de valor ecológico; el CUSTF mantiene abundancia elevada, particularmente en el estrato arbustivo, y una composición propia que debe considerarse en las medidas de manejo.

Como control complementario de suficiencia, la comparación florística fue ampliada con acumulación/rarefacción, índices de similitud Jaccard-Sørensen y un IVI estrato-específico, recalculados desde las matrices primarias. En los tres estratos comparables (arbóreo, arbustivo y herbáceo), todos los taxones observados en el CUSTF también están representados en la referencia muestreada; el análisis de abundancias confirma, sin embargo, que representación composicional no equivale a identidad estructural. El detalle metodológico y cuantitativo se conserva en el Volumen II y se desarrolla en el ETJ.

La volumetría maderable proyectada al CUSTF es 5.568079 m³. Esta cifra deriva de la matriz forestal corregida y se mantiene separada de la abundancia total de vegetación leñosa menor, arbustos y otros individuos que no forman parte del volumen maderable. La distinción es necesaria para evitar que un inventario de diversidad se confunda con un inventario comercial o volumétrico.

VERSIÓN PÚBLICA

La identidad taxonómica de los ejemplares del género Brahea documentados en el área de estudio del Proyecto Las Palmas fue objeto de un dictamen técnico-taxonómico independiente, firmado por el Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez en agosto de 2026. Mediante evidencia nomenclatural, morfológica, morfométrica, de herbario, florística y biogeográfica, el dictamen concluye que los ejemplares examinados corresponden a Brahea dulcis (Kunth) Mart. El memorando técnico-jurídico consolidado con las observaciones de Garrigues concluye que, bajo el Anexo Normativo III oficialmente vigente de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Brahea dulcis no aparece como taxón listado en categoría de riesgo; la entrada vigente corresponde a Brahea berlandieri Bartlett, 1935, en categoría Pr. El PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 propone una actualización distinta, pero no produce efectos vinculantes mientras no exista publicación definitiva y entrada en vigor. El expediente será revalidado contra el DOF dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso.

Estrato	CUSTF	Referencia
Arbóreo	N=205, S=9	N=237, S=15
Arbustivo	N=624, S=16	N=373, S=18
Herbáceo	N=56, S=4	N=54, S=6
Epífito	N=312, S=4	N=308, S=5

Área	Estrato	S	N	Shannon H'	Simpson 1-D	Pielou J
CUSTF	Arbóreo	9	205	1.6147	0.7396	0.7349
CUSTF	Arbustivo	16	624	1.9596	0.7693	0.7068
CUSTF	Herbáceo	4	56	1.3479	0.7302	0.9723
CUSTF	Epífito	4	312	0.9911	0.5911	0.7149
Referencia	Arbóreo	15	237	2.3181	0.8805	0.8560
Referencia	Arbustivo	18	373	2.4659	0.8885	0.8531
Referencia	Herbáceo	6	54	1.7253	0.8114	0.9629
Referencia	Epífito	5	308	1.2650	0.6562	0.7860

La volumetría maderable proyectada al CUSTF es 5.568079 m³. Los valores por especie se mantienen en el soporte forestal y en el ETJ; no se recalculan desde narrativas históricas.

En el estrato arbustivo del CUSTF se registraron 265 individuos de Brahea dulcis de un total de 624 individuos arbustivos (42.47 %). La densidad derivada del área efectivamente muestreada describe la muestra y no constituye un censo de todo el CUSTF ni una cuota automática de manejo. Con independencia de que Brahea dulcis no se encuentre listada en la NOM-059 vigente, el proyecto mantiene medidas bióticas conservadoras: minimización de huella, inspección previa de frentes, retención in situ cuando resulte viable, manejo selectivo técnicamente justificado y trazabilidad de cualquier intervención.

La corrección de Lantana velutina de DB=30 cm a DB=3 cm se conserva en trazabilidad; la especie se trata como vegetación leñosa menor/no maderable y la corrección ya fue incorporada al balance de carbono.

III.3.2 Fauna

La narrativa original del levantamiento fue recuperada y cotejada contra las matrices primarias y la geometría de esfuerzo. El diseño utilizó los mismos transectos lineales para los tres grupos de vertebrados, ajustando la técnica de detección a cada taxón. Los formatos de campo registraron técnico, fecha, hora, taxón, número de individuos, tipo de detección y coordenadas; para aves y herpetofauna se añadieron variables de distancia, estrato o microhábitat, actividad, fotografía y observaciones.

En avifauna se documentan dos transectos de 100 m, recorridos en ventanas matutinas de 06:00-11:00 h y vespertinas de 18:00-20:00 h, con cuatro muestreos por transecto. Las detecciones fueron visuales y acústicas, apoyadas con binoculares, cámara y Merlin Bird ID para cantos no identificados en campo. En herpetofauna se realizaron búsquedas activas sobre árboles, suelo, rocas, hojarasca, ramas y troncos en transectos de aproximadamente 100 x 10 m, con recorridos de 09:00-11:00 h y 19:00-21:00 h. Estas ventanas se incorporan para explicar detectabilidad; los conteos finales continúan gobernados por las matrices primarias auditadas.

Para mamíferos se instalaron cámaras con sensor pasivo aproximadamente a 40 cm del suelo, con enfoque de 3 a 4 m, orientación norte/sur, retraso de un minuto y operación continua día/noche, complementadas

VERSIÓN PÚBLICA

con búsqueda de rastros. La base primaria de fototrampeo recuperada permite reconstruir fechas y horas de operación, días-cámara y la clasificación independiente/dependiente de los registros tanto en el CUSTF como en referencia. En consecuencia, la MIA-P conserva como métricas reproducibles la presencia, la riqueza observada, los eventos independientes y el esfuerzo temporal; los conteos no se interpretan como densidad poblacional ni como abundancia absoluta.

La documentación de campo de Las Palmas describe un diseño combinado de transectos lineales y fototrampeo. Los transectos fueron diseñados previamente en gabinete y ajustados en campo a las condiciones físicas del sitio. Las hojas de campo contemplaron, entre otros datos, técnico responsable, fecha, hora de inicio y término, especie observada, número de individuos, tipo de observación y coordenadas UTM en zona 14 norte. Los mismos transectos sirvieron para recorridos de mastofauna, avifauna y herpetofauna, con técnicas de observación adaptadas a cada grupo.

Para mastofauna, la metodología original incluyó dos estaciones sencillas de fototrampeo dentro del ámbito muestreado, con cámaras de sensor pasivo de movimiento colocadas aproximadamente a 40 cm de la base del árbol, enfoque de 3 a 4 m, orientación norte o sur, retraso de un minuto y operación continua día/noche para fotografía. Los transectos lineales fueron de aproximadamente 100 m, separados del orden de 30 m. Para aves se emplearon registros visuales y acústicos con binoculares y guías de identificación; para herpetofauna se consideraron registros visuales, acústicos y de mudas, con búsqueda apoyada por linterna y herramientas de manejo apropiadas.

El diseño espacial de fauna comprende 2 transectos de fauna dentro del CUSTF y 2 de referencia y 2 cámaras dentro del CUSTF y 2 de referencia. Los transectos soportan búsquedas visuales y por rastros para aves, herpetofauna y mamíferos; las cámaras complementan la detección de mamíferos. La geometría de esfuerzo fue auditada, pero las tasas sólo se calculan cuando el denominador temporal y la independencia de los registros pueden reconstruirse.

Los resultados reproducibles incluyen 77 registros de aves y 34 especies en CUSTF; 59 registros y 29 especies en referencia; para herpetofauna, 12 registros y 3 especies en CUSTF; 19 registros y 5 especies en referencia; y para mastofauna, 9 eventos independientes y 4 especies dentro del CUSTF con 25.342 días-cámara de esfuerzo, frente a 7 eventos independientes y 4 especies en referencia con 8.614 días-cámara. Los eventos de referencia corresponden a Canis latrans, Urocyon cinereoargenteus, Nasua narica y Sylvilagus cunicularius. La riqueza observada describe la comunidad detectada bajo el esfuerzo disponible y no se convierte en una estimación de riqueza total de la concesión.

La no detección no equivale a ausencia. La detectabilidad varía con temporada, hora, temperatura, humedad y microhábitat. Por ello, la información regional se utiliza para identificar especies potenciales y orientar búsquedas, mientras que la liberación biótica previa a cada frente verifica nidos, refugios, juveniles y fauna de baja movilidad inmediatamente antes de la intervención.

La caracterización faunística integra observaciones de campo recuperadas para el CUSTF y el área de referencia, con depuración de registros, revisión de taxones y control de la estructura de esfuerzo disponible. La información se utiliza de manera diferenciada según la calidad del denominador: presencia y riqueza se consideran válidas cuando el evento y el taxón están respaldados; abundancia o tasas sólo se calculan cuando la independencia entre observadores y el esfuerzo pueden reconstruirse.

Dentro del CUSTF se recuperaron 77 registros de aves correspondientes a 34 especies; en la referencia, 59 registros y 29 especies. La unión de ambos conjuntos alcanza 46 especies.

En aves, la riqueza observada en el CUSTF y la referencia se utiliza para describir la comunidad detectada y el grado de complementariedad entre ambos ámbitos. Una riqueza mayor en uno de los dos sitios no se interpreta automáticamente como mayor calidad de hábitat, porque los registros dependen de detectabilidad, momento de observación, uso transitorio del espacio y esfuerzo efectivo. La riqueza conjunta es particularmente útil para mostrar que el CUSTF forma parte de un mosaico usado por una comunidad más amplia.

VERSIÓN PÚBLICA

Para herpetofauna se recuperaron 12 registros y 3 especies en el CUSTF, frente a 19 registros y 5 especies en la referencia.

En herpetofauna, los valores se interpretan como evidencia de presencia y riqueza observada. La detectabilidad de anfibios y reptiles suele ser heterogénea y sensible a temperatura, humedad, hora y microhábitat; por ello, la ausencia de un taxón en un recorrido no se transforma en ausencia ecológica. El programa de liberación biótica mantiene búsqueda focalizada en refugios, hojarasca, rocas y otros micrositios antes de abrir cada frente.

Para mastofauna se dispone de una base primaria de fototrampeo completa para los ámbitos analizados. Dentro del CUSTF se documentan 9 eventos independientes correspondientes a 4 especies -Canis latrans (3), Odocoileus virginianus (3), Urocyon cinereoargenteus (2) y Sylvilagus cunicularius (1)-, con un esfuerzo de 25.342 días-cámara. En referencia se documentan 7 eventos independientes correspondientes a 4 especies -Canis latrans (3), Urocyon cinereoargenteus (2), Nasua narica (1) y Sylvilagus cunicularius (1)-, con 8.614 días-cámara. La diferencia de esfuerzo entre ámbitos se conserva explícitamente y los conteos se interpretan como eventos independientes observados, no como densidad o abundancia poblacional.

Se documentó un nido en el CUSTF y diez en el área de referencia.

Los nidos se utilizan como evidencia de uso reproductivo potencial del hábitat, pero su número no se convierte directamente en una tasa de reproducción. La detección está influida por fenología, visibilidad y estructura de la vegetación. La consecuencia de manejo es clara: todo frente debe inspeccionarse antes del desmonte y un nido activo o refugio sensible activa una suspensión localizada y una decisión técnica.

La abundancia final de aves permanece condicionada a la conciliación entre observadores debido a la posibilidad de observaciones concurrentes del mismo individuo. Esta limitación no afecta la validez de la lista ni de la riqueza documentada. En herpetofauna permanece una comprobación puntual de metadatos de esfuerzo que no invalida el conjunto. Para mastofauna, en cambio, la base primaria recuperada permite reconstruir eventos independientes, riqueza y esfuerzo temporal en CUSTF y referencia; la cautela remanente consiste en no convertir estos conteos en densidad o abundancia absoluta.

La conectividad se analiza mediante la continuidad de la cobertura exterior al CUSTF, la escala de la huella, la relación con la matriz circundante y las nuevas barreras que el proyecto podría introducir. La Ruta Norte utiliza vialidad existente y no crea una nueva barrera lineal atribuible al proyecto. La pérdida directa de hábitat dentro del CUSTF sí se reconoce y puede producir desplazamiento temporal o cambios en uso del espacio; la conclusión de conectividad no equivale a ausencia de impacto.

Aves: 77 registros, S=34 en CUSTF; referencia 59 registros, S=29, unión S=46. Herpetofauna: N=12, S=3 en CUSTF; referencia N=19, S=5. Mastofauna: 9 eventos independientes, S=4 y 25.342 días-cámara en CUSTF; referencia 7 eventos independientes, S=4 y 8.614 días-cámara. Nidos: 1 en CUSTF y 10 en referencia.

La abundancia final de aves permanece condicionada a la consolidación entre observadores. Para mastofauna se conservan como métricas reproducibles los eventos independientes, la riqueza observada y el esfuerzo temporal en ambos ámbitos; no se convierten en densidad ni abundancia absoluta. Estos límites se declaran expresamente y no invalidan la evidencia de presencia y riqueza respaldada por las fuentes primarias.

Las limitaciones de detectabilidad de fauna se trasladan a controles de ejecución. La no detección no se interpreta como ausencia; la inspección inmediata del 100 % de cada frente, la protección de nidos/refugios y el manejo de organismos de baja movilidad permanecen obligatorios. Un hallazgo no previsto activa suspensión local y manejo adaptativo, mientras las métricas de línea base se restringen a registros reproducibles.

III.3.3 Conservación y paisaje

Las capas de ANP, ADVC, AICA y otras regiones de priorización se utilizaron como contexto de conservación y para identificar intersecciones o proximidades. Una distancia a una región prioritaria no se

VERSIÓN PÚBLICA

interpreta como una prohibición automática ni como ausencia de sensibilidad; su función es contextualizar el sitio y orientar la revisión de receptores y rutas de efecto.

El análisis de paisaje se apoyó en topografía, ortofoto, geometrías de control y verificación de receptores. Los Dormidos funciona como receptor humano permanente de referencia; no se verificó una línea de vista directa desde el receptor hacia la huella del proyecto. La conclusión no se usa para afirmar impacto visual nulo, sino para caracterizar el grado de exposición y la función atenuante del relieve y la vegetación interpuesta.

La evaluación de paisaje considera que el tajo representa una modificación física de largo plazo. La mitigación se apoya en la huella compacta, ausencia de nueva vialidad externa, retiro de instalaciones temporales, estabilización y recuperación visual de superficies elegibles. No se afirma una restitución completa de la topografía original.

El CUSTF no intersecta directamente las figuras ANP/ADVC analizadas. El receptor visual humano permanente de referencia se localiza en Los Dormidos, aproximadamente 3.5 km al S-SE. La verificación realizada no establece una línea de vista directa hacia el proyecto. El relieve y la vegetación interpuesta reducen la exposición, sin implicar ausencia absoluta de impacto visual.

Figura IV-1 — VÉANSE LAS FIGURAS DEL CAPÍTULO Y EL TOMO III
Las Palmas: sistema ambiental y rutas de efecto. Finalidad regulatoria: Presentar los dominios de análisis sin confundir la ventana regional con el área de influencia. La lámina correspondiente se presenta junto al apartado temático y en el Tomo III, con las geometrías y fuentes identificadas.

Figura IV-2 — VÉANSE LAS FIGURAS DEL CAPÍTULO Y EL TOMO III
Las Palmas: inventario biótico y cobertura local. Finalidad regulatoria: Mostrar sitios de muestreo, cobertura local y relación con CUSTF. La lámina correspondiente se presenta junto al apartado temático y en el Tomo III, con las geometrías y fuentes identificadas.

III.4 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico integra los componentes en términos de mecanismos de vulnerabilidad. La remoción de vegetación afecta hábitat, suelo y carbono; el despalme temporalmente eleva susceptibilidad a erosión; la excavación modifica microtopografía y rutas de agua; y el tránsito genera polvo, ruido y riesgo de interacción con fauna. La importancia de cada ruta se evalúa en función de magnitud, duración, reversibilidad, extensión y sensibilidad del receptor.

El sitio no se considera ambientalmente homogéneo ni carente de valor por presentar vegetación secundaria. La selva baja caducifolia secundaria conserva funciones de hábitat, retención de suelo, almacenamiento de carbono y conectividad. La evaluación reconoce esa condición y diseña medidas para evitar que la perturbación local produzca efectos innecesarios fuera de la huella.

El diagnóstico integra los resultados por función ambiental y no como una simple suma de tablas. La vegetación protege el suelo y aporta hábitat; la remoción de esa vegetación modifica temporalmente la susceptibilidad a erosión y el almacenamiento de carbono; el relieve gobierna la concentración de escurrimiento; y la excavación cambia la configuración física y visual del sitio.

Las principales vulnerabilidades del proyecto son, por tanto, la pérdida directa de vegetación y hábitat dentro del CUSTF, la exposición transitoria de suelo, la posibilidad de transportar sólidos con el agua de contacto, la pérdida de carbono vivo y la modificación física del paisaje. Las principales condiciones que limitan la propagación del impacto son la superficie contenida, el uso de infraestructura vial existente, la secuencia por frentes, la separación de escurrimientos y la restauración progresiva.

Este diagnóstico constituye la base causal de los capítulos V y VI: cada impacto prioritario puede relacionarse con un receptor, una vía de efecto, una medida y un indicador de desempeño.

- Paisaje regional asociado a selva baja caducifolia/vegetación secundaria y mosaicos agrícolas o intervenidos.
- Susceptibilidad a erosión hídrica que justifica control de suelo, drenaje, disipación y estabilización.
- Necesidad de mantener separado el escurrimiento limpio del agua de contacto.

VERSIÓN PÚBLICA

- Ausencia de nivel piezométrico local medido, declarada como limitación y no como ausencia de agua subterránea.
- CUSTF ubicado en UGA 350, política Restauración, sujeto a vinculación con criterios jurídicamente vigentes.
- Impacto directo cierto sobre vegetación/hábitat dentro del CUSTF; medidas bióticas y restauración necesarias.
- Modificación física y visual de largo plazo asociada al tajo, atenuada por escala, relieve, vegetación interpuesta y cierre.

MF-122 — Área de influencia indirecta por rutas de efecto

Lámina MF-122. Área de influencia indirecta por rutas de efecto.

III.5 Fuentes y trazabilidad

La tabla de fuentes debe leerse como un conjunto integrado de evidencias. Cada componente combina una fuente apropiada a su escala con una verificación o control que limita la inferencia. Por ejemplo, una capa regional describe contexto, la ortofoto resuelve cobertura local y una matriz de campo sustenta abundancia y riqueza.

La trazabilidad también incluye las decisiones de no cálculo. Cuando un componente carece de un denominador reproducible se conserva la evidencia válida, pero no se construye una tasa que dependa de información no verificable. Para mastofauna, la base primaria recuperada sí permite reconstruir días-cámara y eventos independientes en CUSTF y referencia, aunque los conteos se mantienen como métricas descriptivas y no se convierten en densidad. Cuando un barreno no fue piezómetro, se conserva la observación, pero no se asigna un nivel freático. Estos límites forman parte de la calidad del estudio y no deben ocultarse.

Componente	Fuente/soporte	Uso	Limitación principal
Clima/suelo	INEGI + conjunto de datos climatológicos y edafológicos	Contexto regional y apoyo cuantitativo	No sustituye medición de sitio.
Geología/fisiografía	SGM + INEGI	Marco físico regional	No sustituye topografía/diseño local.
Hidrología/acuífero	INEGI/FIRCO/CONAGUA + verificación	Marco hidrográfico/hidrogeológico	Sin nivel piezométrico local medido.
Vegetación regional	INEGI Serie VII + CONAFOR SAMOF	Contexto regional	No usar como verdad automática del CUSTF.
Biodiversidad	GBIF + matrices de campo	Contexto y condición local	Limitaciones documentales específicas.
Ordenamiento/conservación	Cruces en SIG + fuentes oficiales	Vinculación espacial	Vigencia se revalida al ingreso.
Alta resolución	Ortofoto + topografía/MDE	Cobertura, drenaje, paisaje y AI	Figuras finales aún diferidas editorialmente.

En conjunto, esta jerarquía permite que las conclusiones sean auditables: cada afirmación puede rastrearse a una fuente, una geometría, una matriz o una observación, y cada limitación define expresamente hasta dónde puede extenderse la inferencia.

III.6 Conclusión

La información integrada permite describir el Proyecto Las Palmas a las escalas pertinentes sin confundir la información regional con la condición de sitio. La ortofoto, cobertura local, topografía, MDE de contexto, drenaje funcional, receptores y evidencia biótica proporcionan una base suficiente para la evaluación de impactos. La caracterización técnica general de sistema ambiental, áreas de influencia, topografía, cobertura y paisaje se considera suficiente para la evaluación, manteniendo expresas las limitaciones específicas de cada componente.

VERSIÓN PÚBLICA

III.7 Integridad funcional, capacidad de carga y tendencias ambientales

La suficiencia de la línea base no se limita a describir componentes aislados. La interpretación considera las funciones que conectan vegetación, suelo, escurrimiento, hábitat, paisaje y uso territorial: protección física del suelo, regulación del escurrimiento, almacenamiento de carbono en biomasa, continuidad de hábitat, movilidad de fauna y recuperación de superficies perturbadas.

No existe una métrica única de capacidad de carga que resulte científicamente válida para sintetizar todos esos procesos en un solo número. Por ello, la evaluación utiliza indicadores funcionales vinculados a las rutas de efecto: superficie intervenida, duración de exposición de suelo mineral, control de erosión, condición de drenajes, capacidad de manejo de agua de contacto, continuidad de vegetación y hábitat fuera del CUSTF, ausencia de nueva huella vial externa y trayectoria de restauración.

La intervención reconoce la pérdida local de vegetación y la modificación física del sitio. La permanencia de la matriz ambiental exterior, la ausencia de nueva vialidad externa, el manejo progresivo por frentes y las medidas de suelo, agua y restauración reducen el riesgo de que el efecto local se convierta en una alteración funcional desproporcionada a escala del contexto analizado. Esta conclusión es verificable mediante monitoreo y no equivale a afirmar impacto nulo.

La problemática ambiental relevante se expresa como la interacción entre la remoción de vegetación forestal, la susceptibilidad a erosión durante la transición, la necesidad de conservar funciones de escurrimiento y calidad de agua, la pérdida temporal o de largo plazo de hábitat y carbono vivo, y la capacidad de las medidas de cierre para conducir las superficies rehabilitables hacia una condición estable.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 Método

La identificación de impactos se ejecuta como una secuencia explícita de análisis de impactos: actividad -> mecanismo de cambio -> receptor -> consecuencia -> medida -> indicador -> umbral de acción. Este orden evita que una lista de impactos quede desconectada de las medidas y permite verificar, durante la ejecución, si el control actúa realmente sobre el mecanismo que originó el impacto.

La significancia se interpreta junto con magnitud espacial, duración, reversibilidad, sensibilidad del receptor y capacidad de control. Un impacto localizado no se considera irrelevante sólo por su área; del mismo modo, un escenario extremo utilizado como sensibilidad no se confunde con el cronograma real del proyecto. Los impactos residuales son los que permanecen después de aplicar medidas técnicamente implementables y son los que gobiernan el pronóstico.

La identificación de impactos se desarrolló mediante rutas causa-receptor: actividad, cambio físico o emisión, medio de propagación, receptor y consecuencia. Esta lógica evita listas genéricas de impactos y permite vincular cada efecto con una medida verificable. Los impactos se valoran considerando magnitud, extensión, duración, reversibilidad, probabilidad, acumulación y sensibilidad ambiental.

Se analizaron escenarios de referencia, estrés conservador y proyecto con medidas. El escenario de estrés no se presenta como predicción operacional, sino como envolvente para entender qué ocurriría si se eliminaran controles clave. La diferencia entre ese escenario y el programa real permite justificar por qué la secuencia por frentes, el drenaje, el manejo de suelo y la liberación biótica son medidas sustantivas y no simples compromisos declarativos.

La evaluación de impactos se diseñó para conservar trazabilidad entre la acción del proyecto y el efecto ambiental. Para cada interacción se identifica la acción, el receptor, el mecanismo de cambio, la extensión, duración y reversibilidad, la sensibilidad del receptor, la calidad de la evidencia, las medidas aplicables y el impacto residual.

VERSIÓN PÚBLICA

No se asignan puntuaciones numéricas cuando las escalas no han sido calibradas para el sitio. Una matriz con números aparentemente exactos puede ocultar decisiones subjetivas; por ello, la significancia se sustenta mediante criterios explícitos y evidencia reproducible. Cuando existe una métrica defendible —superficie, erosión, carbono, volumen de agua— se utiliza; cuando no existe, la conclusión se mantiene cualitativa y se declara la incertidumbre.

La evaluación acumulativa sigue una regla causal. Una interacción acumulativa requiere demostrar que una fuente externa identificable y el proyecto actúan sobre un mismo receptor, mediante una vía de exposición común y con coincidencia temporal o funcional. Este criterio permite reconocer interacciones reales sin atribuir al proyecto cargas que no estén sustentadas por evidencia específica.

La evaluación utiliza una secuencia explícita de análisis de impactos: acción del proyecto → componente receptor → mecanismo de efecto → ámbito espacial → duración/reversibilidad → magnitud/sensibilidad → calidad de evidencia → medidas → impacto residual. Cuando la magnitud no puede cuantificarse de manera reproducible se declara la incertidumbre y se evita una precisión numérica artificial.

Clave	Etapa/acción	Receptor	Efecto	Dominio/ duración	Prioridad	Medida principal
V-01	Preparación/ desmonte	Vegetación/ hábitat	Remoción directa dentro del CUSTF	Directo; largo plazo	Relevante	Minimización de huella, liberación biótica, restauración
V-02	Desmonte	Fauna	Perturbación, desplazamiento y riesgo focal	Frentes/borde	Relevante	Inspección, ahuyentamiento, protección de nidos/refugios
V-03	Despalme	Suelo	Retiro de horizonte superficial y pérdida temporal de función	CUSTF	Relevante	Recuperación 0.20 m, trazabilidad y reincorporación
V-04	Exposición temporal	Erosión	Incremento potencial de pérdida de suelo/sedimentos	Suelo mineral expuesto	Relevante	≤30 días, C≤0.05, cunetas/disipadores
V-05	Remoción vegetal	Carbono	Pérdida de capacidad de almacenamiento en biomasa viva	CUSTF	Relevante	Huella mínima, desmonte progresivo, restauración; sin crédito por beneficios futuros de carbono (0 t C)
V-06	Operación	Agua superficial/calidad	Arrastre de sólidos y contacto con superficies disturbadas	Área operacional	Controlable	Separación limpio/contacto, almacenamiento, sedimentación/tratamiento
V-07	Tajo/ compactación	Captación/ infiltración	Modificación local de rutas de escurrimiento/infiltración	Huella	Controlable	Manejo funcional; no acreditar recarga no medida
V-08	Excavación/ carga/tránsito	Aire/polvo	Emisiones fugitivas	Huella y ruta pública	Controlable	Riego, velocidad, mantenimiento
V-09	Equipo móvil	Ruido	Incremento temporal de niveles sonoros	Entorno operativo	Controlable	Operación diurna, mantenimiento, sin voladuras
V-10	Servicios/ mantenimiento	Residuos/ sustancias	Generación de residuos y riesgo de derrame	Áreas de apoyo	Controlable	Segregación, contención y gestión autorizada
V-11	Transporte	Movilidad/ comunidad	Uso incremental de infraestructura vial existente	Ruta Norte	Contextual	Base logística propia, velocidad y seguridad
V-12	Operación/cierre	Paisaje	Cambio visual por excavación, bancos y	Entorno visual	Largo plazo	Huella compacta, cierre y revegetación

VERSIÓN PÚBLICA

Clave	Etapa/acción	Receptor	Efecto	Dominio/ duración	Prioridad	Medida principal
			geometría final			
V-13	Cierre	Estabilidad/ drenaje	Riesgo residual si cierre no alcanza condición estable	Huella final	Controlable	Diseño, conforme a obra, inspección y mantenimiento

IV.2 Integración por servicios ambientales

La integración por servicios ambientales usa el ETJ como soporte cuantitativo especializado y mantiene en esta MIA-P la lógica ambiental del impacto. Para suelo se relacionan despalme, exposición, erosión y restauración; para agua se conectan escurrimiento, sólidos, almacenamiento y reúso; para carbono se separan reservorios de carbono cuantificados y envolventes de incertidumbre; para biodiversidad se combinan composición, continuidad de hábitat, detectabilidad y liberación por frentes. La compensación forestal administrativa no se utiliza como sustituto de estas medidas físicas y biológicas.

La evaluación por servicios ambientales permite integrar impactos que de otro modo aparecerían fragmentados. La pérdida de cobertura afecta simultáneamente hábitat, retención de suelo, carbono y regulación hídrica; por ello, la eficacia de una medida se evalúa por su contribución funcional y no sólo por el componente administrativo al que se asigna.

Para suelo se utilizan las métricas de 46.839 t/año de línea base, 327.313 t/año como límite superior y 25.699 t/proyecto bajo la secuencia real. Para carbono se utiliza la envolvente 16.099 t C (límite inferior), 20.167-22.100 t C (escenario central) y 34.397 t C (límite superior conservador). Para agua se utiliza capacidad de captación y manejo, sin acreditar recarga volumétrica no medida. Para biodiversidad se utilizan composición, riqueza, continuidad de hábitat y reglas de manejo de organismos reales.

La integración por servicios ambientales tiene como propósito relacionar impactos de distinta naturaleza con funciones ecológicas concretas. No busca monetizar todos los efectos ni convertirlos en una única puntuación. En su lugar, muestra cómo vegetación, suelo, carbono y agua responden a una misma secuencia de intervención y cómo las medidas actúan sobre esas funciones.

En retención de suelo, la lectura conjunta distingue 46.839 t/año como condición de control, 327.313 t/año como escenario de estrés y 25.699 t/proyecto como métrica asociada al compromiso de exposición limitada. En carbono se conserva 16.099 t C como límite inferior, 20.167–22.100 t C como intervalo central y 34.397 t C como límite superior conservador. En biodiversidad, la pérdida de hábitat dentro del CUSTF se reconoce directamente y se vincula a liberación biótica, manejo selectivo y restauración.

Para retención de suelo, la línea base es 46.839 t/año; el escenario máximo hipotético es 327.313 t/año; y el control área-tiempo asociado a exposición ≤30 días produce 25.699 t/proyecto. El promedio equivalente del dominio de suelo durante la vida del proyecto es aproximadamente 8.012 t/año, incluyendo 0.732 t/año en superficies estabilizadas fuera del tajo. Estas métricas representan erosión laminar/surcos de suelo y no sedimento total del proyecto.

Para carbono, el intervalo técnico mantiene límite inferior 16.099 t C, escenario central 20.167-22.100 t C y límite superior conservador 34.397 t C. La compensación al Fondo Forestal Mexicano no recibe crédito cuantitativo.

Para biodiversidad, el impacto directo de remoción de vegetación/hábitat dentro del CUSTF es cierto. La significancia residual se interpreta junto con las medidas de liberación biótica, manejo de suelo/biomasa, restauración y monitoreo, manteniendo las limitaciones documentales específicas.

IV.2.1 Síntesis de integración por servicios ambientales

Los impactos de mayor prioridad se concentran en vegetación/hábitat, suelo y erosión, carbono, agua de contacto y modificación física/visual. La huella compacta, la utilización de vialidades existentes, la ausencia de voladuras y de planta de beneficio/jales en sitio, el desmonte progresivo, el control de exposición de

VERSIÓN PÚBLICA

suelo y el cierre reducen rutas adicionales. La base técnica es suficiente para valorar estas rutas sin afirmar impacto cero.

IV.3 Significancia, incertidumbre e interacciones acumulativas o sinérgicas

La significancia ambiental se determina mediante el peso conjunto de magnitud, extensión, duración, reversibilidad, sensibilidad del receptor, probabilidad y calidad de la evidencia. No se asigna una puntuación numérica cuando las escalas de valoración carecen de calibración empírica para el sitio, porque ello produciría una falsa precisión. En su lugar, se conserva trazabilidad entre acción, receptor, efecto, medida y residual.

Las interacciones acumulativas o sinérgicas se evalúan con criterio causal: sólo procede integrar efectos de otras actividades cuando exista un receptor común, una vía de exposición suficientemente definida y concurrencia temporal o funcional pertinente. La Ruta Norte es una vialidad pública; por ello se evalúan los efectos incrementales atribuibles al proyecto a partir de su propia producción y programa de transporte, sin asignar cargas que no cuenten con una relación causal verificable.

Los usos agrícolas, caminos y superficies previamente perturbadas forman parte de la línea base. El proyecto no se atribuye impactos históricos de terceros, pero sí examina si puede intensificar procesos existentes, especialmente erosión, fragmentación local, polvo, ruido, tránsito y modificación del paisaje. Si un cambio futuro incrementa materialmente producción, tránsito, fuentes fijas o descargas, la relación causal correspondiente deberá revisarse.

IV.4 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

IV.4.1 Jerarquía y enfoque de desempeño

La jerarquía de medidas prioriza evitar y minimizar antes de restaurar o compensar. No abrir un frente innecesario, mantener agua limpia fuera del tajo o conservar un individuo in situ son medidas preferibles a corregir posteriormente una afectación que pudo evitarse. La restauración y compensación atienden efectos residuales, pero no sustituyen la obligación de reducir la perturbación en origen.

El desempeño se mide con condiciones observables: superficie dentro de huella, días de exposición, funcionalidad de drenajes, ausencia de rebose no controlado, control de sólidos, liberación biótica documentada, supervivencia de cohortes y estabilidad de superficies restauradas. Un umbral rebasado activa diagnóstico y corrección antes de ampliar la perturbación.

Las medidas se organizan conforme a una jerarquía de evitar, minimizar, controlar, restaurar y dar seguimiento. La prioridad es impedir la afectación fuera de la huella y reducir la superficie y duración de exposición; después se aplican controles físicos y bióticos; finalmente se restauran las superficies elegibles y se verifica su desempeño.

El programa distingue indicadores de implementación de indicadores de eficacia. Instalar una cuneta es evidencia de implementación; mantenerla funcional, sin obstrucción ni socavación progresiva, demuestra eficacia. Plantar o revegetar es una acción; alcanzar una trayectoria de establecimiento y una condición equivalente a C≤0.05 demuestra desempeño. Esta distinción permite que el monitoreo active correcciones en lugar de limitarse a producir registros administrativos.

Las medidas siguen una jerarquía de prevención, minimización, control, restauración y seguimiento. Cada compromiso se vincula a un indicador, umbral, evidencia y acción correctiva. La eficacia se demostrará durante ejecución; no se asignan beneficios futuros no medidos.

Programa/control	Indicador/umbral	Evidencia	Acción correctiva
Control de huella	100 % de obras dentro de geometría autorizada	Replanteo, bitácora y levantamiento	Detener y corregir desviación
Liberación biótica	100 % de frentes inspeccionados antes de desmonte	Formato, foto y coordenadas	Suspender frente y aplicar protocolo
Suelo vegetal	0.20 m de diseño; movimientos/saldos trazables	Metrados y bitácora de acopios	Ajustar recuperación/protección/reincorp

VERSIÓN PÚBLICA

Programa/control	Indicador/umbral	Evidencia	Acción correctiva
			oración
Suelo mineral expuesto	≤30 días	Bitácora georreferenciada semanal	Estabilización temporal inmediata
Cunetas	Obstrucción ≤20 %; sin socavación activa	Inspección mensual en lluvias y post-evento	Limpieza/reparación
Disipadores	Sin pérdida de roca/filtro ni erosión terminal	Inspección post-tormenta	Reponer/reforzar
Restauración	Protección equivalente C≤0.05; sin cárcavas progresivas	Cobertura, fotos e inspección	Revegetar/reparar/estabilizar
Agua de contacto	Cero rebose no controlado; sedimentos/calidad controlados	Bitácora de nivel, bombeo y calidad	Aumentar almacenamiento/tratamiento; contener
Carbono/restauración	No acreditar recuperación t C sin evidencia	Monitoreo de establecimiento	Reforzar revegetación/manejo
Fauna	Eventos trazables y protección de nidos/refugios	Bitácora biótica	Acción focalizada y revisión de medida
Residuos/derrames	Cero disposición no autorizada; contención íntegra	Manifiestos/inspecciones	Contener, recuperar, limpiar y gestionar
Cierre	Estabilidad, drenaje, suelo y cobertura verificables	Conforme a obra + inspección postcierre	Mantenimiento correctivo/adaptativo

IV.4.2 Medidas bióticas

Las medidas bióticas no parten de una cuota predeterminada de rescates. Se inspecciona cada frente, se privilegia la retención in situ y se intervienen únicamente organismos cuya ubicación y condición hagan necesaria la medida. Para flora se evalúan trasplante, germoplasma y propagación; para fauna se priorizan escape dirigido y captura sólo cuando la movilidad o el riesgo lo requieran.

Toda cohorte formalmente establecida debe conservar trazabilidad desde el origen hasta el destino y mantener un estándar mínimo de supervivencia de 80 % sobre un denominador definido. Una mortalidad concentrada o tendencia negativa activa ajuste de método, mantenimiento o suspensión de nuevos traslados hasta corregir la causa.

Las medidas bióticas no se definen mediante una cuota genérica de organismos a rescatar. La decisión se toma frente por frente, a partir de la presencia real, movilidad, condición del individuo, valor ecológico, viabilidad de manejo y disponibilidad de un receptor adecuado. Este enfoque evita trasladar organismos cuando la retención in situ ofrece mejor resultado y evita prometer rescates que no pueden sostenerse técnicamente.

La inspección previa al 100 % de los frentes es el mecanismo que conecta el inventario de línea base con la ejecución. Si se detecta un nido activo, refugio, organismo de baja movilidad o individuo de flora que requiere manejo, la actividad se suspende localmente hasta documentar y aplicar la decisión correspondiente.

En el estrato arbustivo del CUSTF se registraron 265 individuos de Brahea dulcis de un total de 624 individuos arbustivos (42.47 %). La densidad derivada del área efectivamente muestreada describe la muestra y no constituye un censo de todo el CUSTF ni una cuota automática de manejo. Con independencia de que Brahea dulcis no se encuentre listada en la NOM-059 vigente, el proyecto mantiene medidas bióticas conservadoras: minimización de huella, inspección previa de frentes, retención in situ cuando resulte viable, manejo selectivo técnicamente justificado y trazabilidad de cualquier intervención.

Para fauna y otros taxones, la inspección previa al frente constituye la medida universal. El ahuyentamiento, rescate, captura/reubicación o protección de nidos/refugios se aplicarán cuando sean técnicamente procedentes. Todo evento quedará documentado.

IV.4.2.1 Liberación biótica, rescate selectivo y adaptación al nuevo hábitat

El programa forestal se ejecuta por frente y parte de una inspección previa del 100 % de la superficie que vaya a intervenirse. La inspección no constituye un nuevo inventario general; es un control operacional destinado a detectar individuos, nidos, refugios, organismos de baja movilidad u otras condiciones sensibles que requieran una decisión antes del desmonte.

VERSIÓN PÚBLICA

La jerarquía de manejo prioriza evitación y retención in situ cuando sean compatibles con la seguridad y la geometría autorizada; después, rescate o reubicación selectiva de organismos cuya viabilidad pueda justificarse; y, para flora, germoplasma o propagación cuando esa vía ofrezca mayor probabilidad de establecimiento que el traslado de individuos maduros. La fauna de alta movilidad se manejará principalmente mediante escape dirigido y ahuyentamiento; la captura y reubicación se limitarán a casos técnicamente procedentes.

La determinación taxonómica de Brahea está cerrada mediante el dictamen técnico-taxonómico final firmado del Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez: los ejemplares examinados corresponden a Brahea dulcis (Kunth) Mart. El memorando técnico-jurídico consolidado incorpora las validaciones de Garrigues sobre el régimen normativo vigente, la ausencia de efectos vinculantes del PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 y la improcedencia de extender automáticamente por sinonimia la categoría Pr publicada para Brahea berlandieri a toda Brahea dulcis. El único control regulatorio remanente es la revalidación de fecha cierta inmediatamente anterior al ingreso.

El proyecto dispone de un área receptora propuesta específica de 4.5000 ha, georreferenciada en WGS84 / UTM zona 14N (EPSG:32614), destinada a respaldar las medidas de rescate, reubicación y reforestación cuando el censo pre-frente active una cohorte formal. El sitio se encuentra degradado, no está 100 % descubierto y conserva vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; su uso actual es pastoreo y la pendiente varía aproximadamente entre 0 y 22 %. Las condiciones de referencia corresponden a clima Aw0, precipitación media anual del orden de 740 mm, temperatura media anual cercana a 24.5 °C y unidad de suelo KScc-lv + PHlen-ca/2P. La cartografía MF-196 del Tomo III documenta ortofoto, curvas de nivel, geometría y condición actual del receptor.

La restauración del receptor se ejecutará mediante conservación de la vegetación remanente compatible, enriquecimiento de claros y sectores degradados, exclusión o control del pastoreo, preparación selectiva de micrositios, mantenimiento y seguimiento. La superficie de 4.5000 ha es la superficie bruta del receptor y no constituye por sí sola una capacidad automática de plantación; la densidad y distribución de cada cohorte se determinarán según taxón, condición de micrositio y capacidad efectiva. Para cohortes formalmente establecidas se conservará trazabilidad origen-destino y se verificará una supervivencia mínima de 80 % sobre un denominador definido.

IV.4.3 Manejo de agua, polvo, ruido, residuos y control geoquímico

Como parte del análisis de calidad del agua se revisó la mineralogía del dominio conceptual de minado. En aproximadamente 76.70 m de intervalos analíticos representados dentro de 0-30 m, la composición ponderada muestra 85.67 % de yeso, 15.62 % de calcita, 0.12 % de dolomita y 0.31 % de montmorillonita, sin reporte de fases sulfuradas acidogénicas típicas. El azufre del yeso/bassanita es sulfato y no se convierte en potencial ácido mediante S total.

El indicador mineralógico indirecto CNP_XRD≈157.5 kg CaCO3 eq/t se conserva sólo como cribado; no sustituye PN/ABA. La Base de Diseño no genera una corriente planificada de jales, terreros o tepetateras. Por ello el potencial de drenaje ácido se gestiona mediante cambio de condición: si aparecen sulfuros, una corriente real de descarte o evidencia de acidificación, se activa muestreo y ABA antes de la disposición permanente correspondiente.

El manejo de agua utiliza barreras sucesivas: desvío de agua limpia, captación de contacto, retención de sólidos, bombeo redundante, almacenamiento, muestreo y reúso. El polvo se controla mediante velocidad operacional, mantenimiento de superficies y riego cuando sea necesario. El ruido se maneja con mantenimiento, horarios y ausencia de fuentes innecesarias. Los residuos se segregan por tipo y se retiran mediante modalidades compatibles con su clasificación.

El mantenimiento mayor de equipo se realiza fuera del sitio y el abastecimiento de combustible se plantea de forma móvil y controlada, sin almacenamiento fijo para la operación normal. La prevención de derrames incluye abastecimiento dentro del área operacional, materiales de respuesta y retiro de suelos o absorbentes contaminados cuando corresponda.

VERSIÓN PÚBLICA

El sistema de agua se dimensiona para manejar un ingreso conservador de 1,643.3 m³ en 24 h y mantener una reserva interna de 1,917.0 m³, además de un sumidero de 96 m³ y dos bombas de 25 L/s. La lógica de control comienza fuera del tajo: el escurrimiento limpio se mantiene separado para evitar que un volumen innecesario ingrese al circuito de contacto.

El agua que sí entra en contacto con superficies operacionales se capta, bombea y almacena; la sedimentación constituye el tratamiento base y puede complementarse si la fracción fina o las arcillas impiden alcanzar el desempeño requerido. La descarga externa no forma parte del diseño base. Si en el futuro se pretendiera descargar, se requeriría caracterización de calidad y la determinación regulatoria correspondiente.

El polvo se maneja mediante control de velocidad, riego cuando las condiciones lo requieren, minimización de caídas libres y mantenimiento. El ruido se reduce mediante operación diurna, mantenimiento y ausencia de voladuras. Los residuos se segregan y contienen según su naturaleza; los residuos peligrosos potenciales, como aceites o absorbentes contaminados, sólo se clasifican como tales cuando la corriente real cumple los criterios aplicables.

La eficacia de estas medidas se verifica en campo. Un control de polvo que no reduce una condición persistente, una cuneta obstruida o una práctica de residuos que pierde trazabilidad requiere corrección; el cumplimiento no se presume por el simple hecho de que la medida aparezca escrita en el programa.

Previo al inicio de las actividades que generen residuos mineros, el Promovente identificará las corrientes de materiales efectivamente generadas y determinará cuáles de ellas califican jurídicamente como residuos mineros. Para las corrientes que correspondan, establecerá la línea base de generación, realizará la caracterización aplicable, privilegiará la prevención, reducción en la fuente, separación, reutilización y valorización cuando sean técnica, ambiental y económicamente viables, y formulará y tramitará el Plan de Manejo de Residuos Mineros que resulte exigible conforme a la normativa vigente. A partir de la entrada en vigor de la NOM-157-SEMARNAT-2026, las actividades sujetas a dicha Norma se desarrollarán conforme a sus disposiciones aplicables.

IV.4.4 Impactos residuales

Aun con medidas permanecen impactos residuales. La pérdida de vegetación y suelo dentro de la huella, la modificación física del terreno y el cambio visual del tajo no desaparecen por aplicar mitigación. La función de las medidas es limitar la magnitud, duración y propagación de esos efectos, recuperar funciones en superficies elegibles y evitar impactos adicionales que no son necesarios para la operación.

Después de aplicar las medidas persisten impactos que forman parte de la naturaleza misma del proyecto. La remoción de vegetación dentro del CUSTF no puede considerarse evitada una vez que el frente se ejecuta; el tajo modifica de manera duradera la configuración física; y la recuperación de carbono o funciones vegetales requiere tiempo y evidencia.

Otros efectos pueden reducirse a niveles controlables: erosión, transporte de sólidos, mortalidad adicional de fauna, derrames, polvo y fallas de drenaje dependen en gran medida de implementación y mantenimiento. Por ello, el impacto residual se interpreta como la condición esperada después de medidas, no como un impacto teórico igual a cero.

La condición conforme a obra y el monitoreo posterior son parte de la demostración. Si una medida no alcanza el umbral previsto, la respuesta correctiva forma parte del manejo residual y puede incluir reparación, refuerzo, revegetación, modificación del drenaje o revisión del supuesto de diseño.

MF-195 — Esquema de restauración/revegetación

Lámina MF-195. Esquema de restauración/revegetación.

IV.5 Programa de seguimiento ambiental y verificación de eficacia

Componente	Frecuencia mínima	Indicador	Respuesta ante desviación

VERSIÓN PÚBLICA

Límites de huella	Antes de cada frente y durante obra	100 % dentro de geometría autorizada	Suspender, replantear y documentar
Liberación biótica	Antes de cada frente	100 % de frentes con registro	No iniciar desmonte hasta cierre
Suelo mineral expuesto	Semanal	≤30 días	Estabilización temporal inmediata
Cunetas/controles	Mensual en lluvias y post-evento	Obstrucción ≤20 %; sin socavación activa	Limpiar, reparar o reforzar
Agua de contacto	Operacional y post-evento	Sin rebose no controlado	Contener, bombear, aumentar capacidad/tratamiento
Polvo/ruido	Inspección operacional; medición si aplica	Ausencia de condición persistente fuera de control	Ajustar riego, velocidad, horario o equipo
Restauración	Por temporada de lluvias y post-lluvia	Estabilidad; C≤0.05 equivalente; establecimiento	Revegetar, estabilizar o corregir drenaje
Cierre/postcierre	Según programa y post-evento	Estabilidad física y drenaje funcional	Mantenimiento correctivo/adaptativo

IV.6 Lógica de gestión adaptativa

El seguimiento no se limita a comprobar que una medida fue instalada; debe determinar si produce el resultado ambiental previsto. Una cuneta instalada pero obstruida o erosionada no satisface el objetivo de control, y una revegetación sin trayectoria de establecimiento no demuestra recuperación funcional.

Cuando un indicador rebasa su umbral, la primera respuesta es corregir la medida o la operación. Si la desviación persiste o demuestra que el supuesto de diseño era insuficiente, se escala a revisión técnica y, cuando corresponda, a control de cambio regulatorio.

IV.7 Pronóstico ambiental, evaluación de alternativas, cierre y seguimiento

IV.7.1 Enfoque del pronóstico

El pronóstico ambiental no intenta predecir con falsa precisión la evolución futura de un ecosistema complejo. Se construye mediante escenarios comparables y supuestos explícitos: continuidad de la condición actual sin el proyecto; escenario de estrés deliberadamente conservador; y ejecución del proyecto con las medidas incorporadas al diseño.

Los escenarios cuantitativos se limitan a variables con soporte reproducible, como erosión, carbono, huella y capacidad de agua. Para diversidad, paisaje y conectividad se utilizan tendencias y rutas de efecto, evitando proyectar valores futuros no medidos. El seguimiento durante operación y postcierre funciona como mecanismo para contrastar el pronóstico con la condición real.

El pronóstico compara: (i) continuidad sin proyecto; (ii) escenario de estrés conservador sin medidas; y (iii) proyecto con las medidas y compromisos definidos. No se proyectan tendencias ecológicas regionales que no estén sustentadas por series temporales o evidencia verificable.

IV.7.2 Escenario sin proyecto

El escenario sin proyecto representa la continuidad de las condiciones actualmente observadas dentro del ámbito de estudio. No ocurrirían por esta iniciativa la remoción del CUSTF, la construcción del tajo, la recuperación de la rampa ni la generación de agua de contacto asociada a la excavación.

Este escenario no se presenta como un estado ecológico estático ni necesariamente como una trayectoria de mejora. Los usos del entorno, variabilidad climática y procesos naturales continuarían actuando. Su función es proporcionar un punto de comparación para identificar qué cambios son atribuibles al proyecto y evitar asignarle procesos preexistentes.

IV.7.3 Escenario de estrés conservador

El escenario de estrés supone deliberadamente una condición más severa que la programación real: todo el CUSTF sin cobertura durante un año. Bajo esa hipótesis, la erosión alcanza 327.313 t/año y el balance de carbono se interpreta con 16.099 t C como límite inferior, 20.167–22.100 t C como intervalo central y 34.397 t C como límite superior conservador.

La utilidad de este escenario es establecer una envolvente superior para probar la sensibilidad del sistema y de las medidas. No se utiliza como pronóstico operacional porque contradice el compromiso de trabajar

VERSIÓN PÚBLICA

por frentes y de limitar a 30 días la exposición del suelo mineral. Presentarlo de manera separada evita confundir una prueba conservadora con el impacto esperado.

IV.7.4 Proyecto con medidas

El escenario con medidas representa la configuración que debe gobernar la ejecución: apertura progresiva, frente liberado antes de desmonte, suelo vegetal separado, exposición mineral acotada, drenaje funcional, agua de contacto confinada y restauración progresiva. Su desempeño se verificará con inspecciones y registros, por lo que el pronóstico ambiental es una hipótesis operacional sujeta a confirmación y corrección durante la vida del proyecto.

El escenario de proyecto incorpora la intervención dentro de 1.056699671 ha, la ausencia de nueva huella vial externa, la apertura progresiva de frentes, recuperación de 0.20 m de suelo vegetal, separación de escurrimientos y manejo interno del agua de contacto. La erosión de la fase de despalme se controla mediante el límite de exposición, que conduce a una métrica de aproximadamente 25.699 t/proyecto.

La diferencia fundamental respecto del escenario de estrés no es sólo la presencia de obras de control, sino la secuencia temporal. El área simultáneamente expuesta es menor, la vegetación exterior al frente permanece funcional y la restauración puede iniciar antes de que termine toda la extracción.

El pronóstico reconoce que el tajo permanecerá como modificación física. En cambio, superficies auxiliares y sectores técnicamente restaurables deben transitar hacia estabilidad, reincorporación de suelo y establecimiento vegetal.

IV.7.5 Alternativas de diseño

La localización general está condicionada por la presencia del cuerpo mineral dentro de la concesión; por ello, la comparación ambientalmente significativa se concentra en alternativas de configuración y método. Se evaluaron como decisiones de reducción de impacto la concentración de huella, excavación mecánica sin voladuras, uso de la Ruta Norte existente, rampa temporal recuperable, separación de escurrimientos y restauración progresiva.

Estas alternativas no son accesorios del proyecto. Cada una elimina o reduce una ruta de efecto: evitar una nueva vialidad reduce desmonte lineal y fragmentación; evitar voladuras elimina fuentes específicas de vibración; recuperar la rampa aumenta superficie restaurable; y separar agua limpia reduce la carga del sistema de contacto.

No se incluyen como alternativas escenarios de expansión, beneficio en sitio o producción distinta que no formen parte de la propuesta. Si en el futuro se plantean, deberán evaluarse como modificaciones y no como opciones implícitamente autorizadas por esta MIA-P.

IV.7.6 Cierre y postcierre

El postcierre se orienta a demostrar estabilidad física y ambiental, no simplemente a retirar equipos. Se verifican drenaje, erosión, accesos, condición de superficies restauradas, vegetación, seguridad y necesidad de mantenimiento. El criterio adoptado para el cierre prevé un seguimiento postcierre mínimo de siete años, extensible hasta alcanzar los criterios de éxito y liberación o durante el periodo mayor que establezca la resolución aplicable.

El cierre se diseña desde la etapa de planeación y no como una actividad que comienza al agotarse el tajo. El caso base considera recuperar la rampa temporal, del orden de aproximadamente 7,617.76 m³; retirar instalaciones modulares; regradar o escarificar superficies auxiliares; reincorporar suelo vegetal donde exista estabilidad; y mantener únicamente los drenajes que resulten funcionalmente necesarios.

La restauración no pretende reconstruir una topografía idéntica a la original. Su objetivo es obtener superficies físicamente estables, sin erosión progresiva, con drenaje funcional y una trayectoria de establecimiento vegetal compatible con la condición postminera. Las caras del tajo requieren tratamiento de estabilidad propio y no recibirán suelo suelto sin retención diseñada.

VERSIÓN PÚBLICA

El postcierre verifica si la condición alcanzada se mantiene frente a temporadas de lluvia y eventos relevantes. Las medidas se ajustarán cuando la evidencia muestre erosión, falla de drenaje o establecimiento insuficiente.

IV.7.7 Verificaciones previas y de ejecución

- Cotejo final del promovente, representación y responsable técnico.
- El abastecimiento operacional se soporta mediante la cotización C-2026-0892 de Servicios de Agua y Transporte del Centro de Morelos, emitida el 2 de septiembre de 2026 para el Proyecto Las Palmas. La cotización ofrece hasta 100,000 L/día laboral mediante pipas y declara que el agua procede exclusivamente de fuentes oficiales concesionadas ante CONAGUA. El expediente conservará este soporte y podrá incorporar los títulos o permisos de la fuente cuando se encuentren disponibles para cotejo.
- Carta específica de Supremo de Morelos S. de R.L. de C.V. que confirma interés y disponibilidad para la recepción y procesamiento externo del yeso en Tilzapotla, compatible con 89,760 t/año de planeación y hasta aproximadamente 105,600 t/año nominal; su alcance no sustituye contrato definitivo ni autorizaciones propias de la instalación receptora.
- Revalidación de instrumentos, normas, formatos, cuotas y requisitos inmediatamente antes del ingreso.
- Limitaciones bióticas documentales específicas y mecanismos de manejo precautorio.
- Configuración conforme a obra y desempeño de medidas durante ejecución/postcierre.
- La taxonomía de Brahea dulcis está sustentada por dictamen final firmado y el memorando técnico-jurídico consolidado incorpora las validaciones de Garrigues. La vigencia normativa se revalidará contra el Diario Oficial de la Federación dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso.

IV.7.7.1 Condiciones documentales previas al ingreso

Los estudios generales de medio físico, biodiversidad, erosión, carbono, manejo de agua, paisaje, impactos y medidas no requieren una nueva evaluación para completar los documentos de presentación. La revisión final previa al ingreso consiste en completar los campos pendientes con evidencia primaria vigente y verificar que ningún documento externo contradiga los supuestos técnicos utilizados. Para el cierre documental se incorporarán además la carta firmada de disponibilidad del receptor de 4.5000 ha emitida por ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V., el compromiso de exclusión o control de pastoreo, los datos del profesional responsable y la revalidación normativa inmediata previa al ingreso.

Control	Estado de esta revisión	Acción final
Promovente, representación y responsables profesionales	La estructura jurídica y de representación se documenta en el expediente administrativo.	Incorporar acta, poderes, identificaciones, registros profesionales y firmas que correspondan.
Derecho superficial para el CUSTF	El expediente final deberá acreditar, mediante fuente primaria vigente, la propiedad, posesión o derecho de uso suficiente respecto de la superficie específica en la que se ejecutará el CUSTF. La existencia del título minero y de acuerdos superficiales sobre otras porciones no sustituye este verificación documental del polígono forestal.	Integrar documento habilitante específico
Fuente legal de agua	Cotización formal C-2026-0892 de Servicios de Agua y Transporte del Centro de Morelos, 2-sep-2026: hasta 100,000 L/día laboral por pipa para riego/control de polvo; el proveedor declara que el agua procede de fuentes concesionadas ante CONAGUA y que cuenta con títulos/permisos vigentes.	Evidencia comercial incorporada. Cotejar títulos/permisos de la fuente si se obtienen antes del ingreso o si la autoridad los requiere.
Instalación receptora externa	El proyecto prevé transporte del mineral a una instalación externa.	Carta específica de Supremo de Morelos S. de R.L. de C.V., de 3 de septiembre de 2026, incorporada; sustenta recepción y capacidad disponible para el Proyecto Las Palmas.
Programa de rescate/reubicación	Método, seguimiento y control cerrados	Cerrar receptor/densidad/plano únicamente si se activa cohorte formal
Ordenamientos, NOM, formatos y cuotas	Vinculación técnica construida	Revalidar vigencia inmediatamente antes del ingreso

VERSIÓN PÚBLICA

Control	Estado de esta revisión	Acción final
Compensación forestal	Separada de la mitigación técnica; 0 t C de crédito	Acreditar depósito cuando SEMARNAT determine y notifique el monto

IV.7.8 Conclusión

Con las medidas y compromisos establecidos, el Proyecto Las Palmas dispone de una base técnica suficiente para identificar, evaluar y gestionar sus principales rutas de impacto. Los impactos inevitables de mayor relevancia corresponden a la remoción directa de vegetación y hábitat dentro de la huella, la alteración del suelo, la pérdida de carbono vivo y la modificación física del sitio; se reconocen expresamente y no se presentan como efectos nulos. La exposición temporal de suelo, el agua de contacto, el tránsito, el polvo, el ruido y las condiciones de cierre cuentan con medidas, indicadores y acciones correctivas verificables. Los requisitos jurídicos, profesionales, comerciales y de vigencia regulatoria se integran como condiciones de presentación o ejecución y sólo justificarían revisar de manera específica una parte técnica si revelaran una contradicción material con la configuración evaluada.

IV.8 Síntesis de viabilidad ambiental

La localización está condicionada por la presencia del cuerpo mineral; por ello, las alternativas ambientalmente significativas se concentran en configuración y secuencia: huella compacta, excavación mecánica sin voladuras, uso de vialidades existentes, manejo progresivo por frentes, separación de escurrimientos, capacidad interna de agua, recuperación de suelo vegetal y cierre de la rampa.

En consecuencia, desde una perspectiva técnica ambiental, y sujeto al cumplimiento integral de las medidas, a la verificación de su desempeño y a las condiciones que establezca SEMARNAT, los impactos residuales identificados son compatibles con el desarrollo ambientalmente viable del Proyecto Las Palmas dentro del alcance evaluado. Esta conclusión no constituye por sí misma una autorización ni sustituye los requisitos jurídicos, profesionales o administrativos aplicables.

Las figuras se han situado junto a los apartados que sustentan. El detalle cartográfico se conserva en el Tomo III y en el anexo ETJ-G, según corresponda. Las escalas, fuentes y limitaciones de las láminas forman parte de la interpretación.

VERSIÓN PÚBLICA

TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular - Proyecto Las Palmas

Ciudad de México, a 18 de septiembre de 2026

Quien suscribe, **Vanes[redacted]s Patiño**, Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, con cédula profesional [redacted] manifiesta que participa como profesional responsable de la MIA-P del Proyecto **Las Palmas**, promovido po[redacted] **PH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.**, correspondiente a la concesión minera 159713 y al CUSTF / Área de Estudio de 1.056699671 ha.

Bajo protesta de decir verdad, manifiesto que la información, análisis y resultados técnicos que suscribo fueron preparados y revisados utilizando metodologías y criterios técnicos apropiados para la naturaleza y escala del proyecto; que se distinguen los datos observados de las estimaciones, supuestos y limitaciones de inferencia; y que las medidas de prevención, mitigación, restauración, monitoreo y manejo adaptativo propuestas corresponden a los impactos y riesgos identificados en el expediente.

Asimismo, manifiesto que la MIA-P debe leerse conjuntamente con su Anexo Técnico de Soporte, cartografía, memorias, evidencia de campo y demás anexos controlados, que conservan la trazabilidad de las conclusiones del Documento Técnico. La firma de esta declaración no sustituye las atribuciones de la autoridad ni las autorizaciones, derechos superficiales y demás requisitos que correspondan al promovente.

Datos profesionales:
Vanessa Canales Patiño
Licenciada en Biología - Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Cédula profesional [redacted]
Correo: [redacted]

_____

Vanessa Canales Patiño
Responsable técnica de la MIA-P - Las Palmas | REV41

VERSIÓN PÚBLICA

GLOSARIO DE TÉRMINOS, ABREVIATURAS Y CONVENCIONES

Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

Área de Estudio (AE). Superficie de control utilizada para la evaluación ambiental y forestal; en este expediente coincide con la geometría CUSTF controlada.

Área de influencia. Espacio definido por rutas de efecto, receptores y mecanismos de exposición. No se confunde con la concesión ni con una ventana regional de consulta.

Banco de material. Operación minera a cielo abierto orientada a la extracción y carga del material, sin beneficio industrial dentro del predio.

B72. Paquete de matrices de cumplimiento, trazabilidad y control del expediente; contiene MT-01 a MT-06.

CUSTF. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. En este expediente la superficie solicitada es 1.056699671 ha.

Concesión minera. Marco jurídico minero de 35.000000 ha asociado al título 159713. No equivale a la superficie de CUSTF.

DAP. Diámetro a la altura del pecho, variable dasométrica utilizada cuando resulta aplicable al estrato arbóreo.

EPSG:6369. Sistema de referencia geodésico/cartográfico de control utilizado por las geometrías MASTER del proyecto.

ETJ. Estudio Técnico Justificativo que desarrolla la demostración forestal del CUSTF.

GLOSARIO - CONTINUACIÓN

Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

FF-SEMARNAT-140. Formato vigente de referencia para la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular.

Geometría MASTER. Archivo vectorial controlado que gobierna la ubicación y superficie; no debe redigitalizarse desde imágenes o planos históricos.

Huella operativa. Superficie efectivamente ocupada por tajo, rampa, franjas y obras internas durante la etapa evaluada.

Impacto acumulativo. Efecto que resulta de la interacción de la contribución del proyecto con otras presiones sobre un receptor común, cuando existe una relación causal demostrable.

Impacto residual. Efecto que permanece después de aplicar medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación.

Impacto sinérgico. Efecto conjunto cuya interacción produce una respuesta distinta a la suma simple de efectos aislados.

Liberación biótica. Inspección previa inmediata de un frente para identificar y atender organismos, nidos, refugios o elementos sensibles antes de intervenir.

MDE / DEM. Modelo digital de elevación utilizado para análisis topográfico, escorrentía y apoyo a cálculos espaciales.

MIA-P. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular.

GLOSARIO - CONTINUACIÓN

Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

No detección. Ausencia de registro bajo el esfuerzo observado. No constituye, por sí sola, evidencia de ausencia de una especie.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Norma de referencia para especies nativas de México en categorías de riesgo, sujeta a revalidación de vigencia al momento del ingreso.

Ocurrencia potencial. Presencia plausible inferida mediante registros regionales y compatibilidad de hábitat; orienta búsquedas y medidas precautorias, sin convertirse automáticamente en presencia confirmada.

RUSLE. Revised Universal Soil Loss Equation; modelo utilizado para estimar pérdida potencial de suelo bajo supuestos reproducibles.

Selva baja caducifolia (SBC). Tipo de vegetación dominante del contexto regional y de la caracterización forestal del área evaluada.

Suelo vegetal. Horizonte superficial recuperable manejado separadamente para restauración y cierre; espesor de diseño sujeto a verificación de campo.

Tajo conceptual. Geometría de planeación minera utilizada como base ambiental; no constituye por sí misma una reserva mineral ni un inventario comercial recuperable.

Tomo III. Atlas cartográfico del expediente.

Tomo IV. Ingeniería conceptual y memorias de cálculo.

GLOSARIO - CONTINUACIÓN

Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

Tomo V. Evidencia biótica, metodológica, fotográfica y documental.

UGA. Unidad de Gestión Ambiental de los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables.

UTM Zona 14N. Sistema de coordenadas proyectadas utilizado como referencia espacial regional; las geometrías de control se conservan en EPSG:6369.

Volumen I. Documento Técnico de la MIA-P, organizado en cuatro capítulos.

Volumen II. Anexo Técnico de Soporte y trazabilidad de la MIA-P.

Brahea dulcis. Palma identificada taxonómicamente en el expediente mediante dictamen técnico-taxonómico final; su tratamiento regulatorio se determina con la NOM-059 vigente a la fecha de ingreso.

OTVR. Área de Ocupación Temporal Voluntaria Registrable de control superficial; el CUSTF se encuentra contenido en ella conforme al cotejo geométrico del expediente.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Proyecto Las Palmas | Referencias verificadas para el cierre documental del 18 de septiembre de 2026. Las fechas propias de cada fuente se conservan; la fecha indicada corresponde al cierre y firma del instrumento.

A. Marco jurídico y normativo

• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, disposiciones aplicables al derecho a un medio ambiente sano y régimen de recursos naturales.

• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), texto vigente consultado para la integración del expediente.

• Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, texto vigente.

• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), texto vigente.

• Reglamento de la LGDFS, texto vigente.

• Ley de Minería, texto vigente y disposiciones aplicables a operación y cierre.

• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

• NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones aplicables.

• NOM-120-SEMARNAT-2020, especificaciones de protección ambiental para actividades de exploración minera directa en los supuestos aplicables.

• NOM-001-SEMARNAT-2021, límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.

• NOM-081-SEMARNAT-1994, límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y método de medición.

• NOM-083-SEMARNAT-2003 y NOM-161-SEMARNAT-2011, disposiciones aplicables a residuos y manejo especial.

• NOM-023-STPS-2012, seguridad y salud en minas subterráneas y a cielo abierto, en lo aplicable.

B. Fuentes cartográficas, ambientales y metodológicas

• INEGI. Marco Geoestadístico 2025; límite municipal utilizado para referencia administrativa y cartográfica.

• INEGI. Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, continuo nacional, escala 1:250,000.

• INEGI. Modelo Digital de Elevación continuo de 15 m y cartografía topográfica utilizada en análisis de relieve.

• INEGI. Cartografía geológica 1:250,000; Edafología Serie II; Sistema de Topoformas.

• CONAGUA. Información climatológica y disponibilidad del acuífero Cuautla-Yautepec, ediciones vigentes empleadas por el expediente.

• Gobierno del Estado de Morelos. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional y cartografía de UGA aplicable.

• CENAPRED y fuentes estatales/municipales de riesgos naturales utilizadas en la caracterización regional.

• CONABIO / SNIB y registros de biodiversidad empleados como contexto regional; registros externos se tratan como evidencia de ocurrencia potencial cuando corresponde.

• GBIF. Registros regionales utilizados de forma suplementaria conforme a reglas de depuración, precisión espacial y compatibilidad temporal/taxonómica.

• Renard, K.G. et al. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA Agriculture Handbook 703.

• Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal.

• Simpson, E.H. (1949). Measurement of Diversity. Nature.

• Bureau of Land Management. Visual Resource Management methods, utilizados como referencia metodológica para paisaje cuando se indica en el expediente.

C. Referencias y documentos técnicos del expediente

• Geometrías MASTER del Proyecto Las Palmas: concesión, CUSTF/Área de Estudio, topografía y capas de control en EPSG:6369.

• Anexo Técnico de Soporte del Proyecto Las Palmas, integración final y matrices B72.

• Tomo III - Atlas Cartográfico del Proyecto Las Palmas.

• Tomo IV - Ingeniería y Memorias de Cálculo del Proyecto Las Palmas: cubicación, rampa, estabilidad conceptual, drenaje, agua de contacto, cierre y estimación económica de cierre.

• Tomo V - Evidencia del Proyecto Las Palmas: inventarios, evidencia biótica, soporte metodológico y documentación especializada.

• Ramírez Rodríguez, J. Rolando (2026). Dictamen técnico-taxonómico final sobre la identidad de Brahea en el Proyecto Las Palmas.

• Garrigues (2026). Memorando técnico-jurídico final relativo al tratamiento normativo de Brahea dulcis en el expediente.

Nota de control

Las referencias documentales anteriores sirven para localizar las fuentes principales. La evidencia primaria y las versiones controladas incorporadas al expediente gobiernan sobre cualquier mención abreviada de esta bibliografía.

ANEXO DE MEMORIAS DE CÁLCULO Y SOPORTE CUANTITATIVO

Proyecto Las Palmas | Fecha de referencia: 18 de septiembre de 2026

Criterio de integración

Las tablas y memorias de cálculo se incorporan como anexos controlados, pero no se duplican dentro de la narrativa. El Tomo IV conserva la versión fuente de las memorias de ingeniería y cálculo; las matrices B72 conservan los cuadros de trazabilidad y parámetros de control. Esta arquitectura evita que una misma cifra exista en copias divergentes.

Memoria / tabla de control	Ubicación en el expediente
Geometría, cubicación, tonelaje y vida geométrica	Tomo IV - Memoria de cálculo conceptual
Rampa temporal y recuperación	Tomo IV - Memoria de cálculo conceptual / cierre
Estabilidad conceptual	Tomo IV - Cribado conceptual de estabilidad
Drenaje de corona y metrado de suelo vegetal	Tomo IV - Memoria conceptual de drenaje
Sistema integral de agua de contacto	Tomo IV - Memoria de ingeniería conceptual
Restauración, cierre y post-cierre	Tomo IV - Plan conceptual de recuperación y cierre
Estimación económica de cierre	Tomo IV - Modelo recalculado de cierre
Superficies, geometrías y parámetros de control	B72 - MT-03
Materiales, residuos y aspectos operacionales	B72 - MT-04
Demostración de requisitos del artículo 93	B72 - MT-05

ARCHIVOS DE CÁLCULO Y TRAZABILIDAD DIGITAL

Cuando se entreguen archivos tabulares o geoespaciales en medio electrónico, éstos deberán corresponder a la misma versión de control utilizada para las cifras del expediente. La hoja de cálculo o base de datos es soporte reproducible; no sustituye la memoria técnica, el cuadro de construcción ni la geometría MASTER.

Reglas de control

• No actualizar una cifra directamente en un resumen o matriz sin actualizar primero su fuente de control.

• Conservar unidades, sistema de coordenadas, fecha de corte, supuestos y denominadores.

• Mantener separados datos medidos, estimaciones reproducibles y supuestos conceptuales.

• Las memorias de estabilidad, agua, drenaje y cierre son de ingeniería conceptual y deberán refinarse cuando la etapa de diseño lo requiera.

• La inclusión de tablas como anexo busca facilitar auditoría y reproducción, no crear una segunda versión de los cálculos.

EXPEDIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL

Las Palmas

TOMO II

ANEXO TECNICO DE SOPORTE Y MATRICES DE TRAZABILIDAD

Consultor integrador: TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT

Integra el Anexo Técnico de Soporte y las matrices B72 vigentes. El Tomo II complementa el Documento Técnico de cuatro capítulos y conserva la evidencia metodológica, cuantitativa y de trazabilidad.

VERSIÓN PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO LAS PALMAS

ANEXO TÉCNICO DE SOPORTE — COMPONENTE FORESTAL Y SOPORTE TÉCNICO ESPECIALIZADO

ANEXO TÉCNICO DE SOPORTE | REV32 | INTEGRACIÓN FINAL

Campo	Control
Proyecto	Las Palmas
Promovente	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
Título / concesión	159713
Concesión	35.000000 ha
CUSTF / Área de Estudio	1.056699671 ha
Sistema de referencia de coordenadas	EPSG:6369
Fecha de control	18 de septiembre de 2026
Estado	Documento técnico integrado para presentación y firma; la responsable técnica de la MIA-P está identificada y su acreditación profesional se incorpora al expediente. Quedan pendientes únicamente las firmas autógrafas, los comprobantes administrativos y las revalidaciones de vigencia aplicables antes del ingreso.
Consultor técnico	TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT
Profesional responsable	Vanessa Canales Patiño - Lic. en Biología - Céd. prof. [redacted]

ALCANCE DE ESTA EMISIÓN

Este Anexo Técnico de Soporte constituye el Volumen II de la MIA-P y complementa el Documento Técnico de cuatro capítulos requerido por FF-SEMARNAT-140. Concentra la evidencia forestal, física, biótica, cuantitativa, geoespacial y metodológica necesaria para reproducir y auditar las conclusiones del Volumen I, sin crear una segunda MIA-P.

DECLARACIÓN DE INTEGRACIÓN

El presente Anexo Técnico de Soporte forma parte inseparable de la MIA-P y cumple una función de sustento técnico-jurídico y reproducible. El Volumen I describe el proyecto, integra el diagnóstico, evalúa impactos, establece medidas y emite la conclusión ambiental; este Volumen II conserva metodologías, matrices, memorias, productos SIG, fotografías y demás evidencia que permite verificar esas conclusiones y mantener consistencia con el ETJ. No constituye una segunda MIA-P ni sustituye la función jurídica y demostrativa del ETJ.

Organización de soportes. Las memorias de cubicación, drenaje, agua de contacto y cierre se reúnen en el Tomo IV y, para el ETJ, en su anexo F. El anexo metodológico biótico de la MIA-P se incorpora en el Tomo V del expediente ambiental; la versión específica para el ETJ se incorpora por separado en el Anexo C del ETJ. Ambas conservan la distinción entre evidencia de campo, ocurrencia potencial y medidas precautorias. Su incorporación no acredita campañas adicionales ni modifica los resultados observados.

VERSIÓN PÚBLICA

CONTROL DOCUMENTAL Y CRITERIOS DE INTEGRACIÓN

	Aplicación
Control del expediente	El análisis corresponde exclusivamente a Las Palmas. La producción, el tránsito, las huellas, los impactos, las medidas y las conclusiones se atribuyen únicamente a este expediente.
Ámbito espacial	La concesión es el marco legal. El CUSTF/Área de Estudio y las geometrías operativas contenidas en él controlan la afectación directa.
Ruta Norte	Infraestructura vial existente; desde el proyecto hasta TT2800 se utilizan caminos agrícolas existentes no pavimentados y, a partir de TT2800, vías públicas pavimentadas hasta San Rafael Zaragoza y el peaje de referencia; longitud de control 21.289 km; huella vial externa nueva = 0 m².
Precedencia	Documentación oficial y jurídica vigente; geometrías de control; matrices primarias auditadas; memorias técnicas reproducibles; documentos regulatorios derivados.
CUSTF/AE	Geometría única de control: 1.056699671 ha. No redigitalizar desde imágenes o planos históricos.
Área de influencia	Se estructura por rutas de efecto y receptores; la ventana regional de consulta no es, por sí sola, Sistema Ambiental ni Área de Influencia.
Cartografía	La base SIG está integrada y verificada. La cartografía se integra como anexo técnico separado y se mantiene trazable a las fuentes SIG de control.
Artículo 93	El Anexo conserva la evidencia reproducible por componente y la vincula con la MIA-P y el ETJ; no reserva ni sustituye la conclusión ambiental del Volumen I ni la determinación forestal que corresponde a SEMARNAT.

Las cifras de ingeniería representan geometría conceptual y base ambiental de planeación. No constituyen Recursos Minerales, Reservas Minerales ni inventario comercial recuperable.

En el estrato arbustivo CUSTF se registraron 265 de 624 individuos de Brahea dulcis (42.47 %). La densidad derivada del área efectivamente muestreada es un descriptor de la muestra y no un censo de todo el CUSTF. La identificación taxonómica se mantiene como Brahea dulcis (Kunth) Mart. conforme al dictamen técnico-taxonómico de control.
El dictamen final firmado y el memorando técnico-jurídico consolidado con las validaciones de Garrigues forman parte de la base documental. La única verificación regulatoria pendiente es revalidar la vigencia de la NOM-059 dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso; la identificación taxonómica no requiere una nueva evaluación. El manejo ambiental prioriza retención in situ y, cuando resulte técnica y biológicamente procedente, rescate selectivo, germoplasma, propagación y establecimiento. No se propone trasplante masivo de adultos ni extrapolar automáticamente el número de individuos a manejar a partir de la densidad muestral.

ALCANCE CORPORATIVO Y OPERACIONAL DEL EXPEDIENTE

Este Anexo Técnico de Soporte corresponde exclusivamente al Proyecto Las Palmas y a Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. Las decisiones, datos y compromisos relativos a producción, calendario, agua, transporte, contratistas, rescate, restauración y cierre se atribuyen únicamente a la persona moral que promueve este expediente.

Los vacíos de información no se completan mediante datos sin soporte específico para este expediente. Cualquier interacción externa ambientalmente relevante se incorpora únicamente cuando exista una relación causal demostrable y evidencia suficiente para atribuirla al proyecto.

ATS-1. Gestión de datos, control documental y trazabilidad

El Anexo Técnico de Soporte funciona como repositorio metodológico y de evidencia. Su finalidad es permitir que las cifras utilizadas en el Cuerpo Principal puedan rastrearse hasta una geometría, matriz, memoria o verificación específica. Por esa razón, la jerarquía de fuentes no es un formalismo editorial: evita que una cifra heredada de una versión anterior prevalezca sobre una matriz primaria corregida o una geometría oficialmente controlada.

El proceso de aseguramiento de calidad incluyó conciliación de superficies, revisión de sistemas de coordenadas, verificación de puntos de muestreo, recalculo de métricas de diversidad desde abundancia

VERSIÓN PÚBLICA

primaria, depuración de volumetría y revisión de limitaciones de esfuerzo en fauna. Cuando una fuente no permitía reproducir un denominador, la variable derivada no se calculó.

La trazabilidad se conserva también entre instrumentos: una misma superficie, riqueza, volumen o balance de carbono debe aparecer con el mismo valor en Cuerpo Principal, Anexo Técnico de Soporte y ETJ. Las diferencias de redacción pueden responder a la función de cada instrumento, pero no deben producir bases numéricas incompatibles.

La información se organiza bajo una jerarquía de fuentes: documentación oficial y jurídica vigente; geometrías de control; matrices primarias auditadas; memorias técnicas reproducibles; y documentos regulatorios derivados. Cada dato crítico conserva su fuente, método, revisión y destino de propagación. Las superficies se derivan de geometrías EPSG:6369; los inventarios y métricas de diversidad se reproducen desde las matrices primarias; la volumetría se conserva conforme a la matriz forestal vigente; y las memorias de erosión, carbono, agua y cierre constituyen las fuentes cuantitativas de control. Toda cifra utilizada debe estar sustentada por evidencia específica y trazable del propio expediente.

ATS-2. Base de diseño, geometría y SIG

La geometría de control parte de la concesión y del CUSTF de 1.056699671 ha. Las geometrías legales no se reconstruyen desde imágenes, croquis o versiones históricas. El tajo de 10,094.291 m² y los componentes internos se relacionan con esa geometría para que la evaluación forestal y la evaluación de impacto utilicen el mismo ámbito espacial.

Los controles en SIG incluyeron validación del sistema de referencia de coordenadas, revisión topológica, comparación entre capas maestras y productos derivados y verificación de que los sitios de muestreo y las figuras regulatorias se referencien a la misma base espacial. La cartografía regional se recorta para análisis, pero ese recorte no crea por sí mismo un área de impacto.

La Ruta Norte de 21.289 km utiliza infraestructura vial existente: caminos agrícolas no pavimentados hasta TT2800 y vías públicas pavimentadas a partir de TT2800. Su análisis permite evaluar tránsito y receptores sin convertirla en superficie adicional de CUSTF ni en nueva huella vial.

La concesión de 35.000000 ha constituye el marco legal; el CUSTF de 1.056699671 ha controla la intervención directa. El tajo ocupa 10,094.291 m² y la Ruta Norte 21.289 km sobre infraestructura vial existente. El suelo vegetal tiene espesor medio de 0.20 m y la rampa temporal un volumen conceptual de ~7,617.76 m³. La cartografía técnica y el área de influencia se encuentran integradas y las láminas incorporadas conservan trazabilidad a las geometrías y fuentes de control.

MF-011 - Polígono exacto solicitado para CUSTF

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-3. Sistema ambiental, áreas de influencia y unidades ambientales

El sistema ambiental se analiza mediante un esquema basado en las principales vías de impacto. La ventana de consulta de aproximadamente 1,550.424 ha proporciona contexto regional; la afectación directa se controla con el CUSTF; y las rutas de transporte, escurrimiento, paisaje y biota se analizan con ámbitos de análisis distintos. Esta separación evita utilizar una única geometría arbitraria para fenómenos con escalas diferentes.

La delimitación se apoyó en topografía, cobertura, drenaje, receptores y geometrías de obra. El principio rector es causal: un área forma parte del análisis de influencia cuando existe una vía por la cual una acción del proyecto puede producir un cambio en un receptor. La mera proximidad no es suficiente y la ausencia de intersección tampoco elimina una ruta de efecto si existe conexión funcional.

La delimitación espacial se estructura por rutas de efecto y receptores. El CUSTF controla la afectación directa; transporte, hidrología, paisaje y biota se representan mediante dominios temáticos diferenciados. La ventana de 3 km es sólo ámbito de consulta regional y no constituye por sí misma Sistema Ambiental o Área

de Influencia. Los cruces de control confirman que el CUSTF se encuentra dentro de la concesión y que la Ruta Norte coincide con la geometría logística vigente.

ATS-4. Caracterización física detallada

La caracterización física combina información regional, MDE de contexto y evidencia de sitio. La precipitación media interpolada de apoyo sobre el CUSTF es 803.4 mm/año; el relieve del dominio regional/MDE se encuentra aproximadamente entre 1,032–1,103 m s.n.m. y la pendiente media es 7.72°. Estos valores describen el contexto regional y no sustituyen la topografía oficial de sitio, que gobierna las geometrías de diseño, el drenaje y las verificaciones locales. La cartografía edafológica y geológica establece el marco regional. La composición edafológica de control proviene del Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250 000, Serie III de INEGI, que ubica el CUSTF en KScc-lv+PHlen-ca/2P.

El análisis de erosión se formula con la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE) y utiliza los factores de la memoria de control. La línea base es 46.839 t/año, mientras que el escenario de todo el CUSTF desnudo durante un año asciende a 327.313 t/año. Este último valor es un límite superior de estrés y no el resultado esperado del proyecto. Al limitar la exposición de suelo mineral a ≤30 días, la métrica de la fase de despalme se reduce a 25.699 t/proyecto.

El manejo de agua se dimensiona con un ingreso conservador de 24 horas de 1,643.3 m³ y una reserva interna de 1,917.0 m³, además de un sumidero de 96 m³ y dos bombas de 25 L/s. El sistema se concibe como una cadena de separación, captación, bombeo, almacenamiento, sedimentación o tratamiento y reúso. La descarga externa no forma parte del caso base.

La hidrogeología mantiene una limitación explícita: no existe nivel piezométrico local medido. Los barrenos exploratorios aportan observaciones, pero no equivalen a una red piezométrica. Esta limitación se transforma en un gatillo de gestión y no en una afirmación de ausencia de agua subterránea.

El análisis de erosión utiliza R=3714.7834, K=0.040, LS=2.0846 y C=0.1431; línea base 46.839 t/año; máximo hipotético 327.313 t/año; exposición ≤30 días 25.699 t/proyecto; meta C≤0.05. Para agua, ingreso conservador de 24 h 1,643.3 m³; reserva 1,917.0 m³; sumidero 96 m³; dos bombas de 25 L/s. Se mantiene la limitación explícita de no contar con un nivel piezométrico local medido.

Variable	Valor
R	3714.7834
K	0.040
LS medio	2.0846
C actual	0.1431
Erosión actual	46.839 t/año
Máximo hipotético	327.313 t/año
Exposición ≤30 días	25.699 t/proyecto
Suelo estabilizado	0.732 t/año
Ingreso de agua 24 h	1,643.3 m³
Reserva	1,917.0 m³

En términos de suficiencia ambiental, la caracterización física permite pasar de la descripción a la gestión: identifica qué variables pueden intensificarse con el proyecto, qué valores sirven como línea base y qué condiciones deberán vigilarse durante ejecución. La ausencia de una medición local específica se declara y se maneja mediante supuestos conservadores o gatillos de revisión, en vez de sustituirse por una cifra genérica.

ATS-5. Flora, vegetación e inventario forestal

Se recuperaron siete sitios dentro del CUSTF y siete sitios de referencia. En cada sitio se conservaron unidades de 400 m² para el estrato arbóreo, 100 m² para el estrato arbustivo y 1 m² para el estrato herbáceo. La intensidad arbustiva reproducida a partir de la geometría y del número de sitios es 6.6244 %, valor que sustituye estimaciones heredadas incompatibles. Para epífitas se recuperaron conteos y composición, pero no un denominador de esfuerzo suficiente para convertir esos conteos en densidad.

VERSIÓN PÚBLICA

En el CUSTF se documentaron 205 individuos arbóreos de 9 especies, 624 individuos arbustivos de 16 especies, 56 individuos herbáceos de 4 especies y 312 registros de epífitas correspondientes a 4 especies. En la referencia se documentaron 237 individuos arbóreos de 15 especies, 373 individuos arbustivos de 18 especies, 54 individuos herbáceos de 6 especies y 308 registros de epífitas de 5 especies.

Los datos de estructura y composición se analizaron desde las matrices primarias y se reconciliaron con la cartografía de cobertura. La comparación CUSTF-referencia tiene una función ecológica: describe diferencias en riqueza, abundancia y equidad a escala local. No se presenta como un experimento estadístico capaz de representar toda la microcuenca.

En los cuatro estratos, la referencia presenta mayor riqueza y valores de Shannon superiores a los del CUSTF. Esta diferencia describe una estructura comunitaria más diversa en el comparador local, pero no convierte al CUSTF en un ambiente carente de valor ecológico; el CUSTF mantiene abundancia elevada, particularmente en el estrato arbustivo, y una composición propia que debe considerarse en las medidas de manejo.

La volumetría maderable proyectada al CUSTF es 5.568079 m³. Se conserva separada de la abundancia total de individuos y de los componentes no maderables. Esta distinción es esencial porque la evaluación de biodiversidad y la estimación de volumen responden a preguntas diferentes.

La población de Brahea documentada en Las Palmas fue objeto de un dictamen técnico-taxonómico independiente y firmado. La determinación integra evidencia nomenclatural, morfológica, morfométrica, de herbario, florística y biogeográfica y concluye que los ejemplares examinados corresponden a Brahea dulcis (Kunth) Mart. El análisis incluyó 12 hojas de cuatro individuos maduros y la comparación de seis variables foliares continuas con poblaciones alopátridas de referencia de Jiutepec, Morelos, y San Juan Teocalcingo, Guerrero; el individuo se trató como unidad biológica para evitar pseudorreplicación. La taxonomía se considera cerrada. El memorando técnico-jurídico consolidado con las validaciones de Garrigues forma parte de la base documental. La única verificación regulatoria pendiente es revalidar la vigencia normativa dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso.

El inventario CUSTF presenta: arbóreo N=205, S=9; arbustivo N=624, S=16; herbáceo N=56, S=4; epífitas N=312, S=4. La volumetría maderable proyectada es 5.568079 m³. Las métricas de riqueza y diversidad se reproducen desde abundancias primarias y no se sustituyen con tablas históricas incompatibles.

Área	Estrato	S	N	Shannon H'	Simpson 1-D	Pielou J
CUSTF	Arbóreo	9	205	1.6147	0.7396	0.7349
CUSTF	Arbustivo	16	624	1.9596	0.7693	0.7068
CUSTF	Herbáceo	4	56	1.3479	0.7302	0.9723
CUSTF	Epífito	4	312	0.9911	0.5911	0.7149
Referencia	Arbóreo	15	237	2.3181	0.8805	0.8560
Referencia	Arbustivo	18	373	2.4659	0.8885	0.8531
Referencia	Herbáceo	6	54	1.7253	0.8114	0.9629
Referencia	Epífito	5	308	1.2650	0.6562	0.7860

Especie	Volumen CUSTF m³	Participación
Acacia bilimekii	2.793438	50.17 %
Haematoxylum brasiletto	1.534950	27.57 %
Havardia acatlensis	0.943994	16.95 %
Alvaradoa amorphoides	0.243201	4.37 %
Bursera fagaroides	0.021689	0.39 %
Acacia cochliacantha	0.021024	0.38 %
Jatropha cordata	0.009781	0.18 %
TOTAL	5.568079	100.00 %

En el estrato arbustivo CUSTF se registraron 265 de 624 individuos de Brahea dulcis (42.47 %). La densidad derivada del área efectivamente muestreada es un descriptor de la muestra y no un censo de todo el CUSTF. La identificación taxonómica se mantiene como Brahea dulcis (Kunth) Mart. conforme al dictamen técnico-taxonómico de control. El dictamen firmado y el memorando técnico-jurídico consolidado con las validaciones de Garrigues forman parte de la base documental. Se efectuará una revalidación regulatoria de fecha cierta dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso; la edición no

requiere actualizar la identificación taxonómica. El manejo ambiental prioriza retención in situ y, cuando resulte técnica y biológicamente procedente, rescate selectivo, germoplasma, propagación y establecimiento. No se propone trasplante masivo de adultos ni extrapolar automáticamente el número de individuos a manejar a partir de la densidad muestral.

La lectura integrada del inventario muestra que estructura, diversidad y volumen responden a preguntas diferentes y deben mantenerse separados. La abundancia describe individuos, la diversidad describe composición y equidad, y la volumetría cuantifica un componente maderable. Utilizar una métrica como sustituto de las otras produciría una interpretación ecológica incorrecta.

ATS-5.5 Alcance estadístico e interpretación de los inventarios

Las métricas de riqueza y diversidad describen el conjunto efectivamente muestreado y no se interpretan como censos exhaustivos del CUSTF o de la referencia. Los índices Shannon, Simpson y Pielou se utilizan como descriptores de estructura y equidad y se interpretan junto con abundancia, riqueza, esfuerzo y composición.

La extrapolación se limita a variables cuyo diseño y denominador son reproducibles. Cuando falta una matriz primaria, un denominador o un registro de esfuerzo no se calcula densidad ni tasa. Esta regla evita transformar una limitación documental en una conclusión ecológica falsa.

La comparación CUSTF-referencia se lee a dos escalas: las parcelas de referencia proporcionan un comparador local, mientras la cartografía regional sitúa ambas áreas dentro del mosaico de vegetación de la microcuenca. Ninguna escala, por sí sola, se presenta como representación estadística exhaustiva de toda la cuenca.

MF-067 - Uso del suelo y vegetación actualizado mediante fotointerpretación

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

MF-078 - Estratificación del muestreo forestal

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-5.6 Análisis complementarios de suficiencia, similitud e importancia estructural

Como verificación complementaria de la comparación CUSTF-referencia, se recalcularon índices de similitud sobre las matrices primarias depuradas para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. En los tres casos, todos los taxones observados dentro del CUSTF también se encuentran representados en la referencia muestreada: Jaccard=0.600, 0.889 y 0.667, y Sørensen=0.750, 0.941 y 0.800, respectivamente. Este anidamiento composicional demuestra representación externa de la flora observada, pero no equivalencia estructural: Bray-Curtis confirma diferencias en la distribución relativa de abundancias. Por ello, el resultado no se utiliza para negar la pérdida local de individuos, cobertura o microhábitats dentro del CUSTF.

La suficiencia del esfuerzo se examinó además mediante acumulación de especies por sitio y rarefacción por individuos. Las curvas muestran incrementos marginales pequeños o nulos hacia el último sitio en los estratos arbóreo y herbáceo, mientras el arbustivo conserva una señal residual mayor de especies poco frecuentes. La rarefacción al menor número de individuos mantiene la mayor riqueza de la referencia. Estos resultados se interpretan como evidencia de aproximación a la composición común y dominante del conjunto muestreado, no como demostración de inventario exhaustivo ni como prueba de ausencia de taxones no detectados.

Como complemento estructural se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) por estrato utilizando únicamente variables con denominador reproducible: en árboles, densidad relativa + frecuencia relativa + dominancia por área basal; en arbustos, densidad relativa + frecuencia relativa + dominancia por área de copa; y en herbáceas, densidad relativa + frecuencia relativa + cobertura relativa. En el CUSTF, Acacia bilimekii presenta el mayor IVI arbóreo (101.3/300), Brahea dulcis el mayor IVI arbustivo (119.0/300) y Anoda

cristata el mayor IVI herbáceo (85.6/300). El resultado de Brahea dulcis confirma su importancia estructural en el estrato arbustivo y refuerza el manejo conservador ya previsto. No se calculó IVI para epífitas por ausencia de un denominador de esfuerzo suficientemente comparable.

Los estimadores Chao1, ACE y Jackknife de primer orden fueron revisados como control adicional de completitud, pero se conservan como soporte metodológico y no como eje de la conclusión ambiental. Su comportamiento es consistente con la baja frecuencia de singletons y con la heterogeneidad entre sitios; ninguno se interpreta como estimación exacta de la riqueza verdadera.

ATS-6. Fauna, hábitat y conectividad

La caracterización faunística se construyó a partir de los registros primarios recuperados para el CUSTF y el área de referencia, complementados con revisión taxonómica y control de la estructura de esfuerzo disponible. El objetivo no fue producir una lista aislada de especies, sino generar una base verificable para describir presencia, riqueza, uso del hábitat y rutas de efecto relevantes para la evaluación.

Los registros se analizaron con una regla de inferencia proporcional a su calidad documental. Cuando el evento, el taxón y el ámbito estaban respaldados, se conservaron presencia y riqueza; cuando el denominador de esfuerzo o la independencia entre observadores no podía reconstruirse, no se calculó una tasa o abundancia derivada. Esta decisión permite aprovechar la evidencia válida sin presentar una precisión que los datos no sostienen.

Para aves se recuperaron 77 registros correspondientes a 34 especies dentro del CUSTF y 59 registros de 29 especies en el área de referencia; la unión de ambos conjuntos alcanza 46 especies. La diferencia entre la riqueza de cada ámbito y la riqueza conjunta muestra que existe un componente compartido y otro complementario. No se interpreta automáticamente una mayor riqueza como mejor calidad de hábitat, ya que detectabilidad, hora, actividad, visibilidad y esfuerzo afectan el número observado.

La abundancia final de aves permanece condicionada a la conciliación entre observadores, porque observaciones concurrentes podrían referirse al mismo individuo. En consecuencia, la riqueza y la lista de especies se consideran métricas robustas para esta revisión, mientras que una comparación fina de abundancia deberá utilizar únicamente registros cuya independencia haya sido consolidada.

Para herpetofauna se recuperaron 12 registros y 3 especies dentro del CUSTF, frente a 19 registros y 5 especies en la referencia. Estos valores se utilizan como evidencia de presencia y riqueza observada. La detectabilidad de anfibios y reptiles varía con humedad, temperatura, hora y microhábitat; por ello, la falta de detección de un taxón durante el muestreo no se convierte en ausencia ecológica. La liberación biótica mantiene búsquedas focalizadas en refugios, hojarasca, rocas y otros micrositios antes de intervenir cada frente.

Para mastofauna se dispone de una base primaria de fototrampeo completa para los ámbitos analizados. Dentro del CUSTF se documentan 9 eventos independientes correspondientes a 4 especies -Canis latrans (3), Odocoileus virginianus (3), Urocyon cinereoargenteus (2) y Sylvilagus cunicularius (1)-, con 25.342 días-cámara de esfuerzo. En referencia se documentan 7 eventos independientes correspondientes a 4 especies -Canis latrans (3), Urocyon cinereoargenteus (2), Nasua narica (1) y Sylvilagus cunicularius (1)-, con 8.614 días-cámara. Estos datos sustentan presencia, riqueza, eventos independientes y esfuerzo temporal; no se interpretan como densidad poblacional ni abundancia absoluta.

Se documentó un nido en el CUSTF y diez en el área de referencia. El número de nidos no se convierte en una tasa reproductiva porque la detección depende de fenología, visibilidad y estructura de la vegetación. Su importancia para manejo es distinta: la existencia de estructuras reproductivas confirma la necesidad de inspeccionar los frentes antes del desmonte y de suspender localmente la actividad cuando se identifique un nido activo.

La conectividad se interpreta integrando cobertura, escala de huella, continuidad de la matriz circundante y barreras lineales. La Ruta Norte utiliza vialidades existentes y no introduce una nueva franja vial atribuible al proyecto. Ello reduce una ruta adicional de fragmentación, pero no elimina la pérdida directa de hábitat

dentro del CUSTF ni los efectos temporales de ruido, maquinaria y presencia humana. La evaluación reconoce esos efectos y los vincula con liberación biótica, minimización de huella, control operacional y restauración.

MF-089 - Diseño de muestreo de fauna

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

MF-093 - Contexto espacial de la evidencia faunística

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-7. Servicios ambientales y funciones ecosistémicas

Los servicios ambientales se analizan como funciones vinculadas a componentes medibles. La vegetación y el suelo aportan retención física, almacenamiento de carbono, regulación de escurrimiento, hábitat y paisaje. La remoción de cobertura modifica temporal o permanentemente parte de esas funciones, por lo que el análisis se conecta directamente con las medidas y el cierre.

Para retención de suelo, la línea base es 46.839 t/año y el escenario de estrés 327.313 t/año; el control de exposición ≤30 días limita la fase de despalme a 25.699 t/proyecto. Para agua, el diseño prioriza separar escurrimiento limpio y contacto, contener el agua que entra al circuito operacional y reutilizarla. Para infiltración no se asigna un volumen de recarga no medido.

El balance de carbono conserva una envolvente de incertidumbre y no atribuye a la compensación forestal un crédito cuantitativo. El objetivo es evitar una falsa equivalencia entre un pago obligatorio y la recuperación física del carbono perdido en el sitio.

Carbono vivo: límite inferior 16.099 t C; central 20.167-22.100 t C; límite superior conservador 34.397 t C. La compensación forestal recibe 0 t C de crédito cuantitativo. El servicio de retención de suelo se vincula a exposición ≤30 días, C≤0.05 y control de drenaje. El servicio hídrico se gestiona funcionalmente mediante separación de escurrimientos y agua de contacto; no se acredita recarga volumétrica no medida.

Servicio	Línea base/control	Medida principal
Retención de suelo	46.839 t/año actual; 327.313 t/año máximo; 25.699 t/proyecto ≤30 días	≤30 días; C≤0.05; cunetas, disipadores, suelo vegetal
Carbono	Límite inferior 16.099; central 20.167-22.100; límite superior 34.397 t C	Huella mínima, desmonte progresivo, restauración; sin crédito por beneficios futuros: 0 t C
Agua	1,643.3 m³/24 h; reserva 1,917.0 m³	Separación limpio/contacto, confinamiento, bombeo, tratamiento/reúso
Biodiversidad	Inventario y comparación CUSTF-referencia	Liberación biótica, manejo selectivo, restauración y monitoreo
Paisaje	Receptor Los Dormidos aproximadamente 3.5 km al S-SE	Minimización de huella y cierre

La consecuencia metodológica es que los servicios se evalúan con indicadores propios y no mediante una compensación genérica. Erosión se controla con área-tiempo y condición de cobertura; carbono con una envolvente de incertidumbre; agua con funcionamiento hidráulico y calidad; biodiversidad con estructura, presencia y trayectoria de restauración.

ATS-7.1 Interpretación funcional de captación e infiltración

La remoción de vegetación y la compactación local pueden aumentar la fracción de escurrimiento superficial y modificar rutas de flujo hacia el tajo. No existe una medición de recarga local que permita convertir este efecto en un volumen anual de recarga perdida o recuperada sin introducir precisión artificial.

El control se basa en mantener fuera del circuito de contacto el agua procedente de áreas no intervenidas, limitar área y duración de suelo desnudo, estabilizar superficies y manejar el agua de contacto sin descarga externa como caso base. La restauración busca recuperar rugosidad superficial, protección del suelo y

trayectoria vegetal en superficies elegibles. El desempeño se verificará mediante condición física y funcionamiento del drenaje, no mediante crédito volumétrico de infiltración no medido.

MF-151 - Plan de restauración progresiva

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-8. Impactos atribuibles al desmonte y CUSTF

El desmonte produce impactos directos que no deben diluirse dentro del conjunto minero: pérdida de vegetación y hábitat, perturbación de fauna, retiro de suelo superficial, aumento transitorio de susceptibilidad a erosión y pérdida de carbono contenido en biomasa viva. Estos efectos se concentran espacialmente en el CUSTF y temporalmente en los frentes que se abren.

La secuencia por frentes es ambientalmente relevante porque reduce el área simultáneamente expuesta y permite aplicar liberación biótica, recuperación de suelo y estabilización antes de abrir nuevas superficies. La evaluación residual reconoce que la pérdida de vegetación no se elimina por completo, aunque otras rutas —erosión, sedimentos, mortalidad adicional— pueden reducirse sustancialmente mediante controles.

Los efectos directos son remoción de vegetación y hábitat, perturbación de fauna, retiro de suelo superficial, aumento temporal del riesgo de erosión y pérdida de carbono almacenado en biomasa viva. Estos efectos se limitan al CUSTF y se corresponden directamente con el Capítulo IV del Cuerpo Principal. La significancia residual se interpreta considerando medidas, incertidumbre y desempeño.

MF-132 - Revegetación y reforestación propuesta

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-9. Impactos mineros e interacciones

Las interacciones mineras se evaluaron sobre la configuración realmente propuesta: excavación mecánica, sin voladuras; sin planta de beneficio ni jales en sitio; con transporte por vialidades existentes; y con manejo interno de agua de contacto. Esta definición acota las rutas de impacto y evita evaluar instalaciones hipotéticas que no forman parte del proyecto.

Los principales efectos operacionales son polvo fugitivo, ruido de maquinaria y transporte, generación de residuos, riesgo de derrames, manejo de agua, modificación física del relieve y cambio visual. Las medidas se diseñan para la fuente real. Si en el futuro se incorpora una fuente materialmente distinta, deberá evaluarse como modificación del proyecto y, en su caso, actualizarse el análisis ambiental.

La operación no contempla voladuras, planta de beneficio ni presa de jales en sitio. Las interacciones ambientales se concentran en agua de contacto, polvo, ruido, residuos y sustancias, tránsito sobre vía pública existente, estabilidad y paisaje. La selección final de equipos sólo requiere actualizar el análisis si introduce una fuente materialmente distinta. El destino externo previsto es Supremo de Morelos S. de R.L. de C.V. (Yeso Supremo de Morelos), en Tilzapotla. La carta específica de 3 de septiembre de 2026 confirma interés y disponibilidad para la recepción y procesamiento del yeso del Proyecto Las Palmas; su alcance no equivale a contrato definitivo ni a autorización de la instalación receptora.

Como criterio de consistencia con el Cuerpo Principal, el yeso natural extraído y destinado a comercialización se mantiene como producto mineral; el suelo vegetal recuperado se maneja como recurso de restauración y los materiales con uso previsto se mantienen diferenciados de cualquier corriente que jurídicamente califique como residuo minero. Si durante la ejecución apareciera una corriente real de descarte mineral —por ejemplo, material estéril, tepetate, terrero o rechazo— se activarán su identificación, trazabilidad y caracterización conforme al marco vigente, incluida la NOM-157-SEMARNAT-2026 una vez que entre en vigor. El presente Anexo aporta el soporte técnico para esa gestión y no sustituye el Plan de Manejo de Residuos Mineros que, en su caso, corresponda formular o tramitar.

VERSIÓN PÚBLICA

ATS-10. Programas ambientales

Los programas ambientales traducen las conclusiones de impacto en rutinas ejecutables. Cada programa debe identificar objetivo, actividad, responsable, momento, indicador, umbral, evidencia y acción correctiva. Esta estructura permite distinguir el compromiso general —por ejemplo, 'controlar erosión'— de la forma concreta en que se demostrará su cumplimiento.

La liberación biótica, el manejo de suelo, el control de erosión y agua, residuos, derrames, polvo/ruido, restauración y cierre se coordinan por frente. La coordinación evita que una medida se ejecute fuera de secuencia; por ejemplo, el desmonte no debe preceder la liberación biótica ni dejar una superficie mineral expuesta sin control.

Los programas se estructuran por objetivo, actividad, responsable, momento, indicador, umbral, evidencia y acción correctiva. Incluyen control de huella, liberación biótica, manejo de suelo vegetal/biomasa, erosión y sedimentos, agua de contacto, polvo/ruido, residuos, derrames, restauración progresiva, cierre y monitoreo.

Control	Indicador/umbral	Evidencia	Acción
Huella	100 % dentro de geometría	Replanteo/bitácora	Detener/corregir
Liberación biótica	100 % frentes inspeccionados	Formato/fotos	Suspender frente
Suelo vegetal	0.20 m de diseño	Metrados/acopios	Ajustar manejo
Suelo expuesto	≤30 días	Bitácora georreferenciada	Estabilizar
Cunetas	Obstrucción ≤20 %; sin socavación	Inspección/fotos	Limpiar/reparar
Agua de contacto	Cero rebose no controlado	Bitácora/calidad	Contener/aumentar capacidad/tratar
Restauración	C≤0.05 y trayectoria vegetal	Cobertura/fotos	Revegetar/corregir
Cierre	Estabilidad y drenaje verificables	Conforme a obra/inspección	Mantenimiento adaptativo

La integración entre programas es tan importante como cada medida individual. El control de un frente comienza con la geometría y la liberación biótica, continúa con manejo de suelo y drenaje y termina con restauración y monitoreo. La secuencia evita que un programa actúe de manera aislada o después de que el impacto ya se produjo.

MF-145 - Áreas de retiro de suelo vegetal

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

MF-194 - Esquema de rescate, traslado y reubicación

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-10. 1 Integración de los Capítulos VIII y IX del ETJ

El soporte forestal adopta la misma programación relativa del ETJ: ejecución progresiva del CUSTF en un plazo máximo de 48 meses a partir de T0, contado desde T0. La apertura de frentes se condiciona a replanteo, liberación biótica, recuperación de suelo vegetal y disponibilidad de controles de erosión y agua. Ninguna superficie mineral derivada del retiro de suelo vegetal permanecerá sin excavación o estabilización durante más de 30 días.

La inspección del 100 % de cada frente funciona como control de liberación y como mecanismo para seleccionar medidas reales de flora y fauna. Se evita convertir densidades de muestreo en un número predeterminado de individuos a rescatar. La selección se sustenta en la presencia efectiva, viabilidad de manejo, valor ecológico, estatus vigente cuando corresponda, condición del individuo y disponibilidad de un receptor adecuado.

La determinación taxonómica de Brahea está cerrada mediante el dictamen técnico-taxonómico final firmado del Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez: los ejemplares examinados corresponden a Brahea dulcis (Kunth) Mart. El memorando técnico-jurídico consolidado con las observaciones y validaciones de Garrigues forma parte de la base documental. La única verificación regulatoria pendiente es la revalidación de vigencia de la NOM-059 dentro de los 5 a 10 días hábiles anteriores al ingreso.

VERSIÓN PÚBLICA

Se dispone de un receptor propuesto específico de 4.5000 ha para Las Palmas, georreferenciado en WGS84 / UTM zona 14N (EPSG:32614). El polígono histórico de reubicación de 1.146 ha y el OTVNR T2 se conservan únicamente como antecedentes y no controlan la propuesta actual. El receptor vigente se documenta mediante cuadro de coordenadas, ortofoto, curvas de nivel y lámina MF-196. ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V., en su calidad declarada de poseedora del área, emitirá la autorización de uso correspondiente para acceso, establecimiento, mantenimiento, reposición y monitoreo; la copia firmada se incorporará antes del ingreso.

Elemento del programa	Criterio de control
Liberación biótica	100 % de los frentes antes de desmonte
Flora	Retención in situ → rescate selectivo → germoplasma/propagación → establecimiento, según viabilidad
Fauna	Escape/ahuyentamiento como regla; captura/reubicación sólo cuando proceda
Cohorte formal de flora	Taxón, densidad, receptor georreferenciado, derecho, mantenimiento y ≥80 % de supervivencia
Seguimiento	T0, ~30 y 90 días, 6, 12 y 24 meses para cohortes formalmente establecidas, además de eventos extraordinarios
Acción correctiva	Diagnóstico de causa, corrección de micrositio/manejo, reposición técnicamente procedente y reevaluación si persiste desviación

ATS-11. Pronóstico, restauración, cierre y monitoreo adaptativo

El pronóstico se usa como herramienta de gestión y no como una predicción determinista. Los escenarios permiten identificar qué variables deben verificarse durante ejecución y postcierre. La restauración se evalúa por trayectoria: estabilidad física, control de erosión, funcionamiento del drenaje, reincorporación de suelo y establecimiento de vegetación.

El monitoreo es adaptativo porque un incumplimiento del umbral activa una respuesta. Si una superficie revegetada no alcanza la condición esperada, se revisan micrositio, suelo, drenaje y manejo antes de repetir la intervención. Si un control hidráulico presenta erosión terminal, se corrige su geometría o disipación. De esta manera, el programa no depende de que todas las medidas funcionen perfectamente desde la primera instalación.

El pronóstico distingue sin proyecto, estrés conservador y proyecto con medidas. El cierre considera recuperación de la rampa temporal como caso base (~7,617.76 m³), retiro de instalaciones temporales, regrado/escarificación de superficies auxiliares, restitución de suelo vegetal donde sea técnicamente elegible y drenaje permanente sólo donde la revalidación conforme a obra lo justifique. La restauración se evalúa por trayectoria funcional y evidencia.

MF-195 - Esquema de restauración/revegetación

Fuente: HRS-EPS, producto cartográfico formal de control del proyecto.

ATS-12. Metodologías, incertidumbre y reproducibilidad

La incertidumbre se trata de forma explícita y diferenciada. Una incertidumbre de medición puede expresarse mediante rangos; una limitación de muestreo puede restringir la inferencia a presencia o riqueza; y una incertidumbre de diseño puede resolverse mediante un escenario conservador y un gatillo de revisión. No todas las incertidumbres se resuelven asignando un número.

La reproducibilidad se asegura conservando matrices, geometrías, ecuaciones, factores, unidades y versiones. Las métricas de diversidad se recalculan desde abundancia primaria; RUSLE distingue t/año y t/proyecto; el carbono distingue límite inferior, central y superior; el agua distingue ingreso de diseño y reserva; y la fauna evita tasas cuando falta un denominador de esfuerzo.

Este enfoque hace que una limitación sea visible y gestionable en lugar de quedar escondida detrás de una cifra aparentemente precisa.

Las superficies derivan de geometrías de control; la diversidad se recalcula desde abundancias primarias; la volumetría usa la matriz forestal vigente; el carbono separa reservorios de carbono e incertidumbre; RUSLE

diferencia t/año y t/proyecto y mantiene P=1 hasta desempeño; la afluencia de agua se trata como supuesto conservador de diseño; la fauna utiliza exclusivamente presencia, riqueza y esfuerzo respaldados por las fuentes.

Este tratamiento explícito de la incertidumbre hace que el expediente pueda actualizarse sin perder consistencia: si se obtiene un nuevo dato primario, se sustituye el supuesto correspondiente y se evalúa si cambia materialmente la conclusión, en lugar de rehacer indiscriminadamente toda la línea base.

ATS-13. Cartografía, fotografías, memorias y bases de datos

La cartografía final será la representación editorial de una base espacial que ya fue sometida a control de calidad. Cada figura deberá mostrar fuente, fecha o versión, sistema de referencia de coordenadas cuando resulte pertinente, escala, norte, leyenda y finalidad regulatoria. Las figuras no deben introducir una geometría nueva ni sustituir los archivos SIG de control.

Las fotografías y verificaciones de campo se utilizarán para documentar condiciones que una capa regional no puede resolver por sí sola, como la funcionalidad de un rasgo de drenaje, el contexto de vegetación o la condición de un receptor visual. Las memorias y bases de datos permiten reproducir los valores; la figura permite comunicarlos.

Cada producto gráfico conserva fuente, sistema de referencia de coordenadas, finalidad y trazabilidad. La cartografía incorporada representa la base espacial sometida a control de calidad y no introduce geometrías nuevas ni sustituye los archivos SIG de control. Productos adicionales sólo se incorporarán cuando aporten evidencia específica y trazable.

ATS-14. Correspondencia con el artículo 12, fracción VIII, del Reglamento de EIA

Este Anexo Técnico de Soporte constituye el repositorio metodológico y técnico que sustenta las conclusiones del Cuerpo Principal. En conjunto, ambos volúmenes identifican los instrumentos metodológicos y elementos técnicos utilizados para la descripción del sistema ambiental, la evaluación de impactos, el diseño de medidas y el pronóstico.

La trazabilidad comprende geometrías y sistema de referencia de coordenadas; fuentes cartográficas oficiales y de alta resolución; diseño y esfuerzo de muestreo; matrices primarias; ecuaciones y criterios de volumetría; índices de diversidad; memoria espacial de erosión; supuestos e incertidumbre de carbono; memoria de manejo de agua; criterios de cierre; fotografías, archivos SIG y matrices de impactos y medidas.

El propósito de este capítulo es que la autoridad pueda identificar, reproducir o auditar las cifras utilizadas, sin duplicar innecesariamente cada memoria técnica dentro del cuerpo narrativo.

ATS-15. Integración documental y consistencia del expediente

La versión final del Anexo Técnico de Soporte deberá conservar correspondencia uno a uno con el Cuerpo Principal y con el ETJ en superficies, inventarios, volumetría, balances y medidas. Los anexos documentales y cartográficos se incorporarán como evidencia de las afirmaciones desarrolladas en el texto y no como sustitutos de la explicación metodológica.

Los documentos corporativos, profesionales y de terceros que se incorporen antes del ingreso deberán verificarse contra la narrativa existente. Su incorporación no debe modificar automáticamente las conclusiones técnicas; sólo una contradicción material —por ejemplo, un derecho superficial diferente al polígono evaluado o una fuente de agua incompatible con el diseño— justificaría revisar específicamente la parte afectada.

La cartografía final deberá utilizar las geometrías maestras y las fuentes ya verificadas. Cualquier diferencia detectada durante la producción de figuras se tratará como un control de consistencia y no como oportunidad para redigitalizar o cambiar arbitrariamente el ámbito espacial.

VERSIÓN PÚBLICA

ÍNDICE CARTOGRÁFICO DE PRESENTACIÓN

Las láminas siguientes integran el anexo cartográfico de Las Palmas. Cada producto conserva su código MF, fuentes maestras y geometría proyecto-específica. El índice no sustituye los archivos SIG ni modifica la jerarquía de fuentes.

- **MF-005 — Plano topográfico actualizado con poligonal del proyecto.**
- **MF-010 — Polígono exacto de la MIA-P.**
- **MF-011 — Polígono exacto solicitado para CUSTF.**
- **MF-015 — Plano maestro general de las obras.**
- **MF-026 — Diagrama de flujo de la operación minera.**
- **MF-042 — Modelo Digital de Elevación – MDE.**
- **MF-058 — Escurrimientos locales alrededor del proyecto.**
- **MF-067 — Uso del suelo y vegetación actualizado mediante fotointerpretación.**
- **MF-078 — Estratificación del muestreo forestal.**
- **MF-089 — Diseño de muestreo de fauna.**
- **MF-093 — Contexto espacial de la evidencia faunística.**
- **MF-121 — Área de influencia directa.**
- **MF-122 — Área de influencia indirecta por rutas de efecto.**
- **MF-132 — Revegetación y reforestación propuesta.**
- **MF-145 — Áreas de retiro de suelo vegetal.**
- **MF-151 — Plan de restauración progresiva.**
- **MF-183 — Carbono almacenado y afectado.**
- **MF-184 — Comparación erosión sin proyecto / con proyecto / mitigada.**
- **MF-194 — Esquema de rescate, traslado y reubicación.**
- **MF-195 — Esquema de restauración/revegetación.**

Control cartográfico: el receptor propuesto se representa mediante MF-196 y sus archivos geoespaciales WGS84 / UTM 14N. La delimitación de 4.5000 ha es independiente del CUSTF y de la concesión; no se utiliza una zona de amortiguamiento genérica como sustituto. La cartografía registra condición degradada, cobertura secundaria arbustiva, uso de pastoreo y relieve del sitio, sin convertir la superficie bruta en una cuota automática de rescate o plantación.

REV32 | Láminas seleccionadas para lectura del instrumento

Las láminas siguientes se incorporan como apoyo gráfico del texto. Conservan la geometría y contenido del producto formal controlado; su inclusión no modifica las limitaciones jurídicas, profesionales, conceptuales o de revalidación expresamente señaladas en el cuerpo del instrumento.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR Y ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO

ANEXO DE MATRICES DE CUMPLIMIENTO, TRAZABILIDAD Y CONTROL — LAS PALMAS

Proyecto Las Palmas
Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Paquete B72 | REV08 | 18 de septiembre de 2026

1. Objeto y regla de uso

Objeto. Este anexo consolida, en formato tabular, la información de cumplimiento, impactos, medidas, geometrías, materiales, demostración de excepcionalidad y cartografía ya contenida en los instrumentos vigentes del proyecto. Su finalidad es facilitar la revisión y trazabilidad del expediente por la autoridad.

Regla de control. Las matrices no sustituyen ni modifican MIA-P Las Palmas REV41, Anexo Técnico Las Palmas REV32 o ETJ Las Palmas REV54. En caso de diferencia, prevalece el instrumento fuente y su evidencia primaria. Las cifras no deben actualizarse directamente en este anexo sin actualizar primero la fuente de control correspondiente.

Alcance. Las referencias se expresan por capítulo/sección y código de lámina, evitando números de página para conservar estabilidad frente a cambios de paginación. Los estados “condicional”, “previo a operación” o “verificación final” no implican incumplimiento; identifican obligaciones cuya aplicabilidad depende de la corriente, fuente, actividad o momento procedimental efectivo.

2. Instrumentos fuente de esta emisión

Documento fuente	Versión de control	Función en B72
MIA-P	MIA-P Las Palmas REV41	Descripción del proyecto, marco jurídico, impactos, medidas, seguimiento y cartografía EIA.
Anexo Técnico de Soporte	Anexo Técnico Las Palmas REV32	Base técnica, cálculos, métodos, trazabilidad y correspondencia entre componentes.

VERSIÓN PÚBLICA

Documento fuente	Versión de control	Función en B72
ETJ	ETJ Las Palmas REV54	CUSTF, artículo 93, programa de rescate/reubicación, medidas forestales, servicios ambientales y cartografía forestal.

VERSIÓN PÚBLICA

MT-01. Matriz maestra de cumplimiento normativo

Consolida los principales instrumentos federales y normas vinculados con la MIA-P y el ETJ. No sustituye la verificación de vigencia inmediatamente previa al ingreso.

Instrumento	Aplicabilidad	Criterio / forma de cumplimiento	Ubicación principal	Evidencia / instrumento	Estado
LGEEPA	Directa	Base de la evaluación de impacto ambiental y autorización previa.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Reglamento LGEEPA en materia de EIA	Directa	Estructura y contenido de la MIA-P; procedimiento de evaluación.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Ley de Minería	Sectorial	Título minero como derecho sectorial; no sustituye MIA-P/CUSTF/derecho superficial.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
LGDFS	Directa al CUSTF	Cambio de uso de suelo en terreno forestal y demostración técnica correspondiente.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Reglamento LGDFS	Directa al CUSTF	Contenido y procedimiento forestal; revalidación inmediata antes de ingreso.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Ley General de Vida Silvestre	Directa al componente biótico	Medidas derivadas de inventarios y listas oficiales vigentes.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
LGPGIR	Directa/condicional	Prevención, clasificación y manejo de corrientes realmente generadas.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Marco hídrico federal	Condicional	Aplicación según fuente de abastecimiento, aprovechamiento y eventual descarga.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Responsabilidad	Prevención, reparación, trazabilidad de medidas y cierre.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
Ley General de Cambio Climático	Referencia/condicional	Gestión de emisiones y política climática conforme a fuentes/umbrales.	MIA-P II.2–II.7	MIA-P / ETJ según materia	Vigente / aplicar según supuesto
NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación aplicable	Biótico	Aplicar la lista jurídicamente vigente al taxón sustentado; Brahea se tratará con dictamen firmado y revalidación inmediata.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Verificación final de vigencia
NOM-052-SEMARNAT-2005	Condicional	Clasificación de residuos peligrosos realmente generados.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto
NOM-001-SEMARNAT-2021	Condicional	Aplicaría ante descarga a cuerpo receptor nacional; no es caso base.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto

VERSIÓN PÚBLICA

Instrumento	Aplicabilidad	Criterio / forma de cumplimiento	Ubicación principal	Evidencia / instrumento	Estado
NOM-081-SEMARNAT-1994	Condicional	Verificación para fuentes dentro de su campo de aplicación.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto
NOM-043-SEMARNAT-1993	Condicional	Partículas de fuentes fijas dentro de su alcance; polvo difuso se controla operacionalmente.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto
NOM-085-SEMARNAT-2011	Condicional	Sólo si el inventario incluye equipo de combustión dentro de su alcance.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto
NOM-157-SEMARNAT-2009	Vigente / condicional	Referencia vigente durante el periodo transitorio para planes de manejo de residuos mineros, según las corrientes efectivamente generadas y el supuesto de aplicación.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Condicional / según supuesto
NOM-157-SEMARNAT-2026	Publicada; aplicación prospectiva	Publicada el 09/09/2026; entra en vigor 180 días naturales después. El Proyecto reconoce la transición y aplicará sus disposiciones a las actividades sujetas una vez vigente.	MIA-P II.3	MIA-P I.5 / IV.4; ETJ XIV cuando corresponda	Aplicación prospectiva
LGDFS, art. 93	Directa	La demostración se desarrolla en los Capítulos V, VI, XI, XII y en la conclusión técnica del ETJ. La autorización por excepción corresponde a SEMARNAT con base en el expediente y la opinión técnica aplicable.	ETJ XII, XIV–XV	ETJ	Cubierto técnicamente / procedimiento de autoridad
RLGDFS, art. 141	Directa	El ETJ contiene los quince apartados mínimos y el Capítulo IX desarrolla el programa de rescate/reubicación. Estructura del presente estudio.	ETJ XII, XIV–XV	ETJ	Cubierto técnicamente / procedimiento de autoridad

VERSIÓN PÚBLICA

MT-02. Matriz integrada de impactos, medidas, indicadores y seguimiento

Clave	Actividad	Receptor	Impacto / efecto	Medida principal	Indicador / umbral	Evidencia	Respuesta ante desviación	Referencia
V-01	Preparación/desmonte	Vegetación/hábitat	Remoción directa dentro del CUSTF	Minimización de huella, liberación biótica, restauración	100 % de frentes inspeccionados antes de desmonte	Formato, foto y coordenadas	Suspender frente y aplicar protocolo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-02	Desmonte	Fauna	Perturbación, desplazamiento y riesgo focal	Inspección, ahuyentamiento, protección de nidos/refugios	100 % de frentes inspeccionados antes de desmonte	Formato, foto y coordenadas	Suspender frente y aplicar protocolo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-03	Despalme	Suelo	Retiro de horizonte superficial y pérdida temporal de función	Recuperación 0.20 m, trazabilidad y reincorporación	0.20 m de diseño; movimientos/saldos trazables	Metrados y bitácora de acopios	Ajustar recuperación/protección/reincorporación	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-04	Exposición temporal	Erosión	Incremento potencial de pérdida de suelo/sedimentos	≤30 días, C≤0.05, cunetas/disipadores	≤30 días	Bitácora georreferenciada semanal	Estabilización temporal inmediata	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-05	Remoción vegetal	Carbono	Pérdida de capacidad de almacenamiento en biomasa viva	Huella mínima, desmonte progresivo, restauración; sin crédito por beneficios futuros de carbono (0 t C)	No acreditar recuperación t C sin evidencia	Monitoreo de establecimiento	Reforzar revegetación/manejo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-06	Operación	Agua superficial/calidad	Arrastre de sólidos y contacto con superficies disturbadas	Separación limpio/contacto, almacenamiento, sedimentación/tratamiento	Cero rebose no controlado; sedimentos/calidad controlados	Bitácora de nivel, bombeo y calidad	Aumentar almacenamiento/tratamiento; contener	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-07	Tajo/compactación	Captación/infiltración	Modificación local de rutas de escurrimiento/infiltración	Manejo funcional; no acreditar recarga no medida	Obstrucción ≤20 %; sin socavación activa	Mensual en lluvias y post-evento; inspección documentada	Limpiar, reparar o reforzar	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-08	Excavación/carga/tránsito	Aire/polvo	Emisiones fugitivas	Riego, velocidad, mantenimiento	Ausencia de condición persistente fuera de control	Inspección operacional; medición si aplica	Ajustar riego, velocidad, horario o equipo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-09	Equipo móvil	Ruido	Incremento temporal de niveles sonoros	Operación diurna, mantenimiento, sin voladuras	Ausencia de condición persistente fuera de control	Inspección operacional; medición si aplica	Ajustar riego, velocidad, horario o equipo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-10	Servicios/mantenimiento	Residuos/sustancias	Generación de residuos y riesgo de derrame	Segregación, contención y gestión autorizada	Cero disposición no autorizada; contención íntegra	Manifiestos/inspecciones	Contener, recuperar, limpiar y gestionar	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-11	Transporte	Movilidad/comunidad	Uso incremental de infraestructura vial existente	Base logística propia, velocidad y seguridad	Uso de infraestructura vial existente; sin nueva huella vial externa	Ruta Norte, cartografía y bitácora logística	Corregir desvíos operacionales y programación	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII
V-12	Operación/cierre	Paisaje	Cambio visual por excavación, bancos y geometría final	Huella compacta, cierre y revegetación	Estabilidad; C≤0.05 equivalente; establecimiento	Por temporada de lluvias y post-lluvia; fotografías/inspección	Revegetar, estabilizar o corregir drenaje	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII

VERSIÓN PÚBLICA

Clave	Actividad	Receptor	Impacto / efecto	Medida principal	Indicador / umbral	Evidencia	Respuesta ante desviación	Referencia
V-13	Cierre	Estabilidad/drenaje	Riesgo residual si cierre no alcanza condición estable	Diseño, conforme a obra, inspección y mantenimiento	Estabilidad física y drenaje funcional	Según programa y post-evento; conforme a obra e inspección	Mantenimiento correctivo/adaptativo	MIA-P IV.1–IV.7; Anexo ATS-8–ATS-10; ETJ X–XII

VERSIÓN PÚBLICA

MT-03. Matriz de superficies, geometrías y parámetros de control

Variable	Valor de control	Clase	Interpretación	Lámina / soporte	Referencia documental
Concesión	Título 159713; 35.000000 ha	Control espacial / superficie	Marco legal/cartográfico	MF-005/MF-010/MF-011	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
CUSTF = AE	1.056699671 ha (10,566.997 m²)	Control espacial / superficie	Intervención directa	MF-010/MF-011	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Tajo	10,094.291 m²	Control espacial / superficie	Huella horizontal conceptual	MF-015	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Volumen geométrico bruto	137,801.33 m³	Parámetro de diseño/producción	Conceptual	MIA-P I.4 / I.5	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Tonelaje geométrico bruto	316,943 t	Parámetro de diseño/producción	Conceptual	MIA-P I.4 / I.5	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Producción de planeación	89,760 t/año	Parámetro de diseño/producción	Base ambiental	MIA-P I.4 / I.5	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Capacidad nominal	105,600 t/año	Parámetro de diseño/producción	Capacidad nominal	MIA-P I.4 / I.5	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Vida geométrica	3.53 años a planeación / 3.00 a nominal	Parámetro de diseño/producción	No incluye preparación/cierre/postcierre	MIA-P I.4 / I.5	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Ruta Norte	21.289 km	Control espacial / superficie	Infraestructura vial existente; sin nueva huella vial externa	MF-121/MF-122	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Suelo vegetal	0.20 m; ~2,113 m³ in situ; ~2,536.1 m³ sueltos	Componente físico / cierre	Recuperación/restauración	MF-195	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Rampa temporal	~7,617.76 m³	Componente físico / cierre	Recuperación como caso base de cierre	MF-015/MF-195	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2
Cuneta / berma	146.485 m 2D / 147.718 m 3D; berma 334.418 m; 10 controles; 4 disipadores	Componente físico / cierre	Ingeniería operacional	MF-015/MF-058	MIA-P I.4–I.5; Anexo ATS-2

VERSIÓN PÚBLICA

MT-04. Balance funcional de materiales, residuos y aspectos operacionales

La clasificación distingue producto mineral, materiales de conservación, residuos mineros potenciales, residuos no mineros y otros aspectos operacionales. La clasificación definitiva de una corriente depende de sus características y del marco vigente al momento de generarse.

Corriente / material	Clasificación funcional	Cantidad / base	Manejo previsto	Criterio regulatorio	Referencia
Suelo vegetal	Material de conservación para restauración	0.20 m; ~2,113 m³ in situ; ~2,536.1 m³ sueltos	Recuperación selectiva, protección, trazabilidad y reincorporación.	No tratar como residuo mientras conserve destino de restauración.	MIA-P I.5.4; IV.4 / Anexo ATS-4, ATS-7, ATS-10 / ETJ X–XII
Residuos sólidos urbanos	Residuo no minero	Según generación real / registro operacional	Segregación, contenedores cerrados y retiro mediante servicio autorizado.	No disposición en sitio.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Residuos de manejo especial no mineros	Residuo no minero	Según generación real / registro operacional	Clasificación y segregación según la corriente real; retiro o gestión mediante la modalidad aplicable.	No confundir con corrientes que jurídicamente califiquen como residuos mineros.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Residuos peligrosos	Residuo peligroso, sólo si cumple criterios	Según generación real / registro operacional	Aceites, filtros o absorbentes si se generan; identificación y manejo conforme a criterios aplicables.	No asumir peligrosidad sin clasificación.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Aguas sanitarias	Efluente sanitario	Según generación real / registro operacional	Sistema autónomo/removible; manejo por proveedor o solución regulatoria aplicable.	Sin descarga directa prevista a cuerpo receptor nacional.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Agua de contacto	Agua de proceso/contacto; no residuo sólido	Según generación real / registro operacional	Captación, bombeo, almacenamiento, sedimentación/tratamiento y reúso.	Descarga externa no es caso base.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Polvo	Aspecto/emisión operacional	Según generación real / registro operacional	Riego cuando se requiera, control de velocidad y mantenimiento.	Evaluación proporcional a fuentes reales.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Ruido	Aspecto/emisión operacional	Según generación real / registro operacional	Operación diurna, mantenimiento y ausencia de voladuras.	Aplicabilidad por tipo de fuente.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Combustión	Aspecto/emisión operacional	Según generación real / registro operacional	Verificación con inventario final de equipos.	Aplicabilidad sólo a equipos dentro del campo de la norma.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Yeso comercial	Producto mineral comercial	89,760 t/año planeación; 105,600 t/año nominal	Producto mineral extraído para transporte y comercialización fuera del sitio.	No se clasifica como residuo minero por el solo hecho de su extracción.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10
Materiales mineros / residuos mineros potenciales	Corriente potencial; clasificar si se genera	No existe corriente permanente planificada; cuantificar si se genera	No existe corriente planificada de jales, terreros o tepetateras permanentes. Si surge una corriente real de descarte mineral, se identificará, segregará, trazará y caracterizará.	Aplicar el marco vigente y, una vez en vigor, la NOM-157-SEMARNAT-2026; formular el plan de manejo que legalmente proceda.	MIA-P I.5.5; II.3; IV.4.3 / Anexo ATS-9–ATS-10

VERSIÓN PÚBLICA

MT-05. Matriz de demostración y requisitos del artículo 93 de la LGDFS

Resume la convergencia probatoria del ETJ y separa los elementos técnicos demostrados de las actuaciones procedimentales que corresponden a la autoridad o requieren verificación inmediata antes del ingreso.

Requisito / elemento	Evidencia o tratamiento	Medida / indicador / responsable	Ubicación principal	Conclusión / estado
Regla global: autorización sólo por excepción, sustentada en ETJ	El ETJ delimita el CUSTF (1.056699671 ha), reconoce impactos inevitables y construye la conclusión mediante convergencia de inventario, referencia, microcuenca, cuenca, modelos y medidas.	No se usa la superficie pequeña como razón autónoma. La procedencia queda condicionada al cumplimiento íntegro de medidas, monitoreo y condicionantes de SEMARNAT.	ETJ XII.6–XII.6.2	DEMOSTRACIÓN INTEGRADA
Biodiversidad de los ecosistemas afectados: mantenimiento	Inventario CUSTF y referencia; Shannon/Simpson/Pielou; acumulación/rarefacción; Jaccard 0.600/0.889/0.667 y Sørensen 0.750/0.941/0.800 (arbóreo/arbustivo/herbáceo); todos los taxones observados en CUSTF están también en la referencia. IVI por estrato, incluyendo Brahea dulcis ≈119/300 en arbustivo; análisis CUSTF→referencia→microcuenca→cuenca.	Capítulo IX: inspección biótica del 100 % de cada frente antes del desmonte; jerarquía evitar–retener–rescatar; trazabilidad; supervivencia mínima 80 % para cohortes formalmente reubicadas/establecidas. Conservación de matriz exterior, manejo por frentes, restauración y corrección adaptativa.	ETJ V, IX, XII.2, XII.6	DEMOSTRADO BAJO CONDICIONES. Persiste pérdida local de vegetación/hábitat; no se afirma impacto cero.
Erosión de suelos: mitigación	RUSLE/RUSLE3D: línea base 46.839 t/año; estrés con todo el CUSTF desnudo 327.313 t/año; secuencia real controlada 25.699 t/proyecto. Sensibilidad espacial y topografía/TIN local.	Exposición de cada superficie mineral ≤30 días antes de excavación o estabilización; recuperación de suelo; drenajes; superficies rehabilitadas con objetivo equivalente a C≤0.05; P=1 hasta demostrar desempeño.	ETJ VI.1, X, XI, XII.3, XII.6	MITIGACIÓN CUANTIFICADA Y VERIFICABLE. No se promete erosión cero.
Capacidad de almacenamiento de carbono: mitigación	Existencia de carbono vivo/pérdida potencial con envolvente conservadora: 16.099 t C (inferior), 20.167–22.100 t C (central) y 34.397 t C (superior). Se asignan 0 t C de crédito anticipado por compensación.	Minimización de huella, manejo progresivo, conservación de vegetación exterior y restauración. Seguimiento de establecimiento/cobertura; no se acredita recuperación futura en toneladas hasta medirla.	ETJ XI, XII.5–XII.6	MITIGACIÓN DE CAPACIDAD DEMOSTRADA, CON PÉRDIDA INICIAL RECONOCIDA.
Deterioro de calidad del agua: mitigación	Evento P100,24h=120 mm: ingreso conservador 1,643.3 m³/24 h frente a 1,917.0 m³ de reserva interna; sumidero 96 m³; dos bombas de 25 L/s. Separación de agua limpia/contacto, retención de sólidos, sedimentación/tratamiento escalable y reúso; descarga externa no es caso base.	Indicadores: funcionalidad de drenajes, ausencia de socavación/rebose no controlado y control de sólidos. Cualquier descarga futura exigiría caracterización y cumplimiento específico.	ETJ VI.2, X–XII	MITIGACIÓN FUNCIONAL Y DE CAPACIDAD DEMOSTRADA.
Disminución de captación de agua: mitigación	Evaluación funcional de cobertura–suelo–escurrimiento–infiltración a escala predial y de microcuenca. No se convierte recarga a m³/año sin piezometría/medición local; se conserva el escurrimiento limpio y se restaura suelo/cobertura.	Separación de escurrimientos limpios, recuperación de suelo superficial, estabilización/restauración y condiciones de activación para obtener información adicional si la condición real se aparta del diseño.	ETJ VI.3–VI.5, XII.4–XII.6	MITIGACIÓN FUNCIONAL DEMOSTRADA SIN FALSA PRECISIÓN VOLUMÉTRICA.
ETJ con contenido reglamentario como base de la decisión	El ETJ vigente integra línea base, inventario, análisis de impactos, demostración art. 93, medidas, rescate, vigilancia, ordenamiento y anexos de soporte.	Promovente / PSF; expediente de ingreso.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	CUBIERTO TÉCNICAMENTE; validar la forma vigente inmediatamente antes del ingreso.

VERSIÓN PÚBLICA

Requisito / elemento	Evidencia o tratamiento	Medida / indicador / responsable	Ubicación principal	Conclusión / estado
Opinión técnica previa del Consejo Estatal Forestal	El ETJ aporta la base técnica para que la autoridad someta el asunto al Consejo; el documento no pretende sustituir esa opinión.	SEMARNAT / Consejo Estatal Forestal durante el procedimiento.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	ETAPA PROCEDIMENTAL EXTERNA; no constituye una deficiencia del ETJ.
Respuesta fundada y motivada de SEMARNAT a opiniones del Consejo	No corresponde al promovente emitirla; el expediente deja trazabilidad suficiente para que la autoridad responda sobre los componentes técnicos.	SEMARNAT.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	OBLIGACIÓN DE LA AUTORIDAD.
Criterios y lineamientos que emita SEMARNAT	Se aplicarán los vigentes al momento de ingreso; el expediente mantiene matriz normativa y control de vigencia inmediatamente previo al ingreso.	Revisión previa a la presentación / verificación final de vigencia.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	REVALIDAR INMEDIATAMENTE ANTES DE PRESENTAR.
Programa de rescate y reubicación de flora/fauna y adaptación	Capítulo IX: inspección biótica del 100 % de cada frente antes del desmonte; jerarquía evitar–retener–rescatar; trazabilidad; supervivencia mínima 80 % para cohortes formalmente reubicadas/establecidas.	Capítulo IX / ejecución por frente / PSF.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	CUBIERTO.
Sujeción a ordenamientos ecológicos, NOM y demás disposiciones	Capítulo XIV: CUSTF íntegramente en UGA 350 del POER Morelos; revisión de criterios, NOM aplicables y disposiciones jurídicas. Tratamiento específico NOM-059 y dictamen taxonómico de Brahea dulcis.	Capítulo XIV + verificación normativa final.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	CUBIERTO; revalidar la vigencia normativa antes de presentar.
Consulta previa en caso de terrenos ubicados en territorios indígenas	El ETJ no establece por sí mismo que el CUSTF se ubique en territorio indígena ni convierte esta verificación territorial-jurídica en conclusión técnica.	Revisión legal/territorial inmediatamente previa al ingreso; si resultara aplicable, activar el procedimiento correspondiente con la autoridad competente.	ETJ XIV–XV / procedimiento administrativo	VERIFICACIÓN FINAL PREVIA AL INGRESO; no asumir 'no aplica' sin revisión documental final.

VERSIÓN PÚBLICA

MT-06. Índice maestro de cartografía y función probatoria

Actualización REV07. Se actualizan las versiones de los instrumentos fuente para reflejar el cierre MIA-P/ETJ vigente y la identificación del receptor propuesto de 4.5000 ha por proyecto. MT-01 a MT-06 permanecen sustantivamente sin cambios; la actualización es de trazabilidad y precedencia documental.

Código	Título	Instrumento(s)	Secciones que sustenta	Función probatoria / de revisión	Ubicación
MF-005	Plano topográfico actualizado con poligonal del proyecto	MIA-P	MIA-P I	Delimitación legal/operacional y control de superficies.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-010	Polígono exacto de la MIA-P	MIA-P	MIA-P I	Delimitación legal/operacional y control de superficies.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-011	Polígono exacto solicitado para CUSTF	ETJ	ETJ II	Delimitación legal/operacional y control de superficies.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-015	Plano maestro general de las obras	MIA-P	MIA-P I	Delimitación legal/operacional y control de superficies.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-026	Diagrama de flujo de la operación minera	MIA-P	MIA-P I	Secuencia y componentes de la operación minera.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-042	Modelo Digital de Elevación – MDE	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI	Relieve, pendientes y soporte físico del análisis.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-050	Edafología	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI	Contexto edafológico regional y trazabilidad de la fuente Serie III.	B74 / HRS_EPS_LP_MF050_FINAL_B74_REV00.pdf
MF-054	Cuenca hidrográfica	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI/XII	Pertenencia a la Cuenca Río Grande de Amacuzac.	B74 / HRS_EPS_LP_MF054_FINAL_B74_REV00.pdf
MF-055	Subcuenca hidrográfica	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI/XII	Pertenencia a la Subcuenca Progreso - Huautla.	B74 / HRS_EPS_LP_MF055_FINAL_B74_REV00.pdf
MF-056	Microcuenca del proyecto / referencia	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI/XII	Unidad hidrográfica local de referencia y soporte del análisis comparativo.	B74 / HRS_EPS_LP_MF056_FINAL_B74_REV00.pdf
MF-058	Escurrimientos locales alrededor del proyecto	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III/VI	Escurrimientos, drenaje y manejo de agua.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-067	Uso del suelo y vegetación actualizado mediante fotointerpretación	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ III–V/XII/XIV	Cobertura y uso del suelo; contexto biótico/forestal.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-078	Estratificación del muestreo forestal	ETJ	ETJ IV–V	Diseño y estratificación del muestreo forestal.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-089	Diseño de muestreo de fauna	ETJ	ETJ IV–V	Diseño espacial del muestreo de	Anexo Cartográfico Integrado

VERSIÓN PÚBLICA

Código	Título	Instrumento(s)	Secciones que sustenta	Función probatoria / de revisión	Ubicación
				fauna.	
MF-121	Área de influencia directa	MIA-P / ETJ	MIA-P III–IV; ETJ III–XII	Área de influencia directa.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-122	Área de influencia indirecta por rutas de efecto	MIA-P / ETJ	MIA-P III–IV; ETJ III–XII	Área de influencia indirecta por vías de efecto.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-183	Carbono almacenado y afectado	ETJ	ETJ XI–XII	Existencias y afectación de carbono.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-184	Comparación de erosión: sin proyecto / con proyecto / mitigada	ETJ	ETJ VI/XI/XII	Comparación cuantitativa de erosión y mitigación.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-191	Lámina fotográfica de vegetación y condición del sitio	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ IV–V/XII	Evidencia visual primaria de condición del sitio y muestreo.	B73 / LP_MF191_LAMINA_FOTOGRAFICA_VEGETACION
MF-192	Lámina fotográfica de especies relevantes	MIA-P / ETJ	MIA-P III; ETJ IV–V/XII	Evidencia visual de especies con trazabilidad a registros de campo, sujeta a validación forestal final.	B73 / LP_MF192_LAMINA_FOTOGRAFICA_ESPECIES
MF-194	Esquema de rescate, traslado y reubicación	ETJ	ETJ IX	Rescate, traslado y reubicación de flora/fauna.	Anexo Cartográfico Integrado
MF-195	Esquema de restauración/revegetación	MIA-P / ETJ	MIA-P IV.4/IV.7; ETJ X–XII	Restauración, revegetación y cierre.	Anexo Cartográfico Integrado

VERSIÓN PÚBLICA

3. Reglas de mantenimiento del anexo

- Toda modificación de una cifra, geometría, medida, indicador o conclusión debe realizarse primero en el instrumento fuente y sólo después reflejarse en esta matriz.
- Antes del ingreso deberá realizarse una verificación final de vigencia normativa, incluyendo formatos oficiales, NOM aplicables y cualquier disposición publicada entre esta emisión y la fecha efectiva de presentación.
- Las presentes matrices corresponden exclusivamente al proyecto y a la promovente identificados en este anexo. No deberán incorporarse datos, superficies, producción, tránsito, impactos o compromisos que no correspondan al expediente.
- Los códigos cartográficos se mantienen como referencias estables; si una lámina cambia de contenido sin cambiar de código, deberá revalidarse la función probatoria indicada en MT-06.
- Este anexo puede utilizarse como guía de revisión interna y como apoyo para la autoridad, pero no debe interpretarse como sustituto de la narrativa técnica ni de la evidencia primaria.

Reemisión B72 REV07: se actualizan referencias a los instrumentos vigentes de cierre y al paquete cartográfico/técnico consolidado. Las matrices de cumplimiento no se recalculan por esta edición.

VERSIÓN PÚBLICA

Las Palmas

TOMO III - ATLAS CARTOGRAFICO

B77 REV19 - Integracion TEROLCIS

Instrumentos vigentes de referencia: MIA-P REV41 / Anexo Tecnico REV32 / ETJ REV54.

Se incorporan como complementos las laminas MF-196, MF-198 y MF-199. MF-198 / MF-199 documentan la localizacion nacional, estatal y municipal con fuentes de control. Las geometrias maestras de CUSTF y concesion no se modifican.

Índice · III-A / Carta

Gráficos, esquemas y cuadros de construcción

Código	Contenido	Revisión	Página(s) PDF
MF-026	Diagrama de flujo de la operación minera	REV07	5
MF-183	Carbono almacenado y afectado	REV07	6
MF-184	Comparación de escenarios de erosión	REV07	7
MF-194	Esquema de rescate, traslado y reubicación	REV07	8
MF-195	Esquema de restauración y revegetación	REV07	9
MF-013	Proyecto, componentes y concesión: cuadros	REV08	10–12
MF-014	Cuadro único del polígono MIA-P / CUSTF	REV08	13

MF-013 remite al cuadro único MF-014 para el polígono general del estudio. MF-014 reproduce los vértices V01–V16 de MF-011. No existen dos geometrías diferentes por tratarse de dos trámites.

Impresión: use únicamente IMPRIMIR_III_A_CARTA_REV08 y IMPRIMIR_III_B_DOBLE_CARTA_REV08 al 100 %. El PDF completo es la alternativa de lectura mixta. No duplicar láminas individuales ni la compilación ETJ-G.

Índice · III-B / Doble carta

Planos y referencias temáticas; fuentes y revisiones conservadas

Código	Contenido	Revisión	Página PDF
MF-010	Polígono de la MIA-P y contexto de concesión	REV05	14
MF-011	Polígono solicitado para CUSTF	REV05	15
MF-005	Topografía de soporte, tajo y rampa	REV06	16
MF-015	Plano maestro de componentes georreferenciados	REV05	17
MF-017	Tajo, bancos y rampa de acceso	REV05	18
ING-02	Drenaje de corona y control de pendientes	REV05	19
MF-041	Fisiografía: clasificación de contexto	REV03	20
MF-042	Modelo digital de elevación: referencia de origen	REV03	21
MF-048	Geología regional y local: contexto de la fuente	REV03	22
MF-049	Fallas y fracturas: contexto estructural regional	REV03	23
MF-050	Edafología: extracto temático de contexto	REV03	24
MF-053	Clima y clasificación climática de referencia	REV03	25
MF-054	Cuenca hidrográfica: Río Grande de Amacuzac	REV05	26
MF-055	Subcuenca hidrográfica: Progreso–Huautla	REV05	27
MF-056	Microcuenca de referencia	REV05	28
MF-058	Escurrimientos locales y manejo superficial	REV07	29
MF-067	Uso del suelo y vegetación	REV06	30
MF-078	Distribución del muestreo forestal	REV06	31
MF-089	Diseño de muestreo de fauna	REV06	32
MF-093	Contexto espacial de la evidencia faunística	REV06	33
MF-121	Área de influencia directa	REV05	34
MF-122	Influencia indirecta por rutas de efecto	REV06	35
MF-132	Revegetación y reforestación propuesta	REV06	36
MF-145	Retiro y manejo del suelo vegetal	REV06	37
MF-151	Restauración progresiva	REV06	38
MF-198	Ubicacion nacional del proyecto	REV01	41
MF-199	Ubicacion estatal y municipal del proyecto	REV01	42

Lectura, fuentes y alcance

Reglas de uso de esta edición

Geometrías conservadas. Se utilizan los maestros EPSG:6369 y los derivados EPSG:32614 ya presentes en B77. No se modifican el tajo, el CUSTF, las obras, las superficies o la cota Z para obtener los cuadros.

Planos y contexto. Se mantienen 19 planos WGS84, seis referencias temáticas en su presentación de origen y cinco gráficos o esquemas. No se atribuye una nueva reproyección a las seis referencias.

Cuadros de construcción. La tabla MIA/CUSTF contiene todos los vértices de lectura y el lado de cierre. Los rumbos y distancias se calculan de coordenadas completas. Cierre algebraico cero no demuestra exactitud de campo.

Concesión y evidencia. El duplicado de 2026, la corrección de 2023, la constancia de 2025 y el mosaico de 2024 se entregan como fuentes separadas. Las diferencias documentales se registran sin editar los originales.

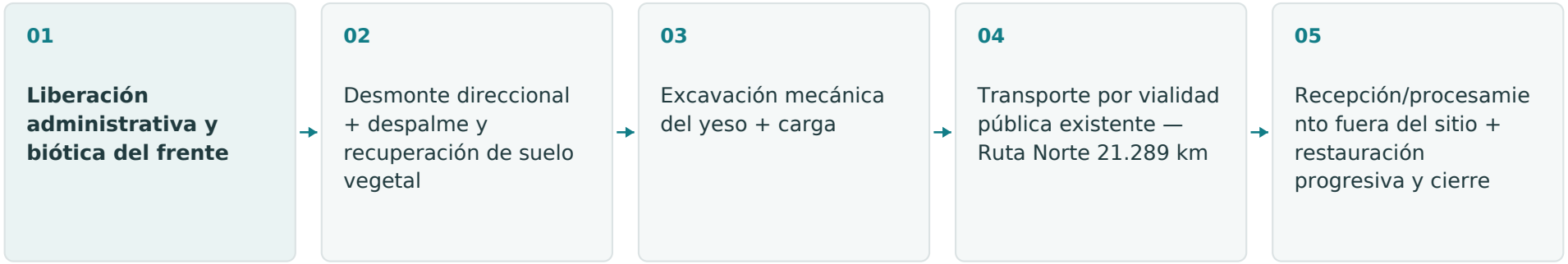
Componentes y superficies. Los anillos del tajo, la franja y los objetos de disipadores se entregan completos en datos. No sumar áreas superpuestas ni crear polígonos para elementos lineales o puntuales sin una huella respaldada.

Destinos y límites. Tomo III y ETJ-G contienen este atlas. Los cuadros se incorporan también al complemento de ETJ-A y a Tomo VI. Los seis instrumentos no cambian de revisión. Esta edición no produce DWG ni una liberación administrativa.

VERSIÓN PÚBLICA

Diagrama De Flujo De La Operación Minera

Ingeniería conceptual: sin explosivos, sin trituración/beneficio ni jales en sitio.



Controles transversales

Polvo, ruido diurno, tránsito seguro, residuos y derrames.

Agua

Separar escurrimiento limpio / agua de contacto; captar, bombear, tratar/reusar según necesidad.

Suelo

Ninguna superficie mineral generada por despalme >30 días sin excavación o estabilización.

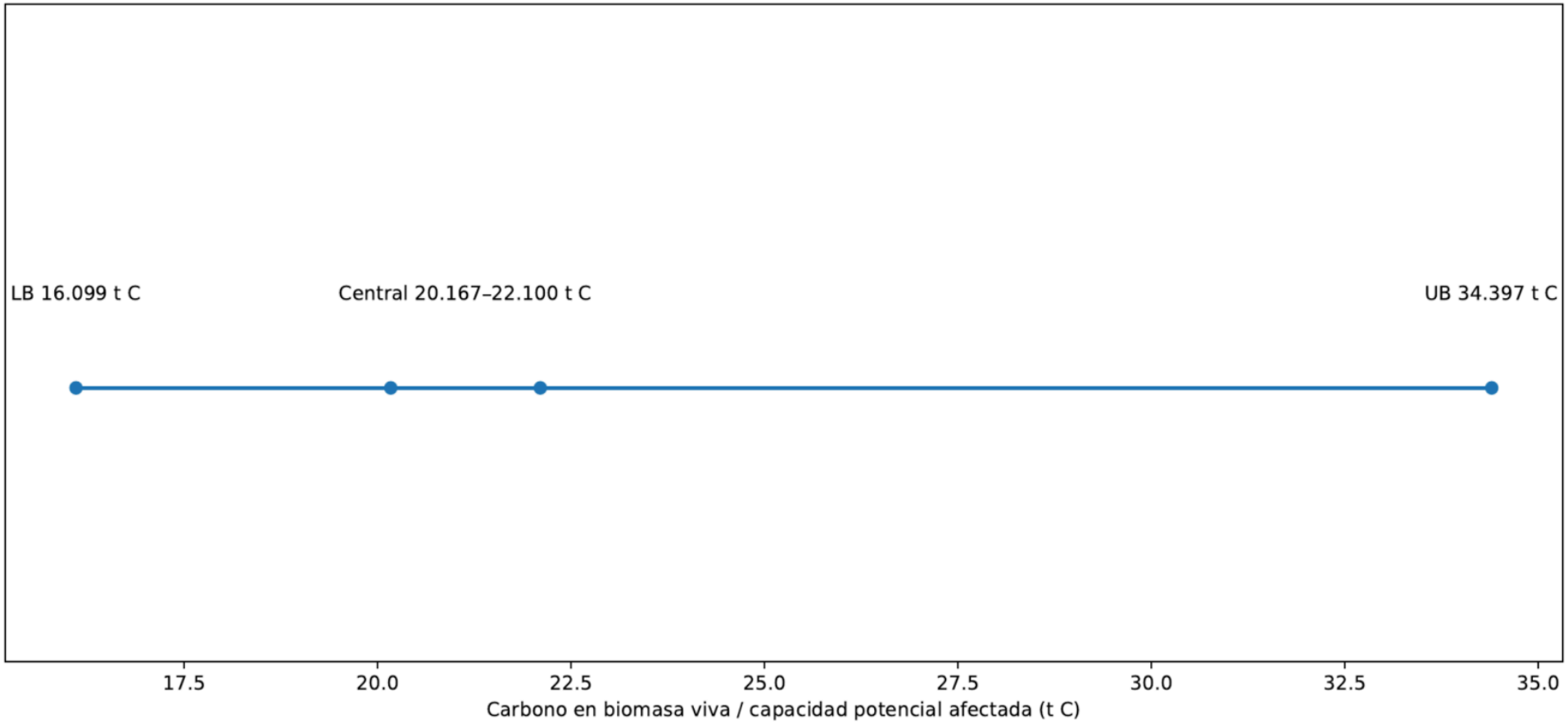
Fuente: MF-026 de B77 REV03. Se conserva íntegramente la secuencia y el contenido; sólo se recompone el diagrama para lectura y se elimina un pie truncado de origen.

Carbono almacenado y afectado

Proyecto Las Palmas | Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. | MF-183

Producto Cartográfico Formal De La Matriz Maestra 195

Intervalo técnico gobernante; el límite superior conservador no es un percentil estadístico ni una emisión instantánea.



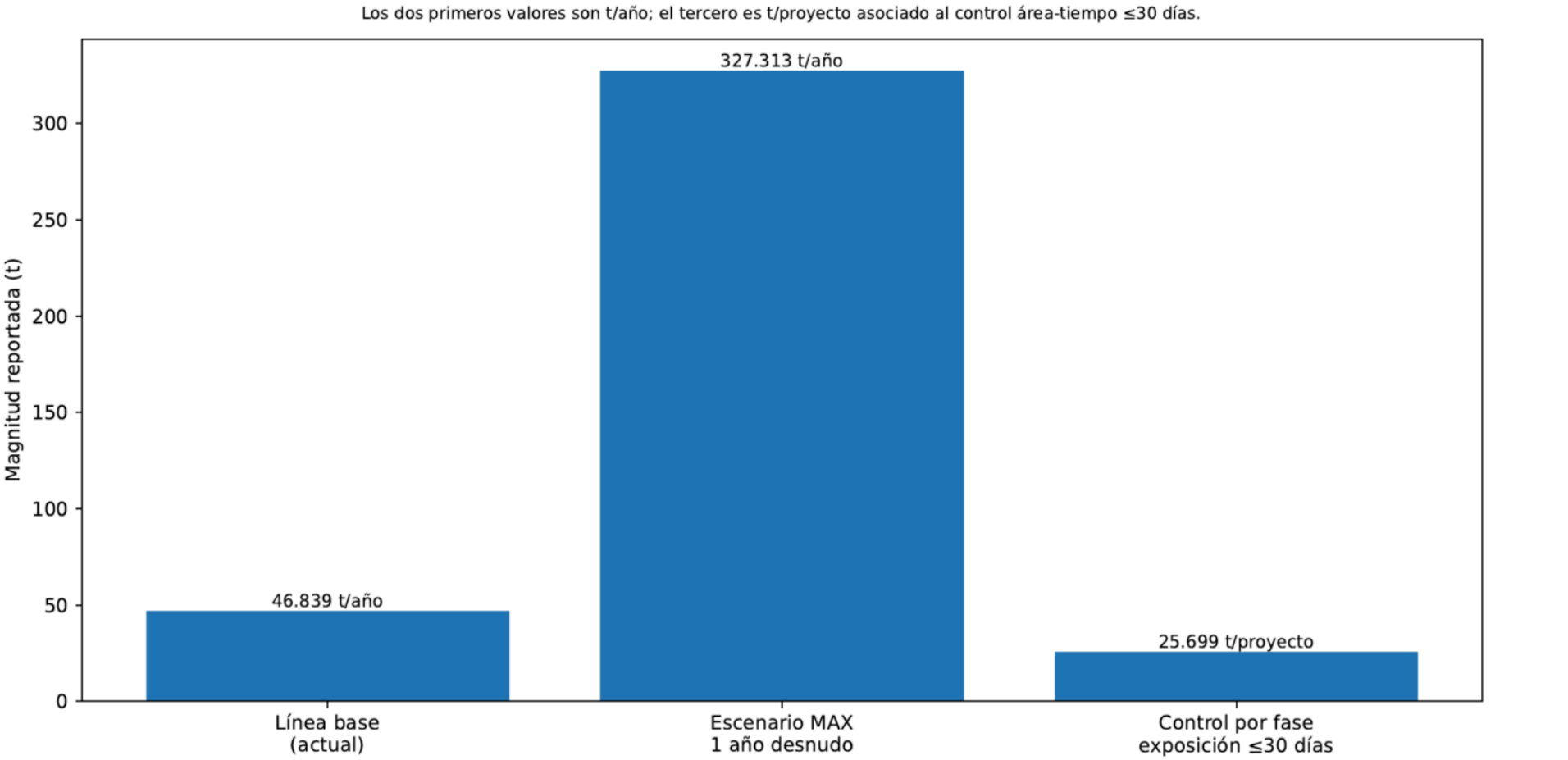
FFM: 0 t C de crédito cuantitativo. La recuperación futura de carbono no se acredita sin evidencia de establecimiento/monitoreo.

MF-183 | REV00 | Fuente: B09 figura cuantitativa REV00. Geometría/simbología fuente no modificadas.

Comparación erosión sin proyecto / con proyecto / mitigada

Proyecto Las Palmas | Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. | MF-184

Producto Cartográfico Formal De La Matriz Maestra 195



Interpretación: el escenario MAX es un límite superior hipotético y no describe el programa real. El compromiso operativo es no mantener suelo mineral expuesto >30 días sin excavación o estabilización.

MF-184 | REV00 | Fuente: B09 figura cuantitativa REV00. Geometría/simbología fuente no modificadas.

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Rescate, Traslado Y Reubicación

LP · MF-194

Decidir por individuo o evento antes de intervenir

01

Delimitar

Frente programado, estacado y exclusión.

02

Inspeccionar el 100 %

Registrar hallazgos y decidir el manejo.

03

Resolver el evento

Definir y ejecutar la medida antes de liberar el frente.

FLORA

Retener y manejar selectivamente

Retención in situ; rescate/reubicación cuando sea viable; germoplasma, propagación o establecimiento según el programa.

FAUNA

Favorecer escape seguro

Ahuyentamiento dirigido; captura sólo cuando sea necesaria. Nido o refugio activo: exclusión y suspensión local.

Si existe reubicación	Receptor georreferenciado, disponible, compatible, con capacidad, densidad y mantenimiento documentados.
Seguimiento	Cohortes trazables; supervivencia ≥80 %. Diagnóstico y corrección antes de reposición.

Brahea dulcis: manejo conservador y selectivo.

HRS-EPS | MIA-P / ETJ | Revisión gráfica 01

03 septiembre 2026

Fuente: ETJ REV40 y MIA-P REV30. Esquema sin escala.

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Restauración Y Revegetación

LP · MF-195

Recuperación funcional con verificación de desempeño

01

Liberar la superficie

Cuando deje de ser necesaria, verificar estabilidad y drenaje.

02

Preparar el sustrato

Reperfilar o escarificar donde proceda; restituir suelo vegetal elegible.

03

Establecer vegetación

Revegetar con material y métodos compatibles con el sitio.

04

Controlar y mantener

Inspeccionar erosión, drenaje, cobertura y establecimiento.

05

Corregir desviaciones

Diagnosticar causas, ejecutar acciones y verificar su eficacia.

06

Verificar el éxito

Seguimiento mínimo de 7 años, extensible hasta éxito o plazo aplicable.

Límite de diseño Sin relleno total del pit ni lago como caso base. Suelo sólo donde exista retención y estabilidad.

La recuperación de carbono se verificará; no se acredita hoy una captura futura en toneladas.

HRS-EPS | MIA-P / ETJ | Revisión gráfica 01

03 septiembre 2026

Fuente: ETJ REV40 y MIA-P REV30. Esquema sin escala.

Cuadros de construcción del proyecto

MF-013 · Identificación y correspondencia de polígonos

El polígono general de estudio representado en MF-010 coincide con CUSTF_AE_2D. Su cuadro único se presenta en MF-014 y sirve a la MIA-P y al ETJ. La concesión minera es una delimitación distinta y no sustituye la superficie de estudio.

ID	Objeto	Vértices	Área (m²)	Perímetro (m)	Cuadro
CON_WGS	Concesión minera (contexto)	5	350,000.0000	2,400.000	CON_WGS
MIA_CUSTF	Polígono de estudio MIA-P / CUSTF	16	10,566.9967	428.498	MF-014
TAJO	Límite del tajo	973	10,094.2905	427.359	Cuadro digital completo
FRANJA	Franja operacional	184	887.5859	201.045	Cuadro digital completo

La capa DISIPADORES_2D conserva 8 objetos: huellas y enrocamientos identificados por separado en las hojas DIS. No equivalen a 8 disipadores independientes; se preserva el tipo e identificador de la fuente maestra.

No sumar las áreas de esta tabla para obtener la superficie intervenida: los componentes pueden superponerse. La tabla describe las geometrías existentes y no acredita, por sí sola, su inclusión completa en CUSTF o derechos sobre los predios.

Se entregan XLSX con fórmulas, CSV con coordenadas completas y PDF digital de los cuadros de tajo, franja y disipadores. No se simplifican los anillos densificados para reducir la cantidad de vértices. Los ejes y puntos no se convierten en polígonos mediante anchos supuestos.

Fuente geométrica: LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg; maestro preservado: MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg. WGS84 / UTM zona 14N, EPSG:32614; unidades horizontales en metros.

Concesión: cuadro documental

MF-013 · Fuente minera · Título 159713

Transcripción de las coordenadas del mosaico minero de octubre de 2024, que declara ITRF2008, época 2010. Los lados y las distancias se cotejan contra la página de localización del duplicado expedido el 05/08/2026. No se sustituyen por coordenadas WGS84.

Punto	Este (m)	Norte (m)	Lado	Rumbo literal	Distancia (m)
P.P.	490697.951	2060739.141	P.P. → 1	W	100.000
1	490597.951	2060739.141	1 → 2	N	200.000
2	490597.951	2060939.141	2 → 3	E	500.000
3	491097.951	2060939.141	3 → 4	S	700.000
4	491097.951	2060239.141	4 → 5	W	500.000
5	490597.951	2060239.141	5 → 1	N	500.000

Área documental: 35 ha (350,000 m²). Perímetro: 2,400 m. La liga P.P. → 1 de 100 m es auxiliar y no integra el perímetro. Se conserva el punto 1 sobre el lado occidental, aunque sea colineal con los puntos 2 y 5.

P.P. corregido en el título: 18° 38' 15.6002" N; 99° 05' 17.4892" O. Resolución SE/610/8359/2023 del 19/10/2023, reproducida en el duplicado de 2026. Las coordenadas anteriores sustituidas por la corrección no se emplean.

Fuentes: LPS-MIN-04 (mosaico, página 1); LPS-MIN-02 (duplicado, página 3); LPS-MIN-03 (corrección, página 3 y resolución, páginas 5–8). El cuadro de origen expresa cierre algebraico; no permite deducir exactitud de levantamiento.

Concesión: derivado de intercambio

MF-013 · WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614

Coordenadas del derivado ya utilizado en B77, capa CONCESION_2D. Se conserva el orden 1–5 del título y el anillo completo. Este cuadro es de presentación ambiental y no una modificación del título minero.

Vértice	Siguiente	Este (m)	Norte (m)	Azimut (°)	Rumbo	Distancia (m)
1	2	490597.951279	2060739.142005	0.000000	N	200.000
2	3	490597.951279	2060939.142005	90.000000	E	500.000
3	4	491097.951279	2060939.142005	180.000000	S	700.000
4	5	491097.951279	2060239.142005	270.000000	O	500.000
5	1	490597.951279	2060239.142005	0.000000	N	500.000

Área por coordenadas completas: 350,000.0000 m²; perímetro: 2,400.000 m. El cierre se produce al regresar de 5 a 1. Coordenadas impresas a 6 decimales; distancias a 3; no equivalen a precisión de campo.

Cotejo separado con el mosaico: diferencia máxima entre sus coordenadas impresas y el maestro ITRF2008: 0.000981 m. Se conserva esa diferencia de representación, sin desplazar el maestro ni editar los originales.

Operación de intercambio conservada: Inverse of UTM zone 14N + Mexico ITRF2008 to WGS 84 (1) + UTM zone 14N. La precisión de 1 m declarada en la memoria previa de transformación no certifica la del levantamiento; las cotas Z permanecen sin transformación.

La abreviatura de longitud W.G. del título no se toma como una declaración de datum WGS84. El mosaico y el maestro conservan su referencia explícita; el derivado WGS84 se identifica por separado.

Polígono de estudio MIA-P / CUSTF

MF-014 · Cuadro único · WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614

Capa CUSTF_AE_2D. Se mantienen los 16 vértices de MF-011, su orden y sentido. Hoja 1 de 1. Cada renglón describe el lado que parte del vértice y termina en «Siguiente».

Vértice	Siguiente	Este (m)	Norte (m)	Azimut (°)	Rumbo	Distancia (m)
V01	V02	490734.287310	2060613.484246	109.334808	S 70° 39' 55" E	35.738
V02	V03	490768.009485	2060601.651904	83.659808	N 83° 39' 35" E	32.144
V03	V04	490799.956809	2060605.201607	83.990995	N 83° 59' 28" E	11.303
V04	V05	490811.197534	2060606.384841	75.163310	N 75° 09' 48" E	30.974
V05	V06	490841.138906	2060614.316208	35.217594	N 35° 13' 03" E	20.774
V06	V07	490853.119153	2060631.288224	10.954060	N 10° 57' 15" E	15.762
V07	V08	490856.114214	2060646.762709	346.902134	N 13° 05' 52" O	18.071
V08	V09	490852.019115	2060664.363318	295.740288	N 64° 15' 35" O	20.391
V09	V10	490833.651252	2060673.219086	292.134788	N 67° 51' 55" O	23.602
V10	V11	490811.789151	2060682.111831	273.655509	N 86° 20' 40" O	17.109
V11	V12	490794.715451	2060683.202625	270.855098	N 89° 08' 42" O	66.897
V12	V13	490727.825742	2060684.200979	268.602819	S 88° 36' 10" O	20.472
V13	V14	490707.359488	2060683.701802	266.905942	S 86° 54' 21" O	18.497
V14	V15	490688.889941	2060682.703448	230.606655	S 50° 36' 24" O	13.983
V15	V16	490678.083685	2060673.829191	132.220833	S 47° 46' 45" E	43.139
V16	V01	490710.031009	2060644.839953	142.275006	S 37° 43' 30" E	39.643

Superficie: 10,566.9967 m² = 1.056699671 ha. Perímetro: 428.498 m. Cierre algebraico del anillo completo: ΔE = 0.000000 m; ΔN = 0.000000 m.

Azimut de cuadrícula, medido desde el norte en sentido horario. Distancias horizontales calculadas entre coordenadas completas; no distancias sobre terreno. Las coordenadas impresas y la cantidad de decimales no constituyen precisión de replanteo.

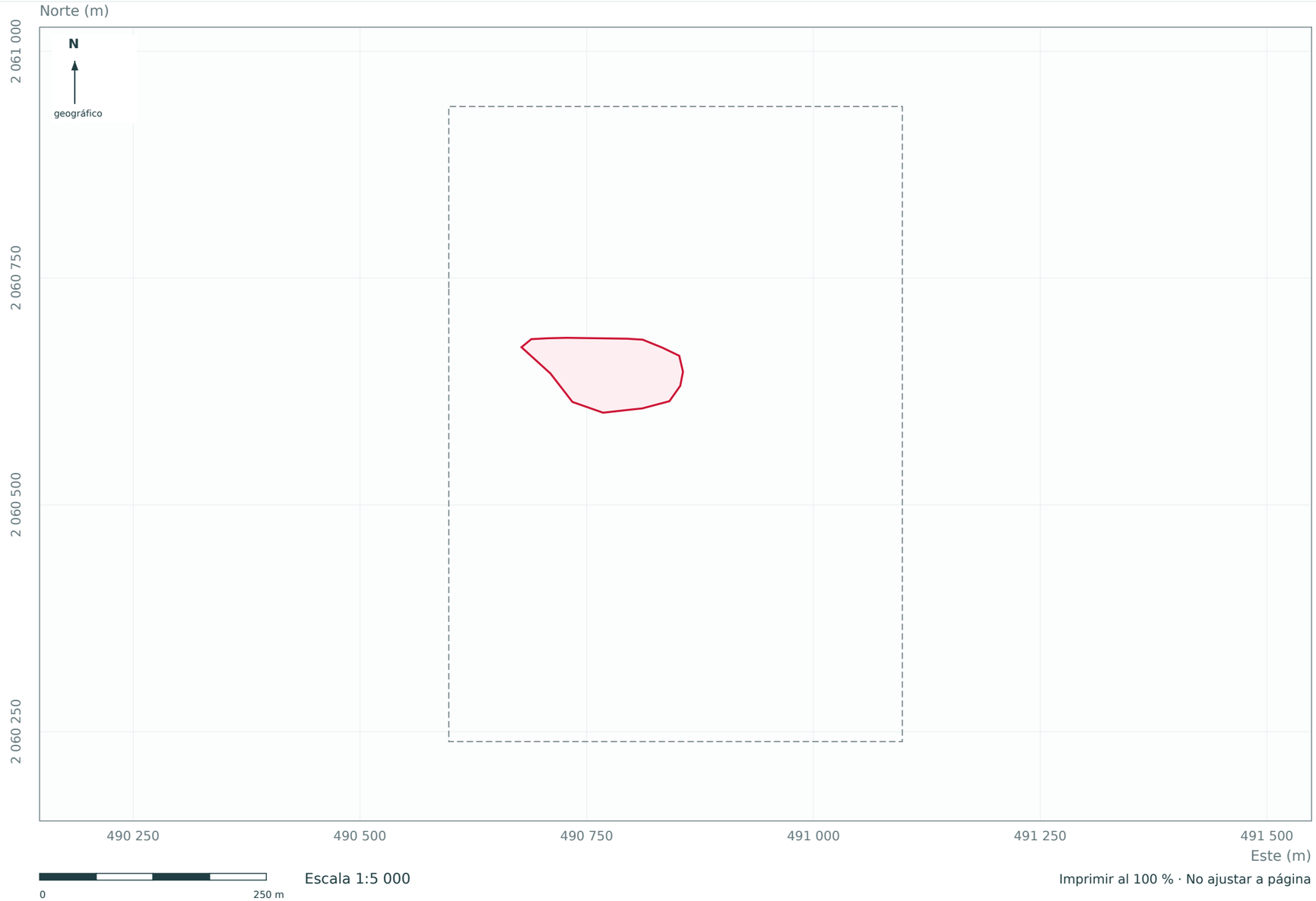
Fuente: LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg / CUSTF_AE_2D / objeto 1. Libro LPS_CUADROS_CONSTRUCCION_REV08.xlsx, hoja MIA_CUSTF; datos completos en CSV. No se modifican la superficie solicitada ni la geometría.

VERSIÓN PÚBLICA

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Polígono De La MIA-P Y Contexto De Concesión

LPS · MF-010 · REV05



Escala 1:5 000

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

35 ha · concesión

Dato de la fuente de control

Simbología

- Concesión minera
- MIA-P / CUSTF

Criterio De Lectura

La concesión aporta el contexto minero. La superficie solicitada se representa por separado; no se equipara a toda la concesión ni acredita derechos sobre la superficie.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

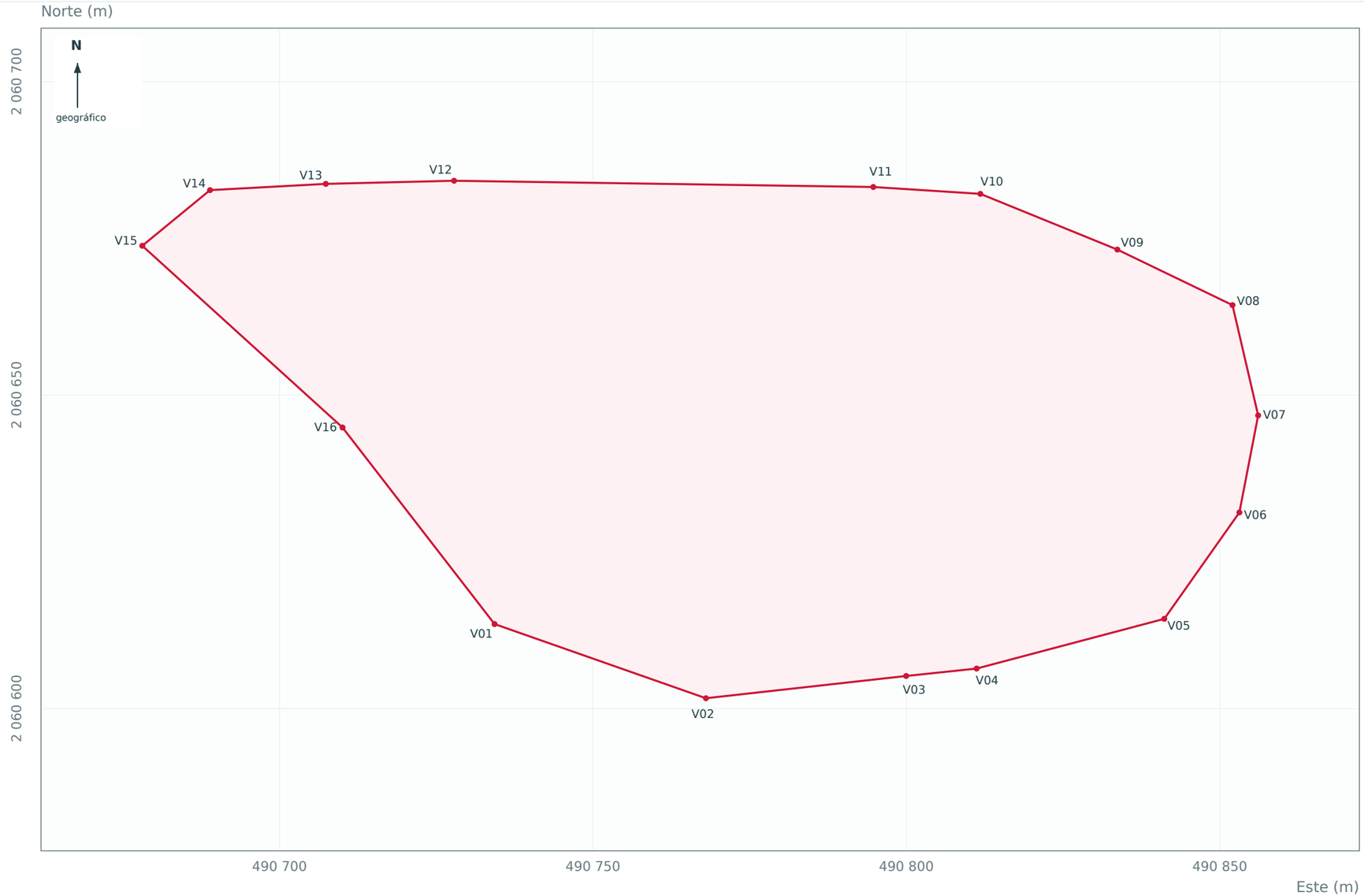
Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Polígono Solicitado Para CUSTF

LPS · MF-011 · REV05



Escala 1:750

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

1.056699671 ha

Dato de la fuente de control

Simbología

CUSTF / área de estudio

Criterio De Lectura

La numeración V01–V16 corresponde a los vértices de lectura del anillo, no a mojoneras certificadas. Coordenadas en el CSV del Tomo VI.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

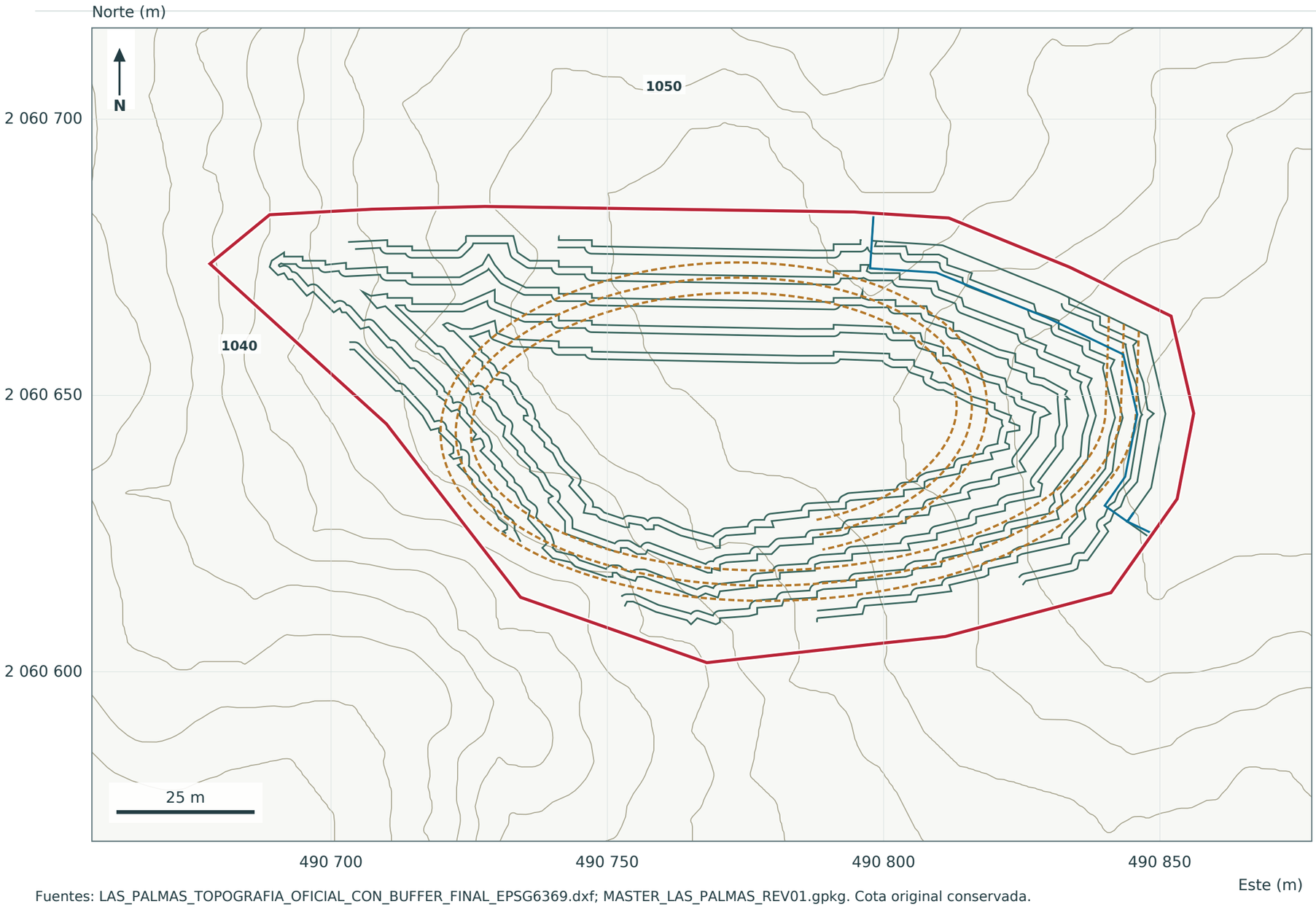
Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

Topografía De Soporte, Tajo Y Rampa

LPS · MF-005



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Curvas de nivel oficiales (m)
- Tajo y bancos
- Rampa temporal
- Franja operacional

Criterio De Lectura

Curvas oficiales recuperadas del paquete técnico final. Equidistancia de origen: 2 m. No se interpolan ni redigitalizan.

Geometrías de tajo, rampa y CUSTF conservadas. No es una nueva cubicación ni un levantamiento.

La cota Z permanece en el datum de origen. Ver memoria final del 17/08/2026.

Fuentes: LAS_PALMAS_TOPOGRAFIA_OFICIAL_CON_BUFFER_FINAL_EPSG6369.dxf; MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg. Cota original conservada.

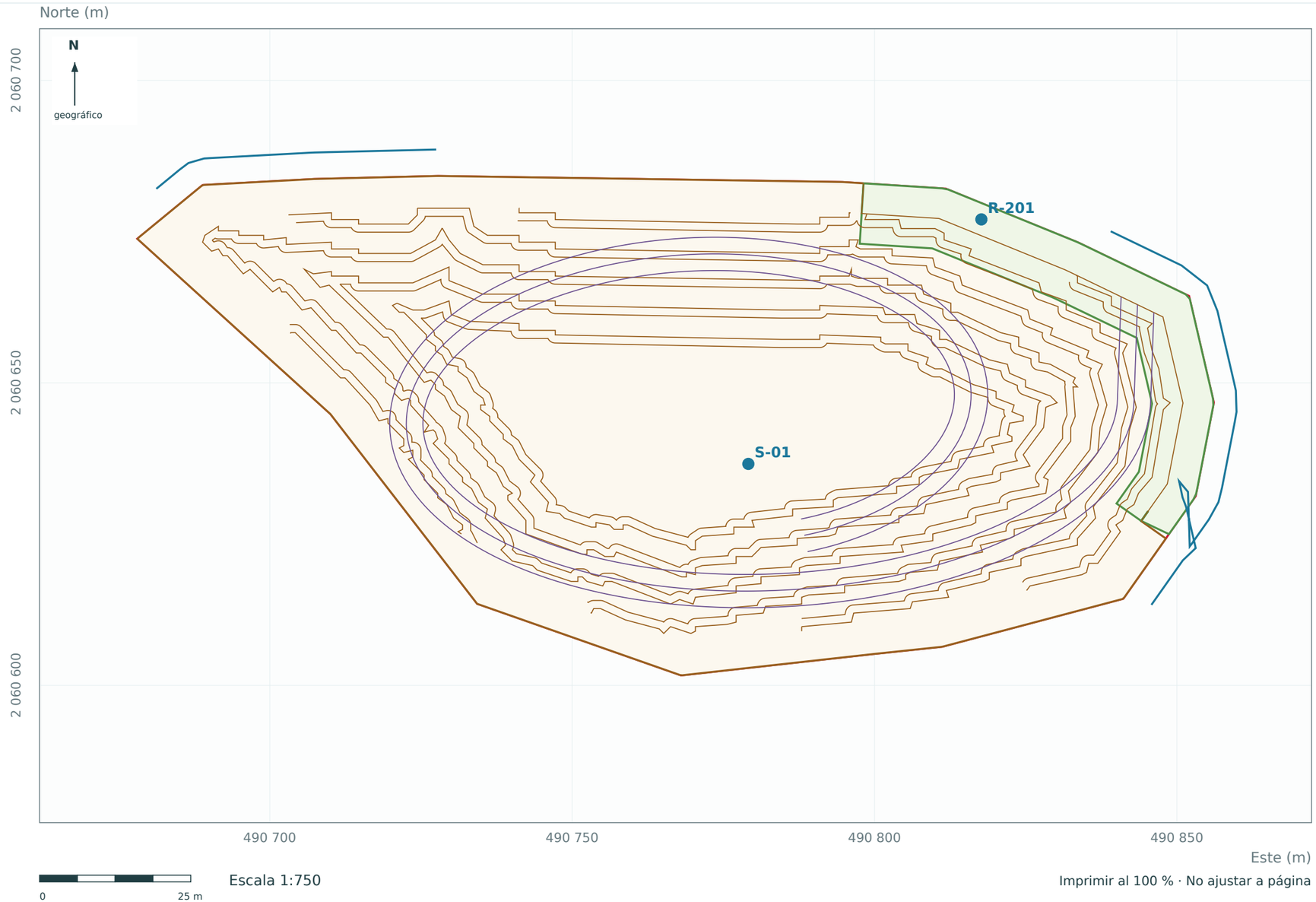
WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Plano Maestro De Componentes Georreferenciados

LPS · MF-015 · REV05



Escala 1:750

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

137,801.33 m³

Dato de la fuente de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Límite del tajo
- Franja operacional
- Bancos y bermas del tajo
- Rampa (eje y bordes)
- Cuneta de corona (eje)
- Agua de contacto (puntos)

Criterio De Lectura

Se representan sólo los componentes con geometría recuperada. S-01 y R-201 son ubicaciones conceptuales; las instalaciones individuales y T-201/P-201 no se replantean ni se ubican por inferencia.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

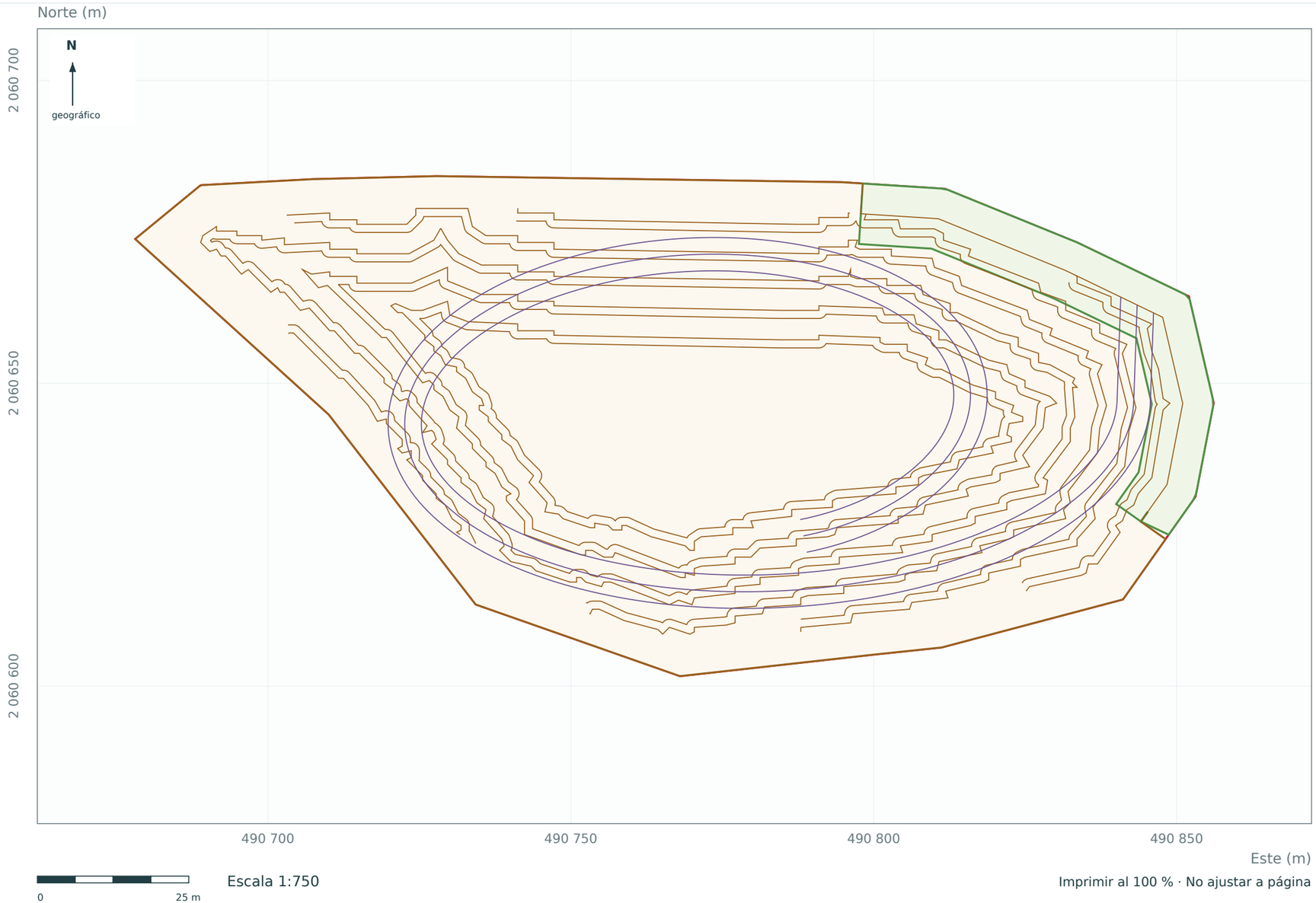
La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Tajo, Bancos Y Rampa De Acceso

LPS · MF-017 · REV05



Escala 1:750

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

137,801.33 m³

Dato de la fuente de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Límite del tajo
- Franja operacional
- Bancos y bermas del tajo
- Rampa (eje y bordes)

Criterio De Lectura

Volumen geométrico de la memoria final, sin recálculo. Plataforma de rampa: 5.50 m; pendiente longitudinal: 10 %. Ingeniería conceptual; no diseño para construcción.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

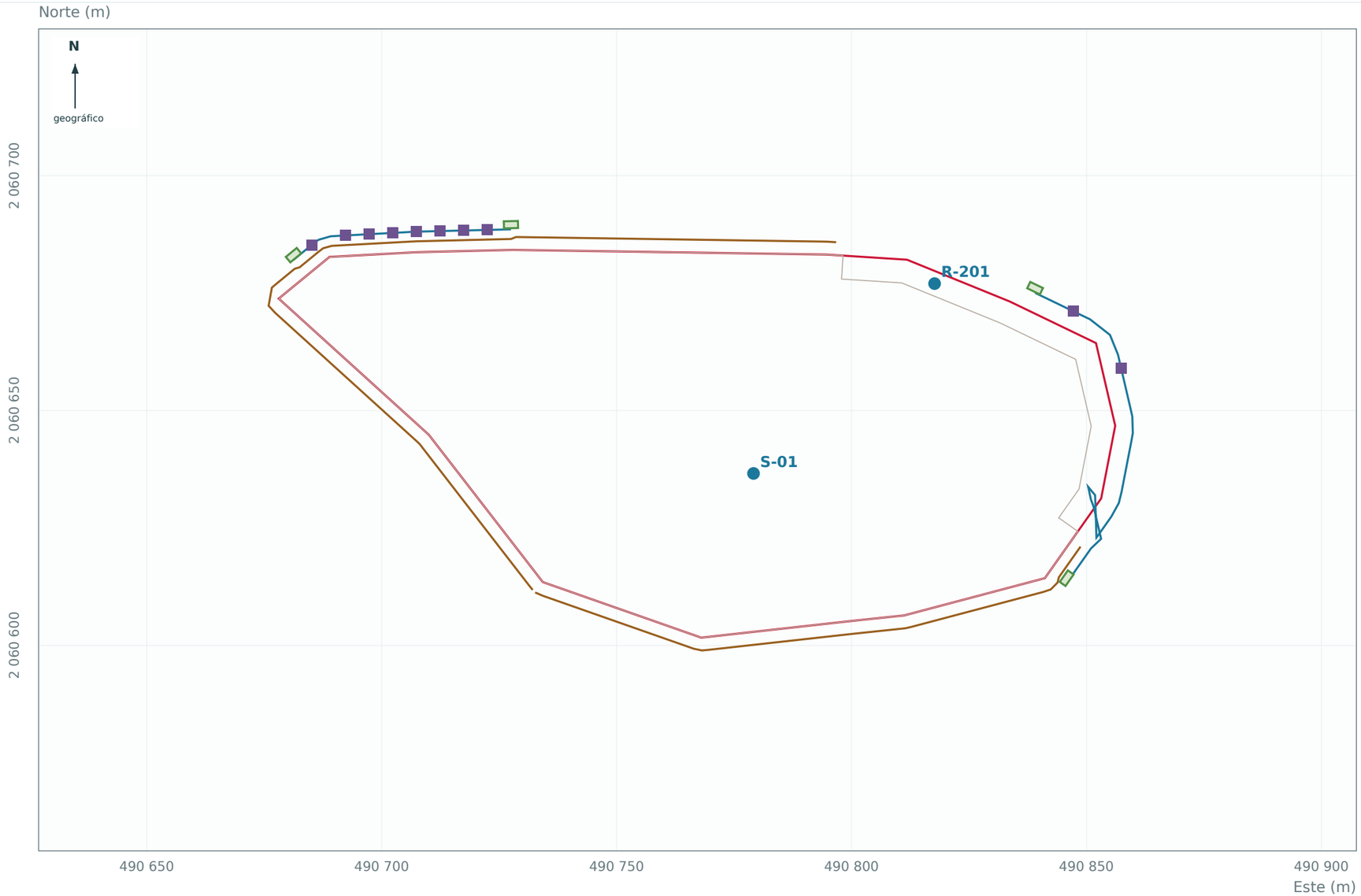
Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

VERSIÓN PÚBLICA

Drenaje De Corona Y Control De Pendientes



Escala 1:1 000

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

146.485 m · cuneta

Dato de la fuente de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Límite del tajo
- Cuneta de corona (eje)
- Berma de corona
- Control de pendiente
- Huella del disipador
- Agua de contacto (puntos)

Criterio De Lectura

Longitud horizontal del eje; no suma bordes ni bermas. 10 controles de pendiente y 4 disipadores. Las huellas y el enrocamiento no se cuentan como estructuras distintas. Se conserva el alcance conceptual.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

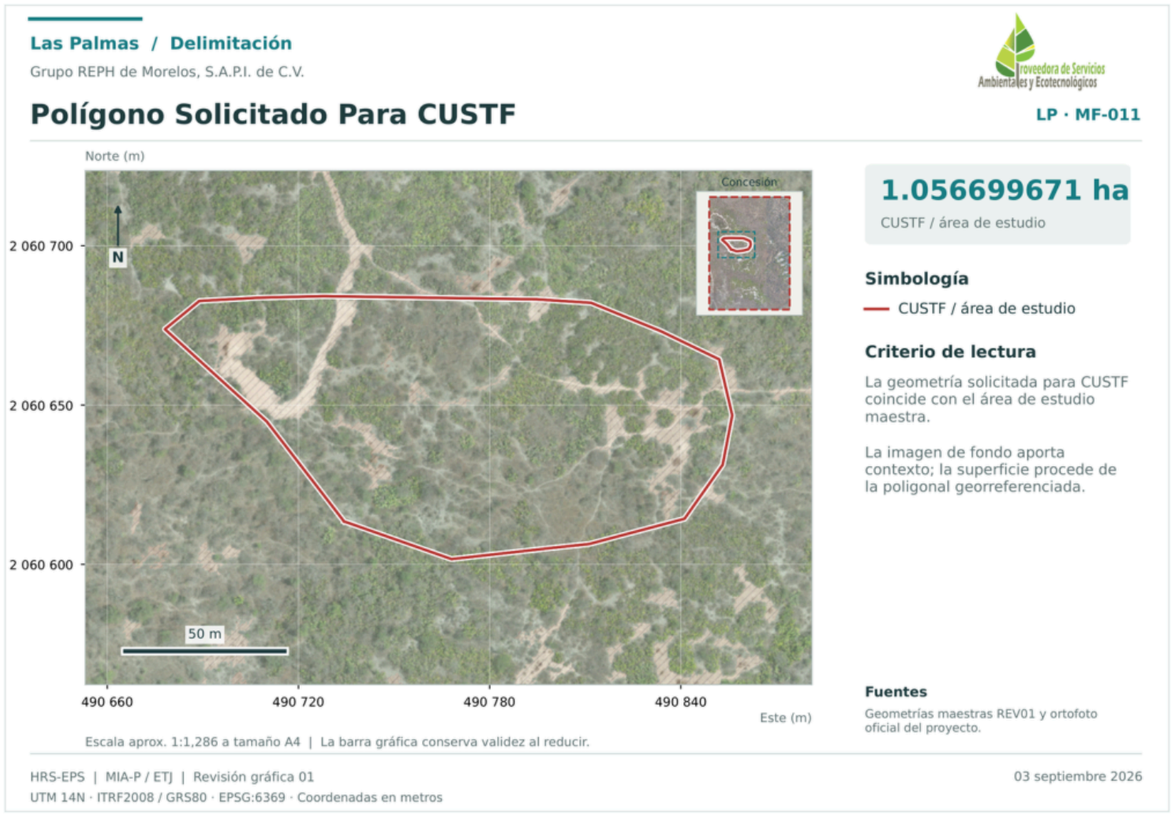
Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

Fisiografía

Lámina de contexto con clasificación fisiográfica controlada; no redigitaliza límites temáticos INEGI no montados.



Base B67: CUSTF y contexto inmediato. La fisiografía se reporta como clasificación de control.

Clasificación fisiográfica del proyecto

Provincia	Sierra Madre del Sur
Subprovincia	Sierras y Valles Guerrerenses
Topoforma	Lomerío Típico
Relieve regional	1,032-1,103 m s.n.m.
Pendiente screening	7.72° media; P90 14.30°

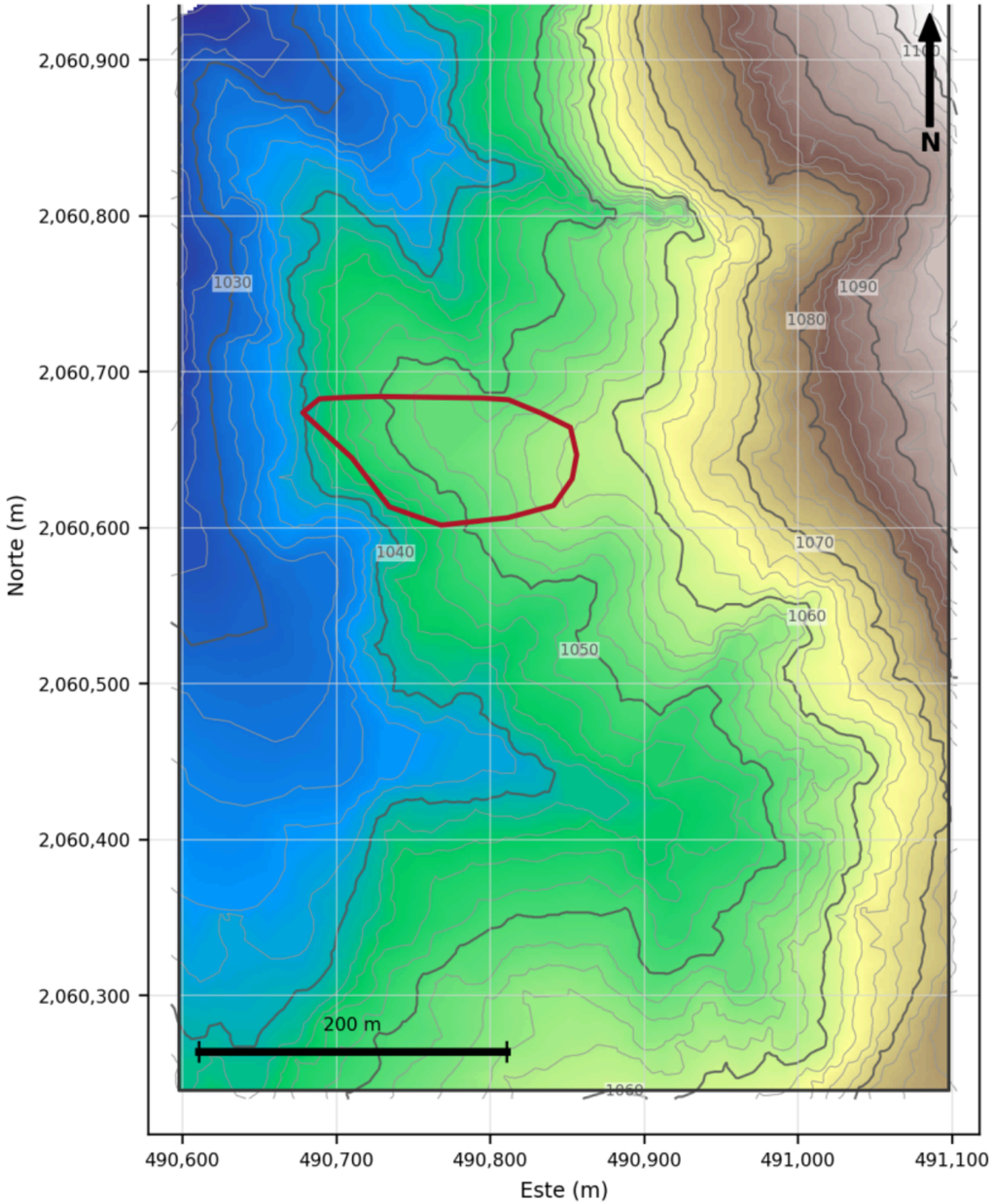
Limitación

La clasificación proviene del control INEGI/P07/B65. La geometría temática fisiográfica bruta no está montada en este runtime, por lo que MF-041 no dibuja límites provinciales o subprovinciales inventados. La topografía oficial del sitio gobierna cotas y diseño; el MDE regional sólo caracteriza continuidad de relieve.

Modelo Digital de Elevación – MDE

Proyecto Las Palmas | Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V. | MF-042

Producto Cartográfico Formal De La Matriz Maestra 195



LEYENDA

- Concesión
- CUSTF / AE
- Curvas De Nivel

1040 1060 1080 1100

Elevación (m)

NOTAS

- El modelo continuo de elevación se deriva de la topografía oficial y se utiliza únicamente como representación analítica del relieve.
- Las curvas oficiales continúan siendo la fuente geométrica primaria para niveles y no son sustituidas por la superficie interpolada.
- La figura apoya la interpretación de pendiente, drenaje, erosión y configuración del pit.

FUENTES

Topografía oficial LAS_PALMAS_TOPOGRAFIA_OFICIAL_CON_BUFFER_FINAL_EPSG6369 (1).dxf; interpolación HRS-EPS; CUSTF y concesión master.

CRS: EPSG:6369 - Mexico ITRF2008 / UTM zone 14

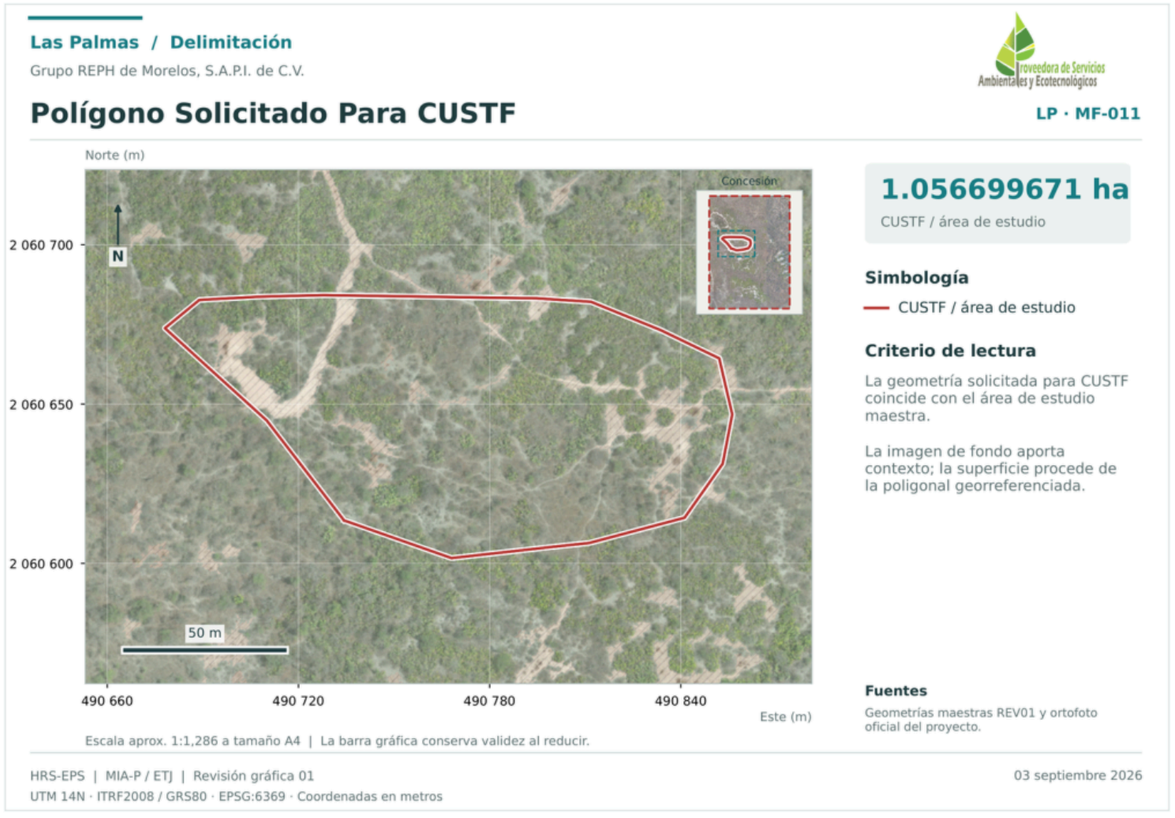
Revisión cartográfica: REV04 | 2026-09-01

MF-042 | REV00 | Fuente: AC-055 | revisiones 04. Geometría/simbología fuente no modificadas.

VERSIÓN PÚBLICA

Geología Regional Y Local

Marco geológico ambiental de contexto; no sustituye exploración del yacimiento ni caracterización geotécnica.



Base B67. La unidad geológica regional se reporta como clasificación controlada.

Unidad geológica regional asignada al entorno

Edad / era	Cenozoico / Terciario
Litología	Conglomerado poligénico-Limolita
Carácter	Sedimentaria
Fuente regional	SGM / carta E14-5 + control P07/B65

Control de escala

MF-048 comunica el marco litológico regional verificado en el expediente. No se redigitaliza el polígono geológico E14-5 desde PDF ni se infiere estratigrafía local detallada. La investigación del yeso, perforación, mineralogía y geotecnia permanecen fuentes separadas. MF-170 B13 continúa gobernando el perfil geológico conceptual.

Fallas Y Fracturas

MF-049 · OLA 3 REV11

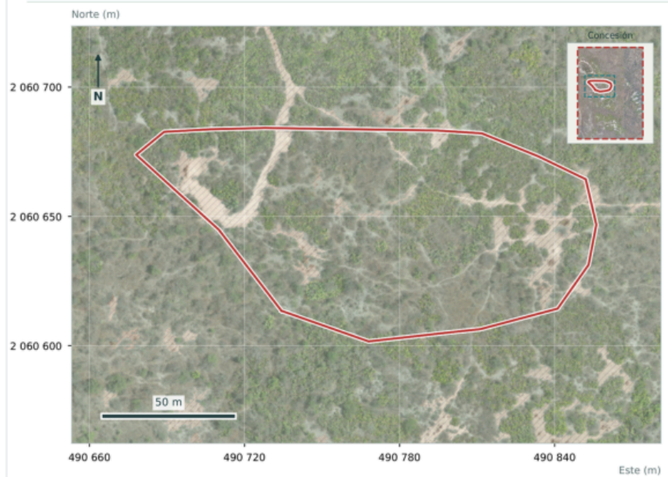
Contexto estructural regional SGM; no se dibuja falla local ni cruce del CUSTF sin el linework oficial.

Las Palmas / Delimitación

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Polígono Solicitado Para CUSTF

LP · MF-011



Escala aprox. 1:1,286 a tamaño A4 | La barra gráfica conserva validez al reducir.

1.056699671 ha

CUSTF / área de estudio

Simbología

— CUSTF / área de estudio

Criterio de lectura

La geometría solicitada para CUSTF coincide con el área de estudio maestra.

La imagen de fondo aporta contexto; la superficie procede de la poligonal georreferenciada.

Fuentes

Geometrías maestras REV01 y ortofoto oficial del proyecto.

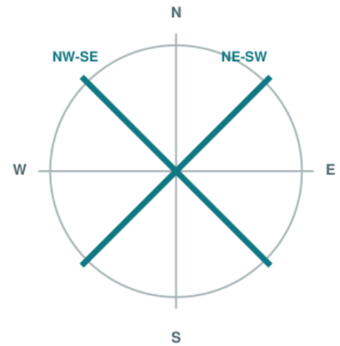
HRS-EPS | MIA-P / ETJ | Revisión gráfica 01 — 03 septiembre 2026

UTM 14N · ITRF2008 / GRS80 · EPSG:6369 · Coordenadas en metros

Base B67 del proyecto. Sin lineamientos locales añadidos por interpretación.

Contexto estructural regional — Carta Cuernavaca E14-5

El texto guía oficial del Servicio Geológico Mexicano identifica a escala 1:250,000 expresiones magnéticas regionales asociadas con contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas. El control del expediente reconoce dos familias regionales principales de lineamientos, NW-SE y NE-SW. Esta lectura regional no demuestra por sí sola una falla que intersecte el predio.



Fuente espacial identificada

El inventario histórico HRS-EPS identifica e1405lg.shp como la capa E14-5 de líneas para fallas, fracturas y estructuras tectónicas. Su referencia histórica usa UTM Zona 14N / NAD27; cualquier overlay requiere transformación CRS documentada al sistema maestro.

Limitación cartográfica obligatoria

MF-049 cierra el contexto estructural requerido, pero no afirma distancia a falla, intersección del CUSTF ni condición neotectónica local. e1405lg.shp permanece como fortalecimiento cartográfico a remontar; no se georreferencia una falla por inspección visual de un PDF.

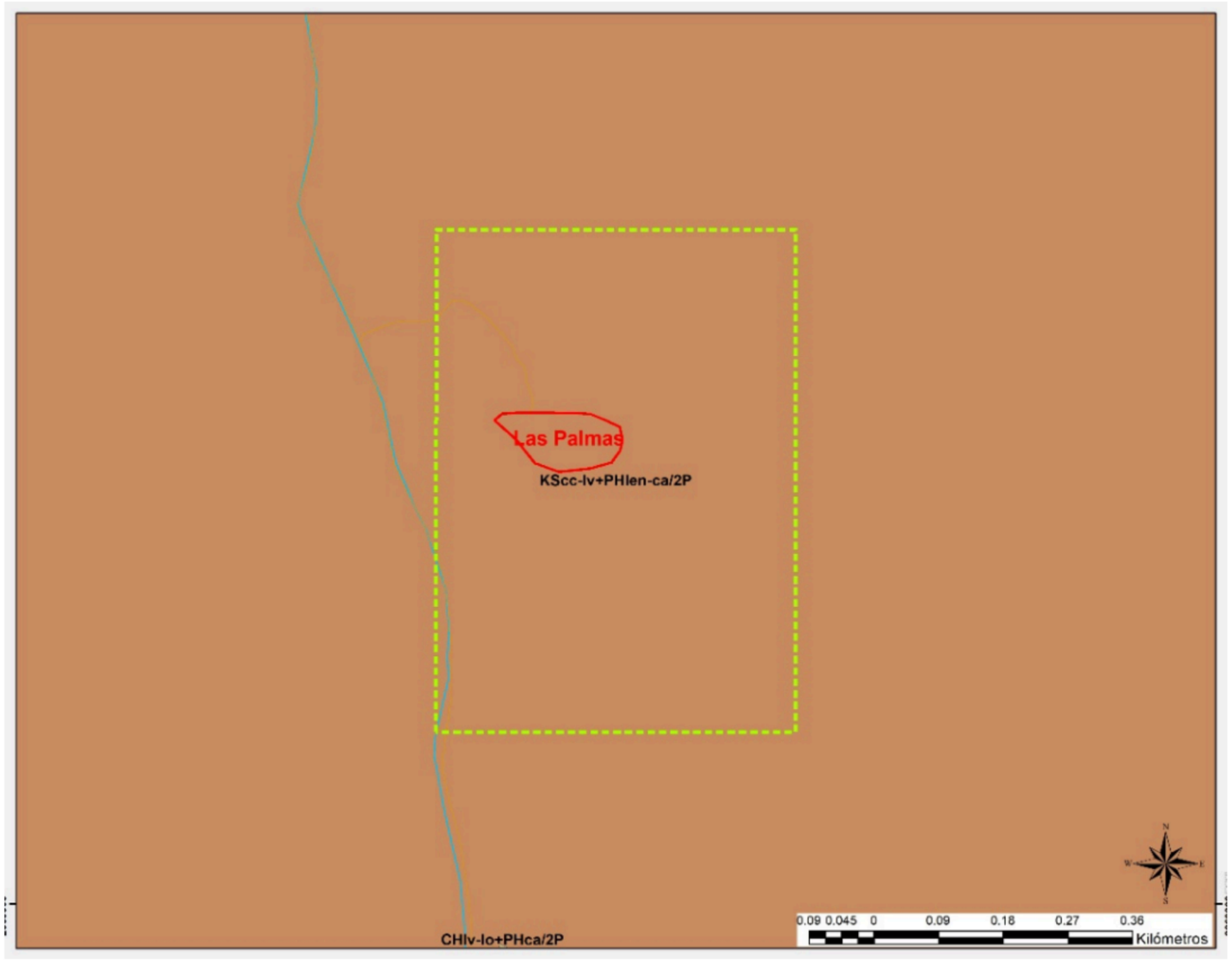
VERSIÓN PÚBLICA

Las Palmas - Edafología

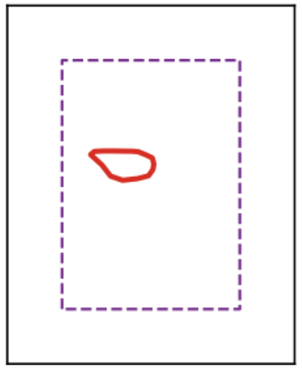
Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

MF-050-LP-REV00 | B74 - Cierre cartográfico | INEGI Serie III · escala fuente 1:250 000

Extracto cartográfico recuperado del material original del consultor



Geometría maestra vigente



Control cartográfico

Proyecto: Las Palmas

CUSTF: 1.056699671 ha

Fuente: INEGI - Conjunto Nacional de Información Edafológica, Serie III (2024)

Escala fuente: 1:250 000

CUSTF: KScc-lv+PHlen-ca/2P = 100 %

Criterio de uso

El extracto conserva la geometría temática de la fuente de trabajo Serie III. No se redigitalizan límites desde la imagen. Las superficies y porcentajes se toman del control documental vigente.

Limitación

La cartografía 1:250 000 constituye contexto edafológico regional y no sustituye la verificación del horizonte superficial recuperable ni el manejo de suelo vegetal en campo.

Fuente institucional: INEGI, Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250 000, Serie III, edición 2024. Extracto temático recuperado del archivo original del consultor; recuadro con geometrías MASTER vigentes. No se calculan nuevas superficies por redigitalización del raster.

VERSIÓN PÚBLICA

Clima / Clasificación Climática

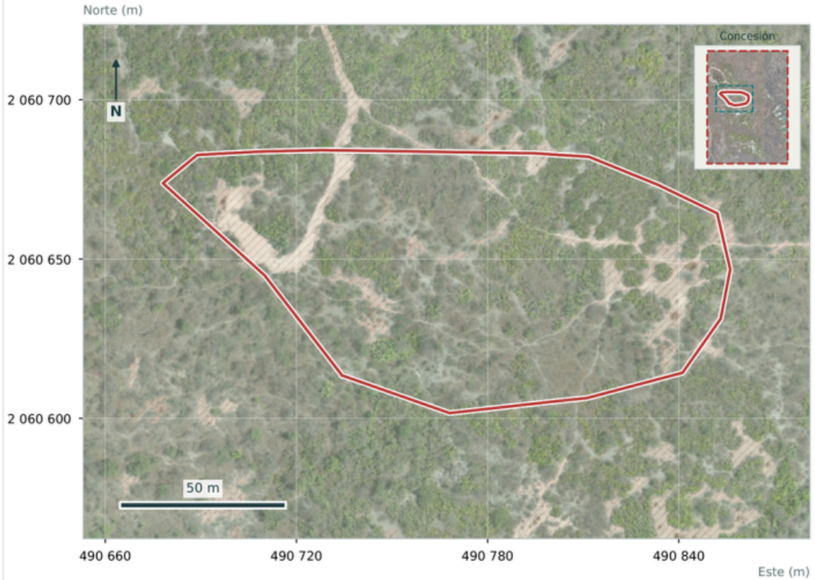
Caracterización climática regional reconciliada con B65; la interpolación P02 es apoyo espacial, no estación de sitio.

Las Palmas / Delimitación

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Polígono Solicitado Para CUSTF

LP · MF-011



1.056699671 ha

CUSTF / área de estudio

Simbología

— CUSTF / área de estudio

Criterio de lectura

La geometría solicitada para CUSTF coincide con el área de estudio maestra.

La imagen de fondo aporta contexto; la superficie procede de la poligonal georreferenciada.

Fuentes

Geometrías maestras REV01 y ortofoto oficial del proyecto.

Escala aprox. 1:1,286 a tamaño A4 | La barra gráfica conserva validez al reducir.

HRS-EPS | MIA-P / ETJ | Revisión gráfica 01

UTM 14N · ITRF2008 / GRS80 · EPSG:6369 · Coordenadas en metros

03 septiembre 2026

Base B67. La distribución climática temática no se redigitaliza sin el raster P02.

Clasificación sobre el CUSTF

(A)C(w1) - semicálido subhúmedo del grupo C

Contexto 3 km: (A)C(w1) 94.97 % | Awo 5.03 %

Precipitación P02 sobre CUSTF: 803.4 mm/año

Rango: 802.6-804.5 mm/año

Estaciones regionales de referencia

Clave	Estación	Alt. m	P mm	T °C	Dist. km
17013	Temilpa	1,135	881.2	23.8	7.66
17064	Tecomalco	1,305	654.4	23.9	10.13
17042	Zacatepec	918	816.7	24.2	10.22

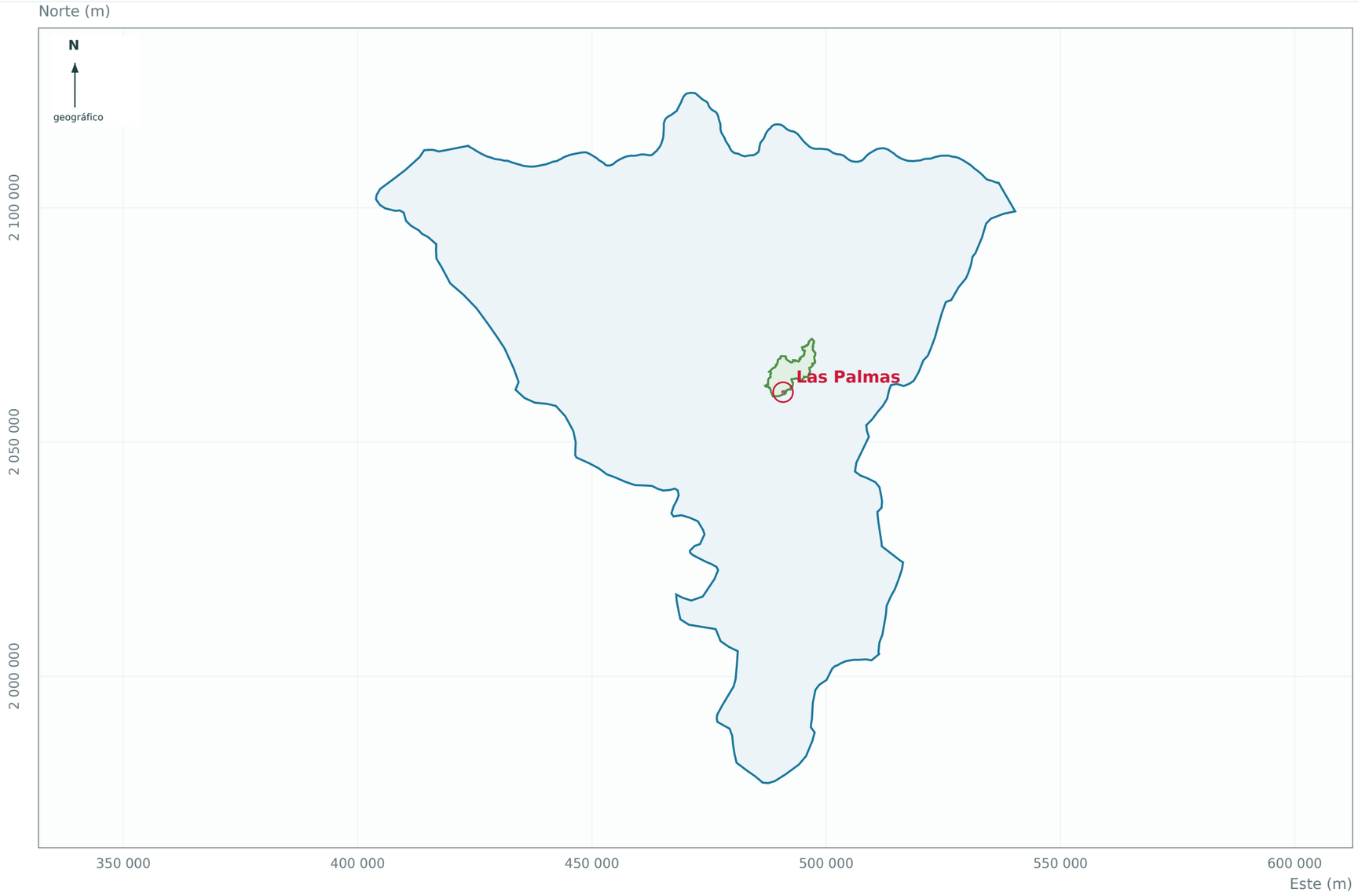
Limitación

MF-053 no recrea el raster P02 ni una normal climatológica nueva. Se reportan sólo la clasificación y valores ya reconciliados en B65.

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Cuenca Hidrográfica: Río Grande De Amacuzac

LPS · MF-054 · REV05



Imprimir al 100 % · No ajustar a página

Región hidrológica Balsas

Dato de la fuente de control

Simbología

- Cuenca de referencia
- Microcuenca del proyecto
- Concesión minera
- Ubicación del CUSTF

Criterio De Lectura

Marco hidrográfico conservado. No equivale automáticamente a región ecológica ni área de influencia, y no modifica la delimitación ambiental aprobada.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

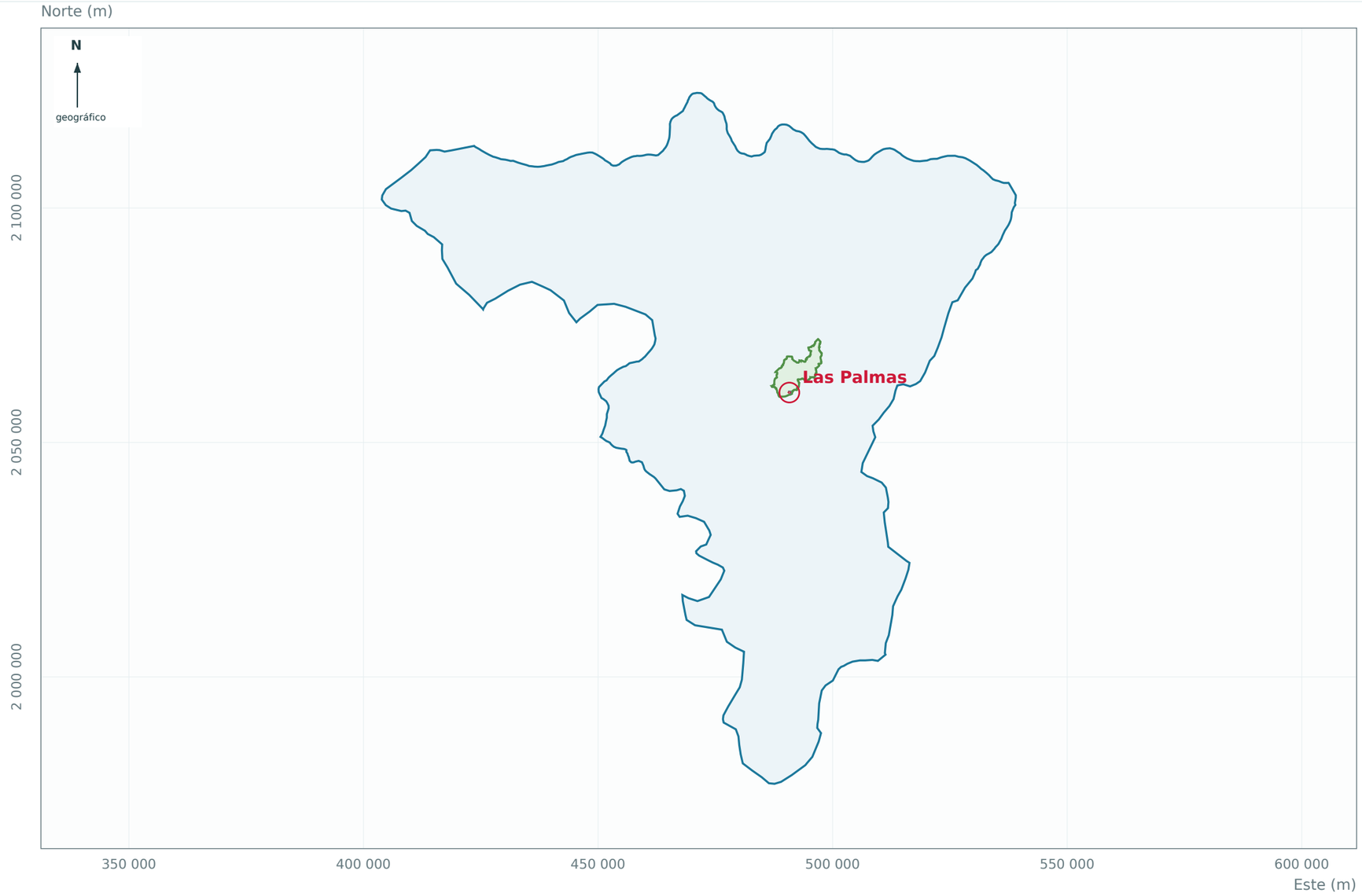
LAS_PALMAS_HIDROGRAFIA_WGS84_B77_REV05.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Subcuenca Hidrográfica: Progreso - Huautla



Imprimir al 100 % · No ajustar a página

Progreso - Huautla

Dato de la fuente de control

Simbología

- Subcuenca de referencia
- Microcuenca del proyecto
- Concesión minera
- Ubicación del CUSTF

Criterio De Lectura

Marco hidrográfico conservado. No equivale automáticamente a región ecológica ni área de influencia, y no modifica la delimitación ambiental aprobada.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

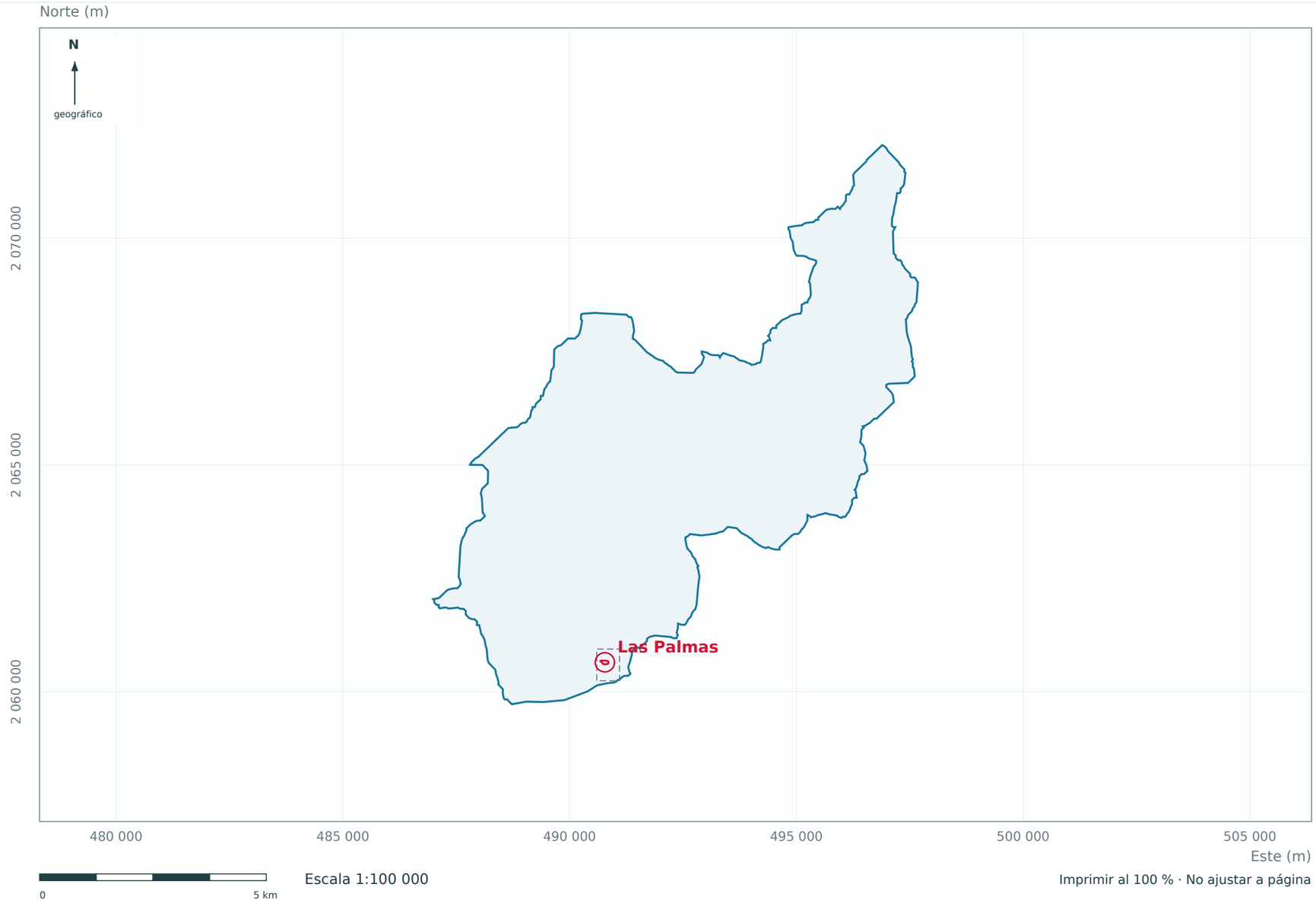
LAS_PALMAS_HIDROGRAFIA_WGS84_B77_REV05.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Microcuenca De Referencia



Escala 1:100 000

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

18-066-01-082

Dato de la fuente de control

Simbología

- Microcuenca de referencia
- Concesión minera
- Ubicación del CUSTF

Criterio De Lectura

Marco hidrográfico conservado. No equivale automáticamente a región ecológica ni área de influencia, y no modifica la delimitación ambiental aprobada. Código de control 082; la fuente conserva NOM_MIC=081 como discrepancia heredada.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

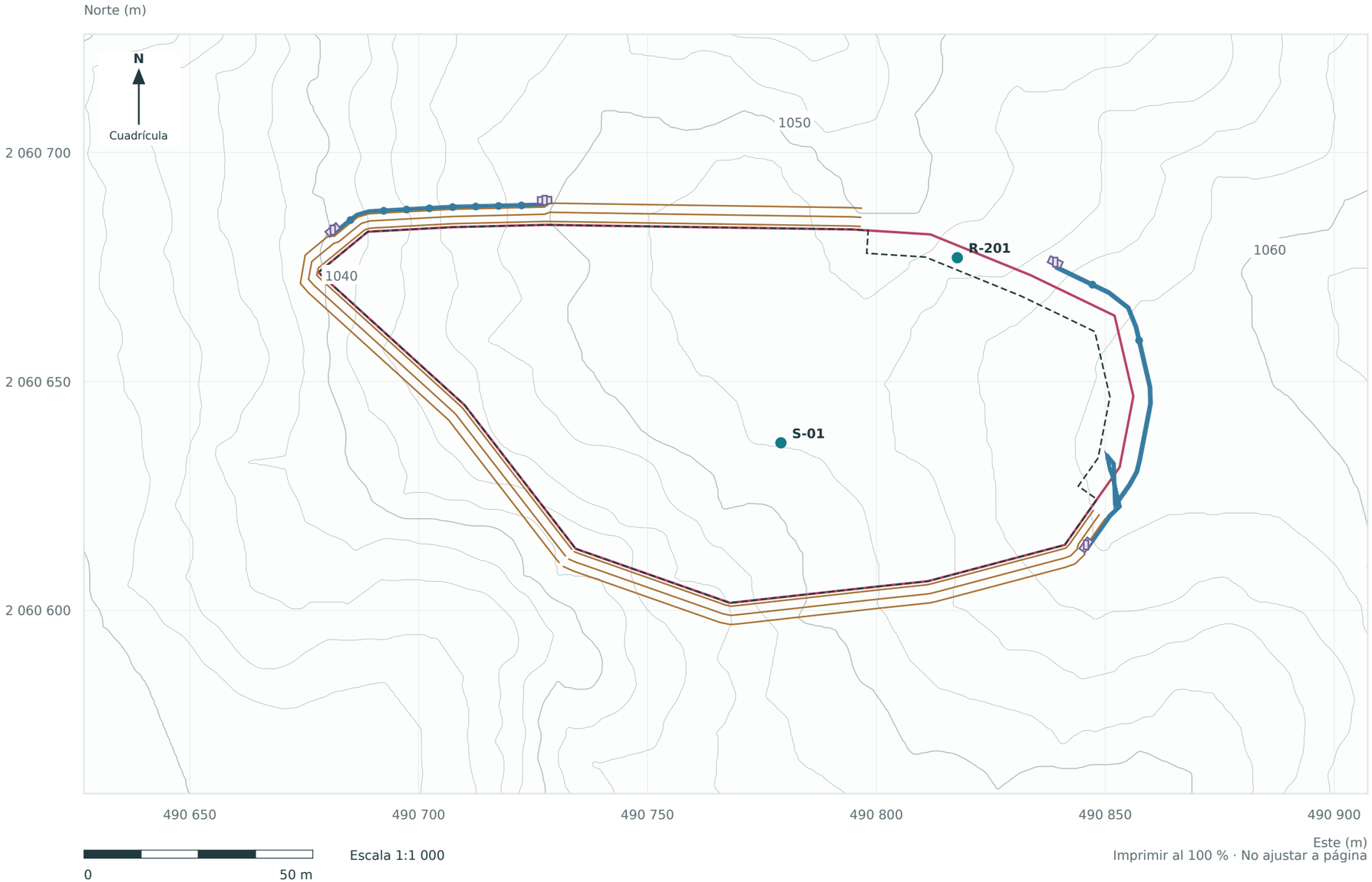
LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

Escurrimientos Locales Y Manejo Superficial



Imprimir al 100 % · No ajustar a página

146.485 m · cuneta

Longitud horizontal del eje de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Curvas oficiales de 2 m
- Límite del tajo
- Cuneta de corona
- Berma de corona
- Control de pendiente
- Huella de disipador
- Agua de contacto

Criterio de lectura

Las curvas y obras muestran la configuración de manejo superficial ya documentada. No se calculan caudales, nuevas cuencas de aporte ni trayectorias de escurrimiento en esta lámina.

El agua limpia exterior se mantiene separada del agua de contacto. Los puntos S-01 y R-201 conservan su ubicación conceptual; no representan una descarga externa.

Se conservan 10 controles y 4 disipadores. Las huellas auxiliares no se cuentan como estructuras adicionales.

No constituye delimitación de cauces o zonas federales. Consultar ING-02 y las memorias finales del Tomo IV.

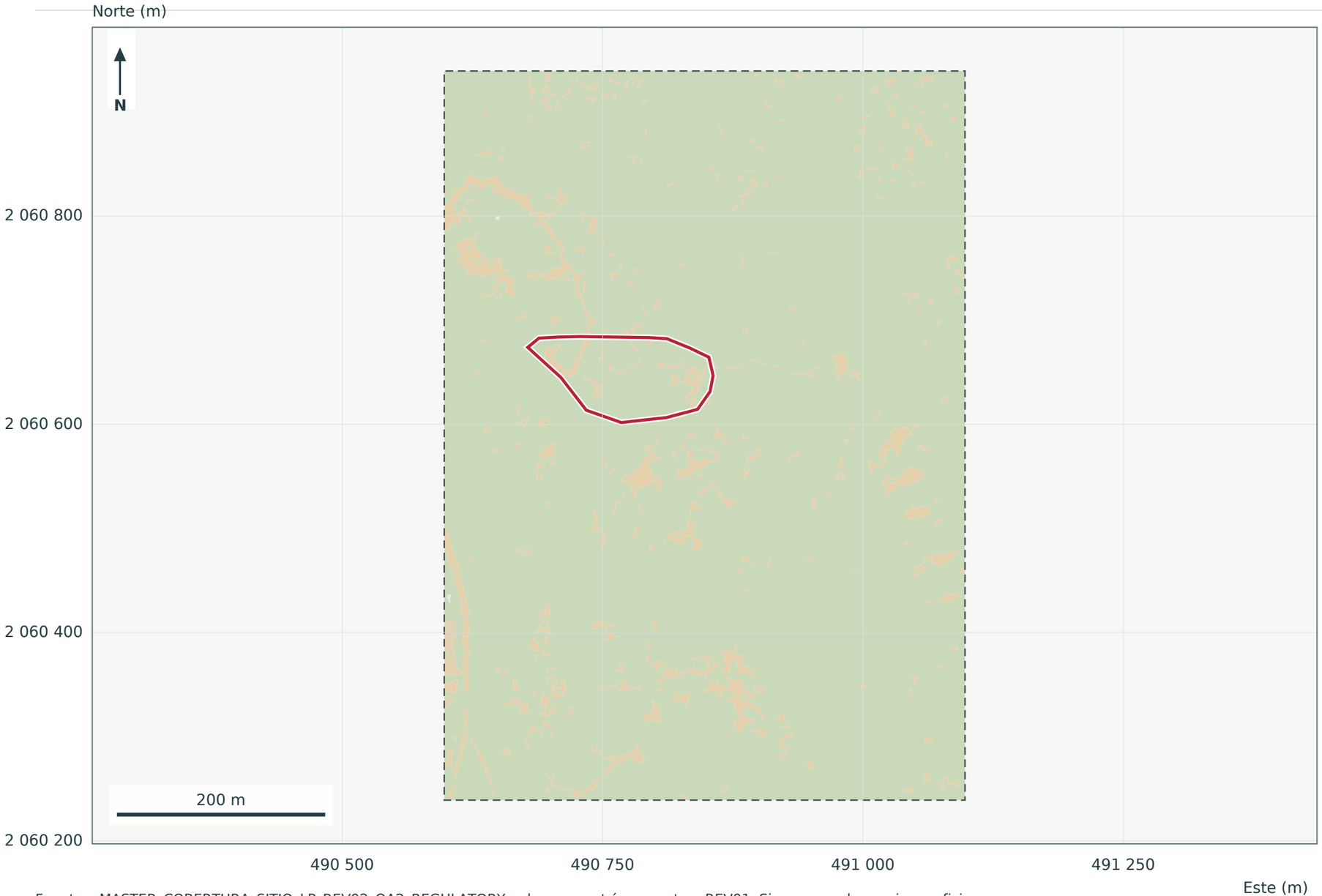
WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614. Se reutilizan los derivados de REV06; no se altera la cota Z ni el datum vertical de origen.

Fuentes: LAS_PALMAS_COMPLEMENTO_WGS84_REV06.gpkg; LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg. Geometrías y atributos copiados sin cambios; sin nuevo trabajo de campo.

VERSIÓN PÚBLICA

Uso Del Suelo Y Vegetación

LPS · MF-067



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Concesión minera
- Cobertura vegetal
- Superficie no vegetada/perturbada
- No interpretable en la fuente

Criterio De Lectura

Clases regulatorias de H04 QA2 conservadas sin reclasificación. Se utiliza el fondo vectorial controlado en lugar de una imagen de ortofoto.

La cobertura local no sustituye la identificación de especies ni el inventario de campo.

No interpretable conserva su categoría; no se convierte en superficie sin vegetación.

Fuentes: MASTER_COBERTURA_SITIO_LP_REV02_QA2_REGULATORY.gpkg; geometrías maestras REV01. Sin nuevas clases ni superficies.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:4,193 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Distribución Del Muestreo Forestal

LPS · MF-078



7 parcelas

Diseño arbóreo nominal · 400 m²

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Parcelas nominales de 400 m²
- Cobertura vegetal
- Superficie no vegetada/perturbada
- No interpretable en la fuente

Criterio De Lectura

Contornos y numeración de las parcelas existentes; no se recortan para aparentar inclusión total.

El cálculo del inventario usa las superficies y ajustes documentados, no la suma de áreas nominales.

Se conservan las siete parcelas de la fuente H04; no se rediseña el muestreo.

Fondo vectorial H04: cobertura interpretada, no ortofoto; sin nueva clasificación.

Fuentes: HRS_EPS_QA_ESPACIAL_LAS_PALMAS_REV00_RECOVERED_EXACT.gpkg; MASTER_COBERTURA_SITIO_LP_REV02_QA2_REGULATORY.gpkg (capas de parcelas y cobertura); maestro REV01.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Las Palmas

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Diseño De Muestreo De Fauna

LPS · MF-089



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Transectos
- Cámaras (sitios, no eventos)
- Cobertura vegetal
- Superficie no vegetada/perturbada
- No interpretable en la fuente

Criterio De Lectura

Las líneas son transectos y los símbolos son estaciones de cámara. No representan detecciones individuales ni recorridos adicionales.

Identificadores cotejados con la hoja Formato de campo de la base primaria. No se alteran esfuerzo ni conteos.

Fondo vectorial H04; la información de campo conserva primacía.

C1: CUSTF-LPS-C001

C2: CUSTF-LPS-C002

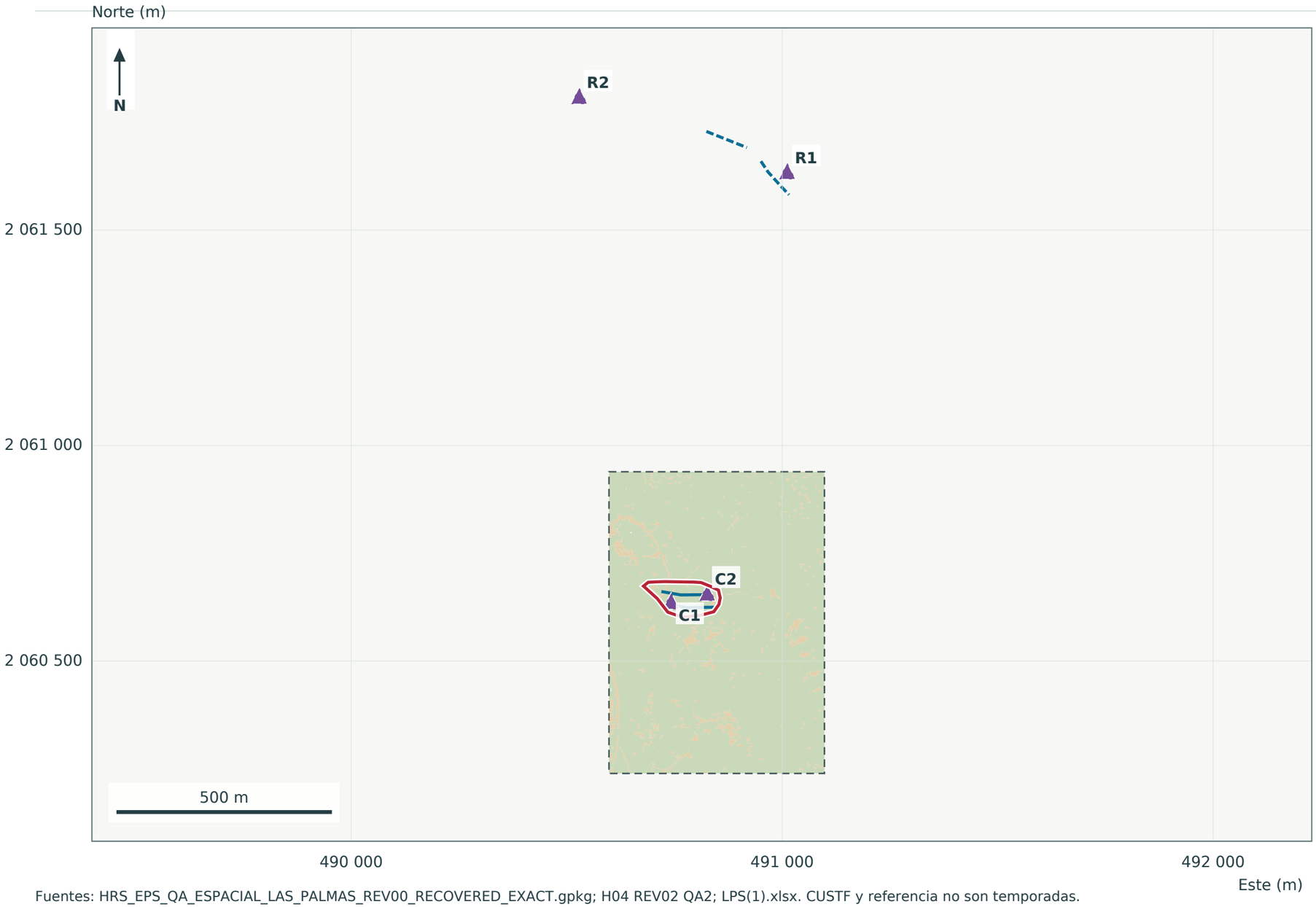
Fuentes: HRS_EPS_QA_ESPACIAL_LAS_PALMAS_REV00_RECOVERED_EXACT.gpkg; MASTER_COBERTURA_SITIO_LP_REV02_QA2_REGULATORY.gpkg; LPS(1).xlsx. No se infiere intensidad por longitud.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Contexto Espacial De La Evidencia Faunística

LPS · MF-093



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Concesión minera
- Transectos
- Cámaras (sitios, no eventos)
- Cobertura vegetal
- Superficie no vegetada/perturbada
- No interpretable en la fuente

Criterio De Lectura

Se muestra el conjunto CUSTF y referencia recuperado. No se interpreta como una nueva área de influencia ni una campaña adicional.

La cobertura H04 sólo se dibuja donde existe fuente; las zonas sin cobertura dibujada no significan ausencia de vegetación.

Los símbolos son estaciones; no se asignan taxones por ubicación.

C1: CUSTF-LPS-C001

C2: CUSTF-LPS-C002

R1: CH-LPS-C001

R2: CH-LPS-C002

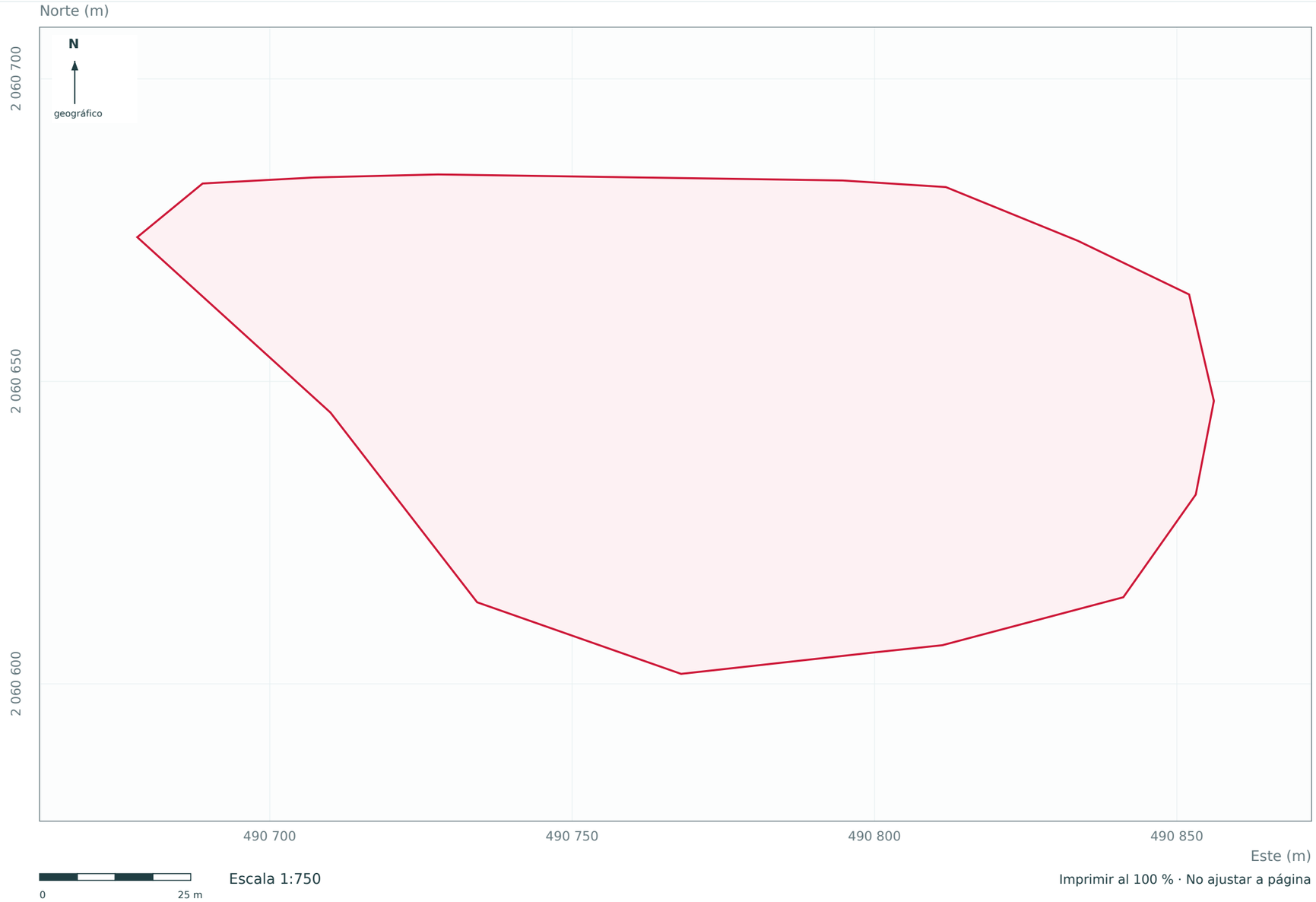
Fuentes: HRS_EPS_QA_ESPACIAL_LAS_PALMAS_REV00_RECOVERED_EXACT.gpkg; H04 REV02 QA2; LPS(1).xlsx. CUSTF y referencia no son temporadas.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:10,093 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Área De Influencia Directa

LPS · MF-121 · REV05



Escala 1:750

Imprimir al 100 % · No ajustar a página

1.056699671 ha

Dato de la fuente de control

Simbología

Área de influencia directa

Criterio De Lectura

Se conserva la afectación directa definida por el CUSTF. Esta lámina no sustituye los dominios temáticos ni las rutas de efectos indirectos del expediente.

Referencia Y Fuente

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
Coordenadas horizontales en metros.
Maestro preservado: EPSG:6369.
Cota Z original; sin transformación vertical.

LAS_PALMAS_INTERCAMBIO_WGS84.gpkg
Atributos cotejados con la fuente maestra. No se incorporan nuevos datos de campo.

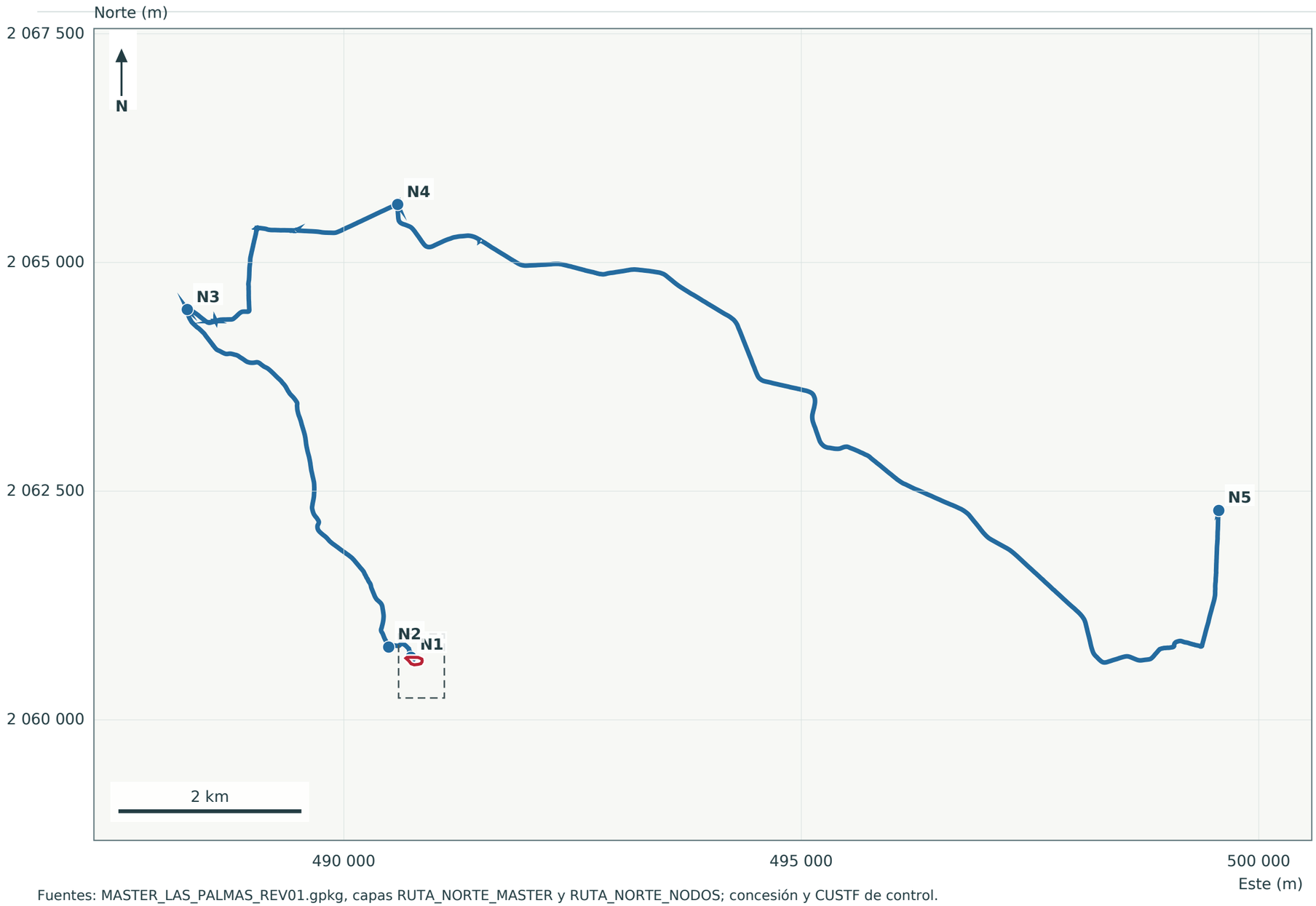
Fuentes y controles: Tomo VI / GEOESPACIAL · MEMORIA_TRANSFORMACION.json · comprobación y registro REV05.

La precisión declarada de la operación (1 m) no certifica el levantamiento ni el replanteo. Sin cambio de diseño o superficies.

Doble carta · 431.8 × 279.4 mm

Área De Influencia Indirecta Por Rutas De Efecto

LPS · MF-122



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Concesión minera
- Ruta Norte existente
- Nodos de control

Criterio De Lectura

La Ruta Norte existente y sus nodos son rutas de efecto. No constituyen una nueva huella de obra o una superficie adicional autorizada.

Transporte, agua, paisaje y biota mantienen ámbitos diferenciados. No se agrega un área amortiguadora ni se convierte la ruta en polígono.

N1: Origen del proyecto

N2: Nodo local de conexión

N3: Paso de Canal de Riego

N4: TT2800 - progresiva 2+800 de ruta Temilpa-Tepalcingo

N5: Peaje San Rafael Zaragoza

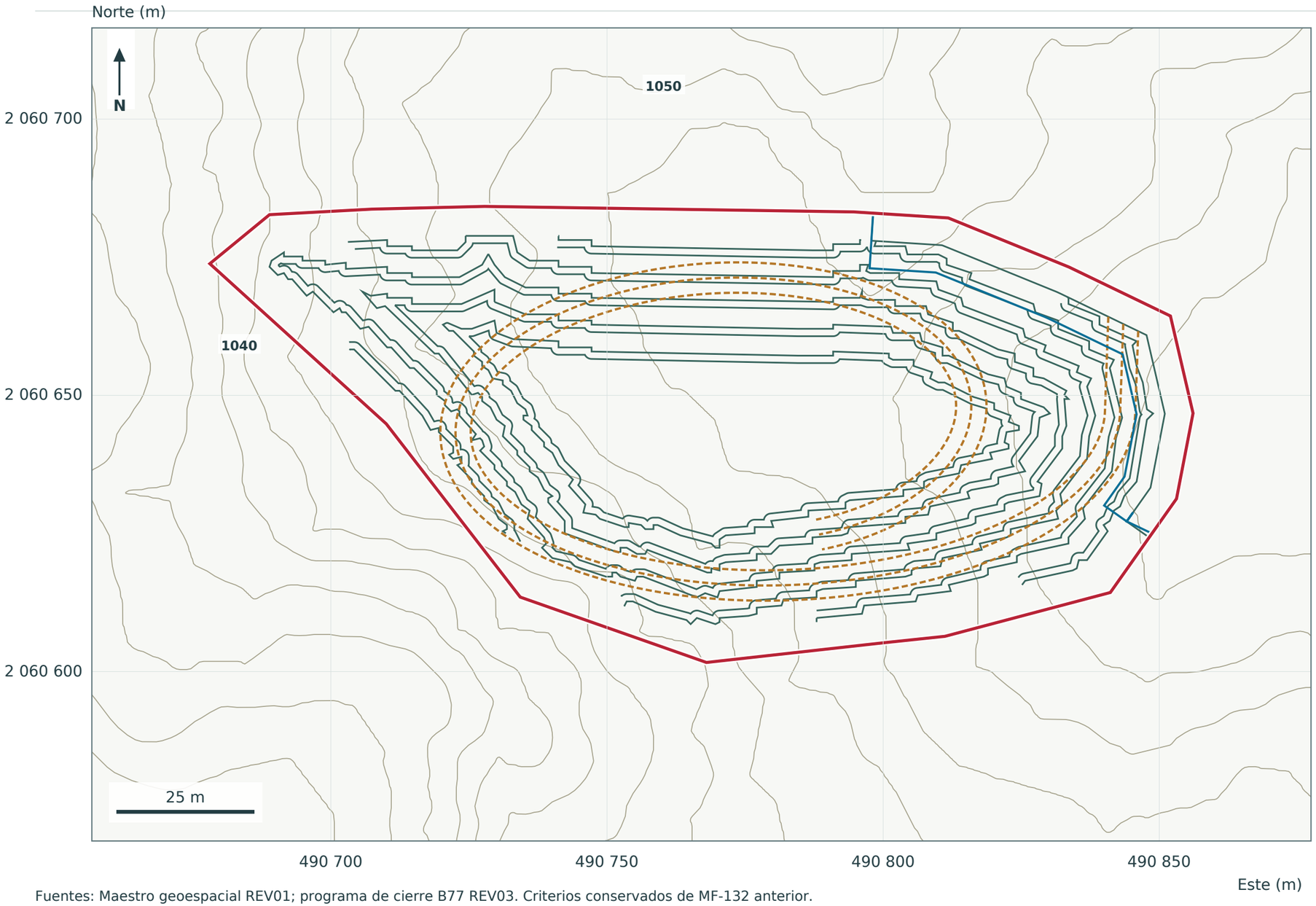
Fuentes: MASTER_LAS_PALMAS_REV01.gpkg, capas RUTA_NORTE_MASTER y RUTA_NORTE_NODOS; concesión y CUSTF de control.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:47,465 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Revegetación Y Reforestación Propuesta

LPS · MF-132



1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Curvas de nivel oficiales (m)
- Tajo y bancos
- Rampa temporal
- Franja operacional

Criterio De Lectura

Rampa recuperable en el caso base de cierre; retiro de instalaciones temporales. Se conserva el marco geométrico existente.

La elegibilidad final depende de estabilidad, drenaje y capacidad de retención de suelo. No se acredita anticipadamente captura futura de carbono.

No delimita receptores externos, polígonos de compensación ni superficies de reforestación no respaldadas.

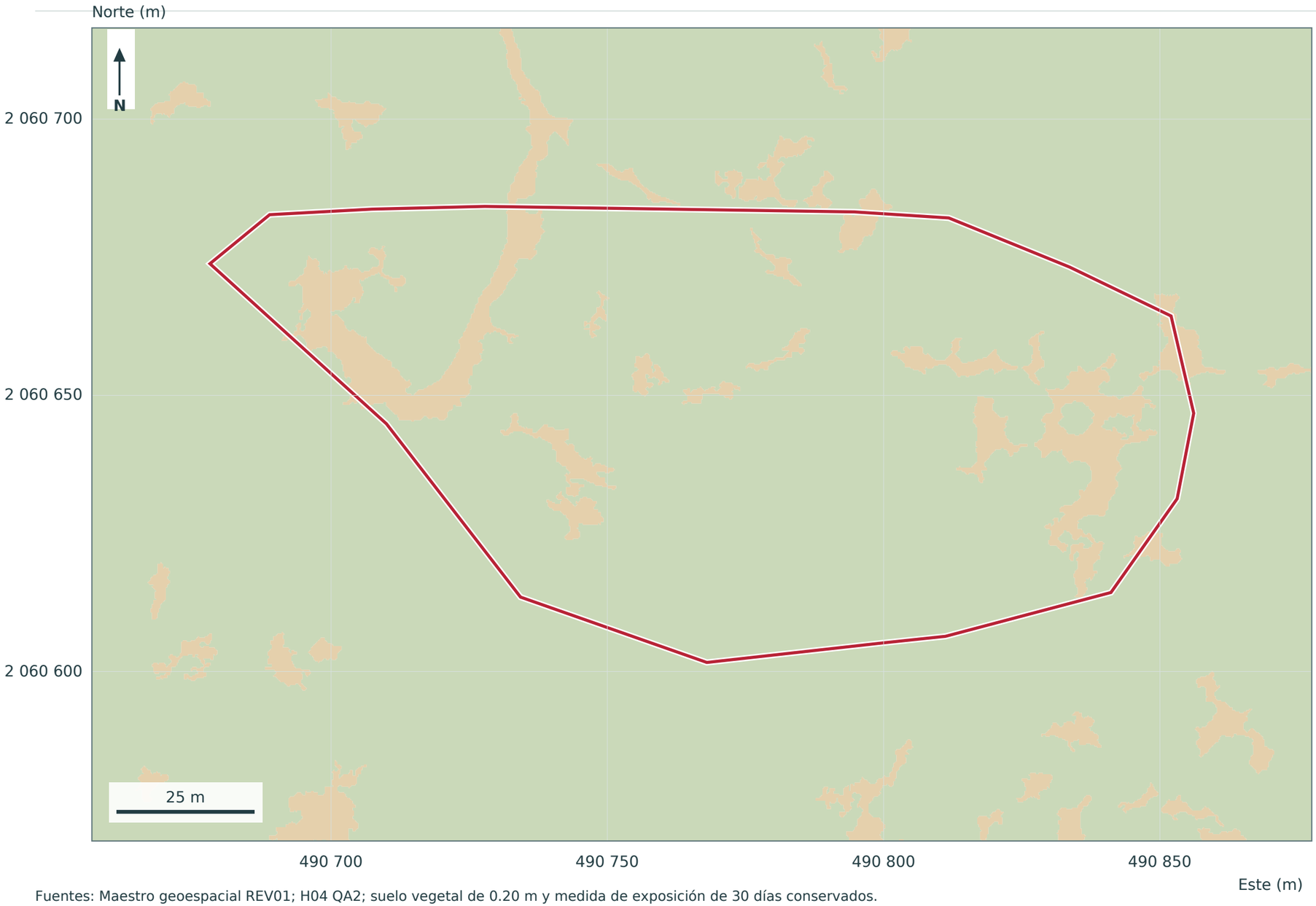
Fuentes: Maestro geoespacial REV01; programa de cierre B77 REV03. Criterios conservados de MF-132 anterior.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Retiro Y Manejo Del Suelo Vegetal

LPS · MF-145



0.20 m

Espesor medio de planeación

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Cobertura vegetal
- Superficie no vegetada/perturbada
- No interpretable en la fuente

Criterio De Lectura

Recuperación progresiva del suelo vegetal ajustada a la condición real de cada frente.

Separar, proteger y registrar origen, volumen y destino. Excavar o estabilizar suelo mineral expuesto antes de exceder 30 días.

El CUSTF es el marco de control, no una orden de despalme simultáneo. Fondo: cobertura H04 de control, no ortofoto.

Fuentes: Maestro geoespacial REV01; H04 QA2; suelo vegetal de 0.20 m y medida de exposición de 30 días conservados.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

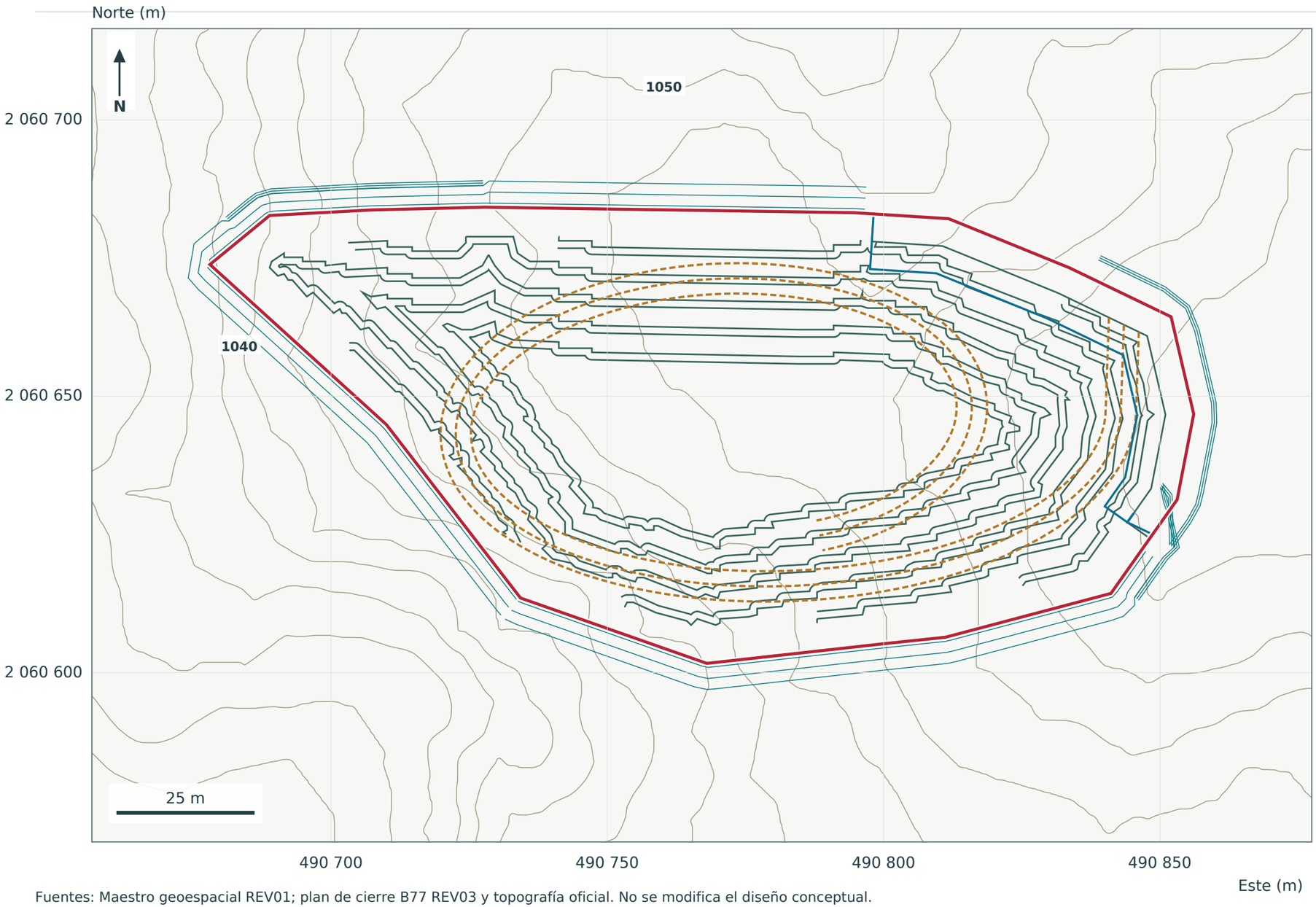
Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

Las Palmas

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Restauración Progresiva

LPS · MF-151



Fuentes: Maestro geoespacial REV01; plan de cierre B77 REV03 y topografía oficial. No se modifica el diseño conceptual.

WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614 · Coordenadas en metros · Z original sin transformación vertical

Escala 1:787 al 100 % en doble carta; prevalece la barra gráfica al reducir. | B77 REV06 · 14/09/2026

1.0567 ha

CUSTF / superficie de control

Simbología

- CUSTF / área de estudio
- Curvas de nivel oficiales (m)
- Tajo y bancos
- Rampa temporal
- Franja operacional
- Drenajes y berma de control

Criterio De Lectura

Se conservan tajo, rampa temporal, franja y drenajes de control. La liberación de superficies se verifica durante la operación.

Recuperar y revegetar sólo superficies elegibles tras comprobar estabilidad, drenaje y retención del suelo vegetal de 0.20 m.

No define polígonos nuevos de restauración, fases espaciales, receptores externos ni superficie total revegetable.

Las Palmas

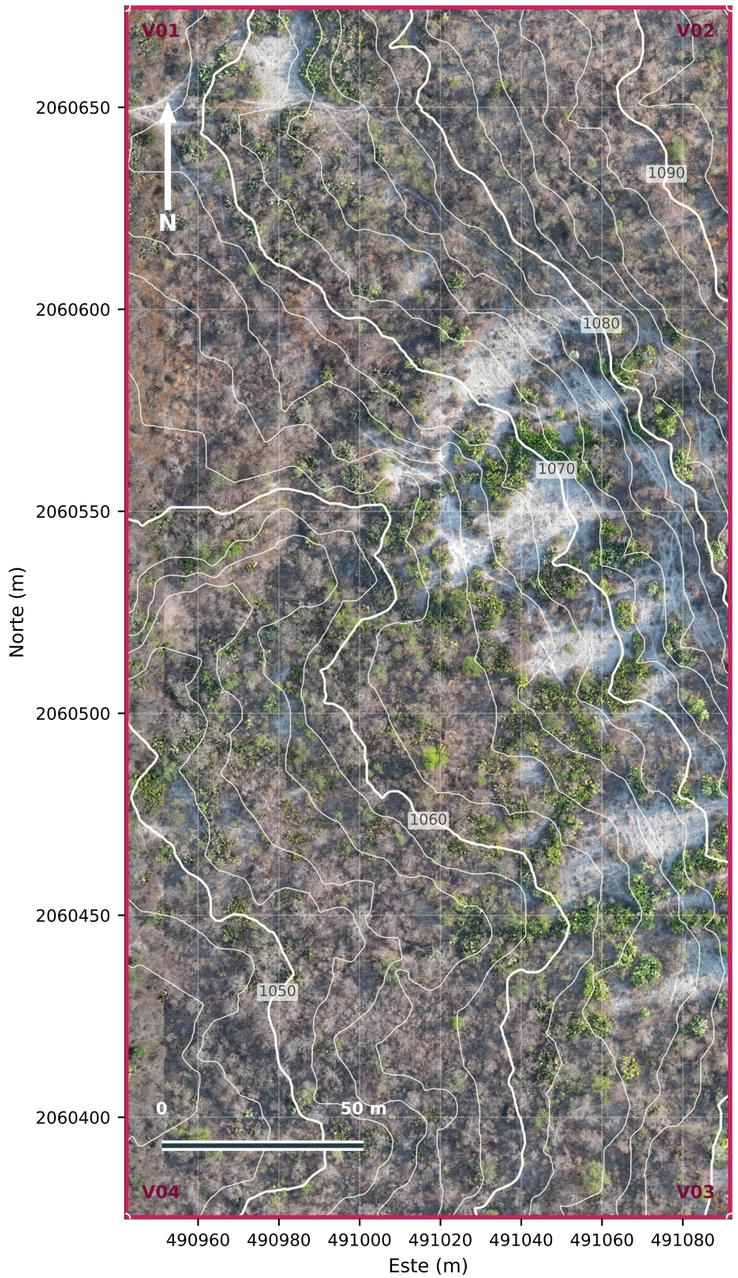
COMPLEMENTO CARTOGRAFICO

MF-196 - Área receptora propuesta para rescate y reforestación

Receptor propuesto de 4.5000 ha, WGS84 / UTM zona 14N. La superficie bruta no equivale a una capacidad automática de plantación. La cartografía documenta ortofoto, relieve, cobertura secundaria y condiciones generales del sitio.

VERSIÓN PÚBLICA

Área Receptora Propuesta Para Rescate Y Reforestación



LPS · MF-196 · REV14

4.5000 ha

Superficie bruta del receptor propuesto

Condición Actual

- Sitio degradado; no 100 % descubierto.
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.
- Uso actual: pastoreo.
- Pendiente reportada: 0–22 %.
- Curvas: 1046–1094 m (intervalo 2 m).

Lectura De La Ortofoto

Vegetación secundaria arbustiva discontinua, con claros y suelo expuesto más notorios en sectores centrales y orientales.

Condiciones Ambientales

- Clima Aw0, cálido subhúmedo.
- Precipitación media anual: ~740 mm.
- Temperatura media anual: ~24.5 °C.
- Suelo: KScc-lv + PHlen-ca/2P.

Criterio De Restauración

Enriquecimiento de claros, conservación de vegetación remanente, control del pastoreo y protección del establecimiento.

Referencia Y Fuente

- WGS84 / UTM zona 14N · EPSG:32614.
- Ortofoto recortada proporcionada por el promovente.
- Curvas fuente EPSG:6369 reproyectadas sólo para esta composición.
- Polígono receptor según coordenadas REV13.

VERSIÓN PÚBLICA

Ubicación Nacional Del Proyecto

República Mexicana · Estado de Morelos · Localización del Proyecto Las Palmas

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.



DETALLE ESTATAL



LECTURA TERRITORIAL

El proyecto se localiza en el estado de Morelos, en la región centro-sur de la República Mexicana. La ubicación puntual es orientativa; las geometrías jurídicas y ambientales se controlan en las láminas locales.

CONTROL

Mapa de orientación general; no sustituye límites legales ni cuadros de construcción.

Fuentes: Natural Earth (México): Morelos - límite estatal generalizado de referencia; proyecto - geometrías MASTER transformadas a WGS84.

VERSIÓN PÚBLICA

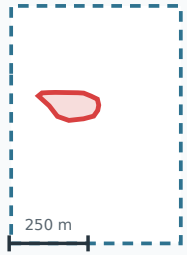
Ubicación Estatal Y Municipal Del Proyecto

Estado de Morelos · Tlaltizapán de Zapata · Concesión Y Área De Estudio

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.



DETALLE LOCAL - GEOMETRÍAS DE CONTROL



EPSG:6369 · geometrías derivadas de MASTER

detalle local

SIMBOLOGÍA

- Concesión minera (35 ha)
- Área de estudio / CUSTF
- Municipio

NOTA DE USO

La presente lámina tiene fines de localización estatal, municipal y de referencia espacial del proyecto. La delimitación jurídica y técnica se controla mediante las geometrías MASTER y cuadros de construcción aplicables.

Fuentes: Tlaltizapán de Zapata - INEGI Marco Geoestadístico, CVEGEO 17024 (capa tlaltizapan_inegi_2025); concesión/CUSTF - MASTER; Morelos - límite estatal generalizado de referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

Las Palmas

TOMO IV

INGENIERIA CONCEPTUAL Y DISENO AMBIENTAL

Consultor integrador: TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT

Las memorias técnicas fuente conservan su autoría y revisión original. TEROLCIS integra estos soportes al expediente ambiental sin alterar los cálculos previamente conciliados.

VERSIÓN PÚBLICA

LAS PALMAS

Tomo IV · Ingeniería conceptual y diseño ambiental

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

B77 REV03 · Ensamblaje de los soportes disponibles

Se reúnen las memorias existentes del proyecto y sus reemisiones acotadas. Se conserva la cubicación de la fuente final de agosto de 2026; los cambios de B77 se limitan al metrado de cuneta, referencias y partidas económicas dependientes.

Contenido	Páginas PDF
1. Geometría, cubicación y rampa · fuente final conservada	2–7
2. Estabilidad conceptual · extracto de cálculo previo	8–9
3. Drenaje de corona y suelo vegetal · metrado conciliado	10–13
4. Agua de contacto · memoria conceptual conservada	14–20
5. Recuperación, restauración física y cierre	21–28
6. Estimación económica de cierre · modelo recalculado	29–34

Alcance conceptual para evaluación ambiental. No constituye proyecto ejecutivo ni certificación de estabilidad. Las comprobaciones de campo y diseño de detalle previstas en las fuentes permanecen. Los precios y supuestos económicos son los de las fuentes recuperadas, no cotizaciones actualizadas en esta emisión.

VERSIÓN PÚBLICA

MEMORIA DE CÁLCULO CONCEPTUAL

Pit Rev3 - Proyecto Las Palmas

Volúmenes, tonelaje, vida útil y programa de excavación/recuperación de rampa

Tlaltizapán de Zapata, Morelos, México
Revisión final actualizada - 17 de agosto de 2026

Control documental	Valor
Base documental	Memoria_Calculo_Volumenes_Tonelaje_Vida_Util_Rampas_Rev3_Las_Palmas_La_Palmera_2026-08-07
Geometría	Rev3 / Set oficial vigente
CRS	EPSG:6369 - Mexico ITRF2008 / UTM zone 14N
Topografía	CURVAS_OFICIAL_LAS_PALMAS_Z_CON_BUFFER.dxf
Nivel de ingeniería	Conceptual / soporte MIA-P y ETJ; no constituye diseño para construcción

Resumen ejecutivo

Esta memoria separa y actualiza para el Proyecto Las Palmas el contenido técnico de la memoria Rev3 conjunta del 7 de agosto de 2026. La geometría horizontal Rev3 se conserva, pero la cubicación se reconcilia con la topografía oficial y el datum vertical vigente. El volumen geométrico bruto actualizado es 137,801.33 m³, equivalente a 316,943 t usando una densidad conceptual de 2.30 t/m³. A 89,760 t/año, la vida geométrica bruta es 3.53 años.

Indicador	Resultado
Área horizontal del pit	10,094.29 m² (1.0094 ha)
Profundidad de diseño	30 m
Cota superior de bancos	1055.000 m
Cota de fondo	1025.000 m
Volumen geométrico bruto	137,801.33 m³
Tonelaje geométrico bruto	316,943 t
Volumen retenido temporalmente por rampa	7,617.76 m³
Tonelaje retenido por rampa	17,521 t
Vida @ 89,760 t/año	3.53 años
Vida @ 105,600 t/año	3.00 años

1. Objeto y alcance

La presente memoria documenta el recálculo conceptual de los volúmenes de excavación, tonelajes geométricos, vida útil y secuencia de desarrollo y recuperación de la rampa del pit inicial de Las Palmas. Conserva la arquitectura metodológica de la memoria Rev3 conjunta y sustituye sus valores por la geometría y topografía oficiales vigentes.

Los tonelajes son geométricos y no equivalen a recursos o reservas minerales. No se aplican pérdidas mineras, dilución, rechazo por calidad, estéril interno ni recuperación comercial.

2. Bases de diseño y supuestos

Parámetro	Criterio adoptado
Geometría	DXF Rev3 vigente; pit LAS_PALMAS_02_PIT_SIN_RAMPA_REV3_EPSG6369.dxf; rampa LAS_PALMAS_03_PIT_RAMPA_FRANJA_100M_REV3_EPSG6369.dxf.
Ensanchamiento local	100 m lineales; zona tampón de 10 m en lugar de 5 m, obtenida reduciendo el pit.
Profundidad de diseño	30 m desde la cota superior de bancos hasta el fondo; seis intervalos de 5 m.
Pendiente de rampa	10% longitudinal.
Ancho de plataforma	5.50 m.
Pendiente transversal	3% hacia el lado del macizo/cuneta.
Densidad conceptual in situ	2.30 t/m³.

VERSIÓN PÚBLICA

Jornada	8 h/día; 330 días/año.
Producción nominal	320 t/día = 105,600 t/año.
Producción de planeación	272 t/día = 89,760 t/año (85% de la capacidad nominal).
Capa vegetal	Espesor medio recuperable actualizado: 0.20 m; manejo separado conforme al estudio edafológico.

Nota de interfaz edafológica: el espesor de 0.20 m corresponde a capa vegetal recuperable. El paso de 0.10 m utilizado más adelante corresponde exclusivamente a la resolución horizontal de la malla de integración volumétrica y no debe confundirse con el espesor de despalme.

La capa vegetal se maneja como material de crecimiento separado. Esta memoria conserva el volumen y tonelaje geométricos brutos del pit para mantener trazabilidad con la Rev3. La conversión futura a inventario de yeso explotable deberá excluir topsoil, estéril u otros materiales no comerciales una vez que su distribución haya sido modelada.

3. Metodología de cálculo volumétrico

La superficie de terreno natural se reconstruyó con los vértices 3D de las curvas de nivel oficiales. La superficie final del pit se reconstruyó con el límite vigente y las líneas tridimensionales de cresta y pie de banco. La diferencia vertical positiva entre ambas superficies se integró sobre la proyección horizontal del pit.

$$V = \iint_A \max[0, Z_{terreno}(x,y) - Z_{pit}(x,y)]\, dA$$

La integración final se realizó con una malla horizontal de 0.10 m y se verificó por convergencia con mallas de 1.00, 0.50, 0.25 y 0.20 m.

Celda (m)	Volumen bruto (m³)	Diferencia vs 0.10 m
1.00	137,792.95	-0.0061%
0.50	137,804.59	+0.0024%
0.25	137,801.54	+0.0002%
0.20	137,801.10	-0.0002%
0.10	137,801.33	+0.0000%

4. Reconciliación con la memoria Rev3 del 7 de agosto de 2026

Concepto	Rev3 07-ago-2026	Actualizado	Cambio
Área horizontal	10,094.29 m²	10,094.29 m²	Sin cambio
Volumen bruto	137,336.70 m³	137,801.33 m³	+464.63 m³ (+0.34%)
Tonelaje geométrico	315,874 t	316,943 t	+1,069 t
Cota superior	1027.115 m	1055.000 m	Reconciliación de datum/topografía oficial
Cota de fondo	997.115 m	1025.000 m	Reconciliación de datum/topografía oficial

La revisión no representa una expansión horizontal del pit. El cambio volumétrico corresponde a la sustitución de la superficie topográfica de cálculo y a la reconciliación vertical con el levantamiento oficial.

VERSIÓN PÚBLICA

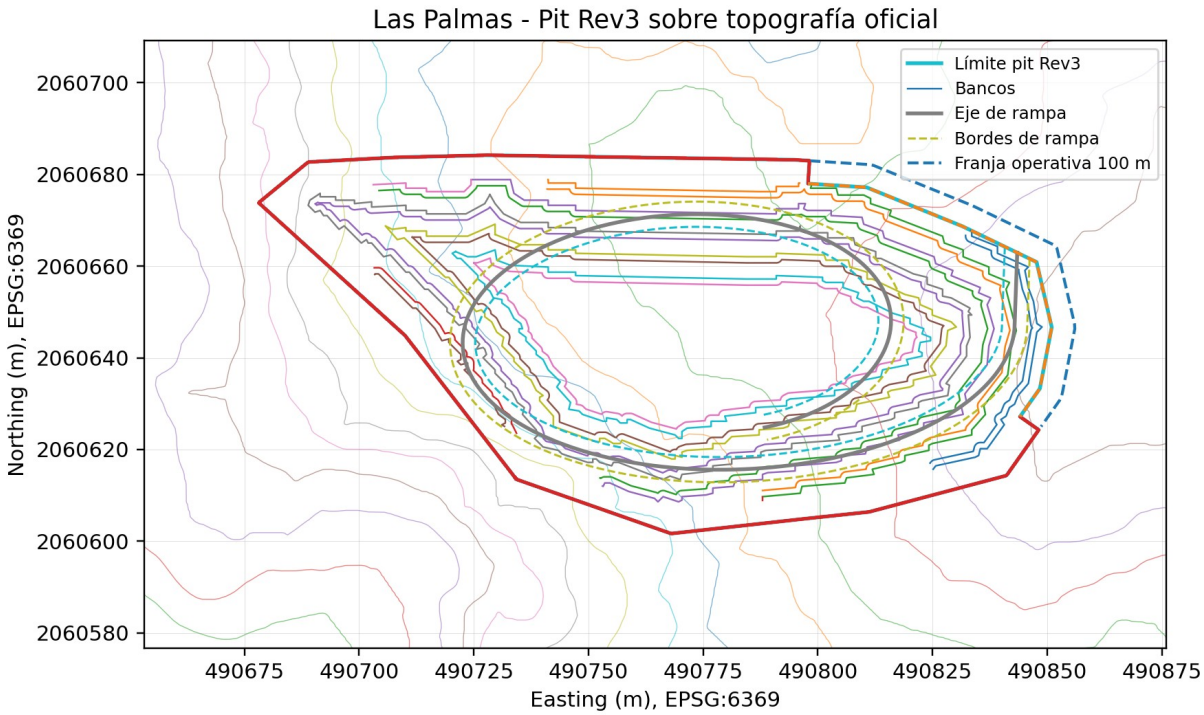


Figura 1. Las Palmas: pit Rev3 vigente, rampa y franja operativa sobre topografía oficial.

5. Geometría, volumen y distribución por elevación

Intervalo de cota (m)	Volumen (m³)	Tonelaje (t)	Días @272 t/d
Material sobre cota 1055.000	2,168.8	4,988	18.3
1055.000 a 1050.000	16,795.4	38,629	142.0
1050.000 a 1045.000	33,119.2	76,174	280.1
1045.000 a 1040.000	32,955.9	75,799	278.7
1040.000 a 1035.000	24,345.6	55,995	205.9
1035.000 a 1030.000	17,248.6	39,672	145.9
1030.000 a 1025.000	11,167.9	25,686	94.4

VERSIÓN PÚBLICA

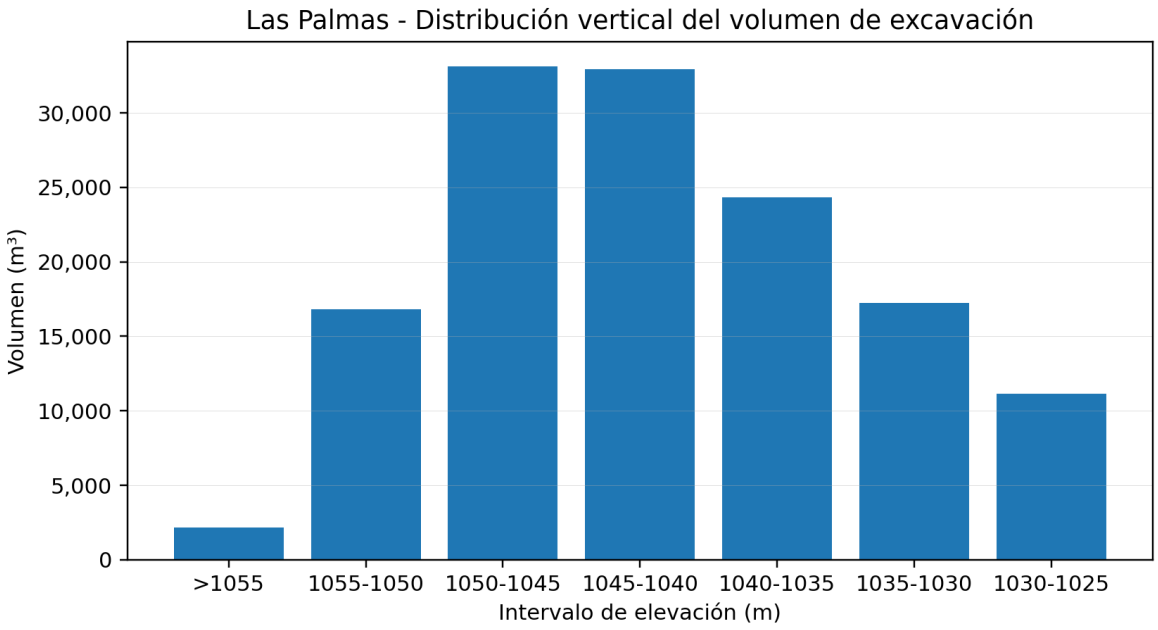


Figura 2. Las Palmas: distribución vertical del volumen geométrico de excavación.

6. Rampa de acceso

Parámetro	Resultado
Longitud horizontal total modelada	315.63 m
Aproximación superficial	15.84 m
Longitud efectiva de descenso minero	299.79 m
Pendiente longitudinal	10%
Ancho de plataforma	5.50 m
Volumen temporalmente retenido	7,617.76 m³
Tonelaje recuperable de rampa	17,521 t
Tonelaje accesible antes del retiro	299,422 t

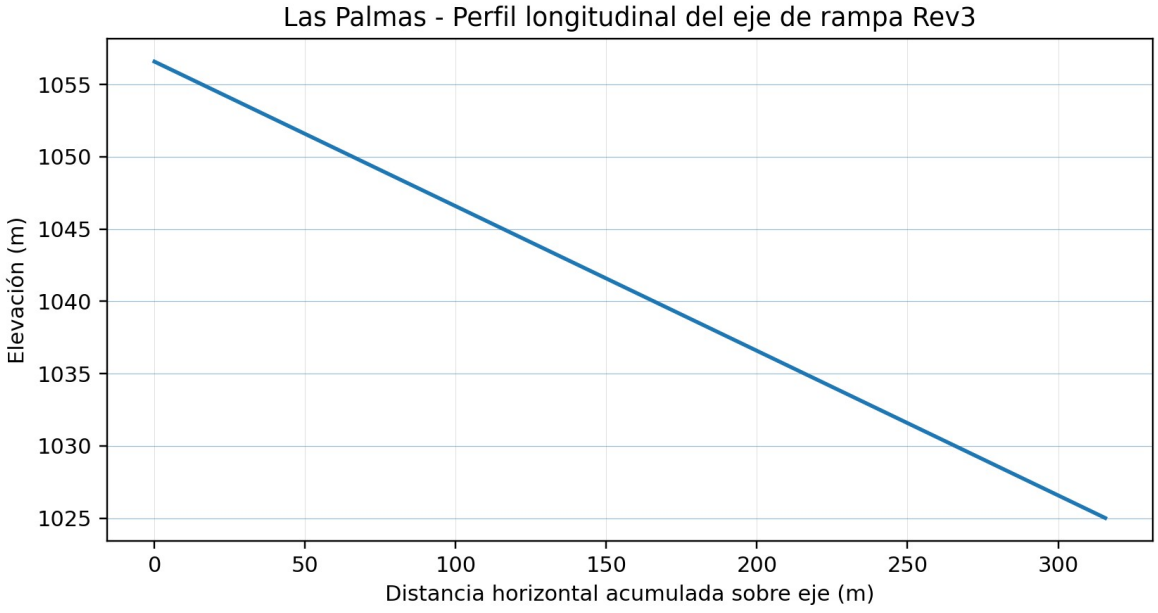


Figura 3. Las Palmas: perfil longitudinal del eje de rampa.

VERSIÓN PÚBLICA

7. Programa conceptual de desarrollo de la rampa

Etapa	Profundidad	Desarrollo acumulado	Actividad
Preparación	Terreno natural a cresta	15.8 m	Acondicionar portal, drenaje y superficie de acceso.
Banco 1	0 a -5 m	~50 m	Desarrollar rampa conforme avanza el primer banco.
Banco 2	-5 a -10 m	~100 m	Extender ~50 m adicionales.
Banco 3	-10 a -15 m	~150 m	Extender ~50 m adicionales.
Banco 4	-15 a -20 m	~200 m	Extender ~50 m adicionales.
Banco 5	-20 a -25 m	~250 m	Extender ~50 m adicionales.
Banco 6	-25 a -30 m	~300 m	Completar conexión al piso final.

8. Producción y vida útil geométrica

Vida de planeación = 316,943 t / 89,760 t/año = 3.53 años.

Escenario	Producción	Vida geométrica
Planeación	89,760 t/año	3.53 años
Nominal	105,600 t/año	3.00 años

Periodo	Producción (t)	Días operativos equivalentes	% tonelaje
Año 1	89,760	330	28.3%
Año 2	89,760	330	28.3%
Año 3	89,760	330	28.3%
Año 4	47,663	175	15.0%

9. Recuperación final de la rampa

El caso base considera la rampa temporal y recuperable. La retirada se ejecutará en retroceso desde el fondo hacia superficie, manteniendo en todo momento una ruta segura de salida, drenaje operativo y verificación de estabilidad.

Concepto	Resultado
Tonelaje extraíble antes de retirar rampa	299,422 t
Volumen a recuperar durante retirada	7,617.76 m³
Tonelaje a recuperar durante retirada	17,521 t
Inicio conceptual de retirada	Año 4, aproximadamente día operativo 111
Duración equivalente @272 t/día	64 días

Si el plan de cierre definitivo decide conservar total o parcialmente la rampa para inspección, drenaje o emergencia, el tonelaje correspondiente deberá descontarse del tonelaje recuperable y la vida útil deberá actualizarse.

10. Limitaciones y requisitos para diseño de detalle

- Los tonelajes son geométricos y no equivalen todavía a recursos o reservas minerales.
- No se han aplicado pérdidas mineras, dilución, rechazo por calidad, estéril interno ni recuperación comercial.
- La densidad de 2.30 t/m³ debe verificarse mediante mediciones representativas del yeso in situ.
- La capa vegetal recuperable de 0.20 m se maneja por separado; para convertir el tonelaje bruto en tonelaje comercial de yeso debe excluirse topsoil y cualquier material no mineral.
- Para cubicación de control o certificada debe utilizarse el TIN/DEM original del levantamiento o topografía de detalle compatible.
- La trayectoria barrida del Isuzu Forward 800 carrozado debe verificarse antes de congelar radios y sobreanchos de rampa.
- La estabilidad geotécnica, hidrogeología y drenajes deben confirmarse para la geometría definitiva.

11. Conclusiones

La geometría Rev3 vigente del pit inicial de Las Palmas contiene 137,801.33 m³ de excavación geométrica, equivalentes a 316,943 t a una densidad conceptual de 2.30 t/m³. A la tasa de planeación de 89,760 t/año, la vida geométrica bruta es 3.53 años. La rampa retiene temporalmente 7,617.76 m³ (17,521 t) y su recuperación representa aproximadamente 64 días de producción equivalente a 272 t/día. El espesor medio recuperable de capa vegetal de 0.20 m se reconoce como una corriente de manejo separada y no altera la cubicación geométrica bruta reportada.

VERSIÓN PÚBLICA

12. Archivos de soporte

- CURVAS_OFICIAL_LAS_PALMAS_Z_CON_BUFFER.dxf
- LAS_PALMAS_02_PIT_SIN_RAMPA_REV3_EPSG6369.dxf
- LAS_PALMAS_03_PIT_RAMPA_FRANJA_100M_REV3_EPSG6369.dxf

VERSIÓN PÚBLICA

ESTABILIDAD CONCEPTUAL DE TALUDES — LAS PALMAS

Extracto íntegro del apartado 12 de Memoria_Calculo_Las_Palmas_Pit_Rev3_Rev1_Estabilidad_2026-08-10.docx. Se conserva la formulación, parámetros y resultados del análisis conceptual previamente elaborado. La presente separación evita incorporar cubicaciones históricas superadas. No constituye un nuevo estudio geotécnico ni una validación para construcción; las limitaciones del apartado permanecen vigentes.

12. Estabilidad de taludes - actualización para geometría Rev3

Se actualiza el cribado de estabilidad global utilizando la misma formulación de cuña triangular empleada en la revisión conceptual anterior, a fin de mantener comparabilidad directa. La geometría Rev3 tiene una altura total H = 30 m. Para representar conservadoramente el sector más empinado del pit se adopta un ángulo global equivalente beta = 50.90°, obtenido del envolvente topográfico Rev3 mediante el percentil 1 de la distancia horizontal entre la cresta superior y el pie del fondo. Esta selección evita que un vértice aislado controle el resultado, pero conserva un sesgo conservador.

Parámetro	Valor
Altura global, H	30.00 m
Ángulo global equivalente, beta	50.90°
Corrida horizontal equivalente	24.38 m
Altura de banco	5.00 m
Ángulo de cara de banco	75°
Berma conceptual objetivo	3.50 m
Peso unitario, gamma	22 kN/m³
Cohesión efectiva, c'	250 kPa
Ángulo de fricción efectivo, phi'	35°
Coeficiente sísmico horizontal, kh	0.15
Condición de agua	Drenada; sin presión de poros explícita

12.1 Formulación de cribado

$$x = H / \tan(beta)$$

$$A = 0.5\ H\ x$$

$$W = gamma\ A + q\ Bq$$

$$L = H / \sin(beta)$$

$$N = W \cos(beta) - kh\ W \sin(beta)$$

$$T = W \sin(beta) + kh\ W \cos(beta)$$

$$FS = [c'\ L + N \tan(phi')] / T$$

12.2 Casos de carga

Se revisan tres casos: (A) talud sin sobrecarga; (B) sobrecarga conservadora de 50 kPa aplicada sobre 5.50 m, equivalente al criterio usado previamente para el carril de la rampa; y (C) una envolvente más severa de 50 kPa aplicada uniformemente sobre los 10 m completos de la franja operativa. El Caso C no representa el contacto real simultáneo del trailer, camionetas, generador y sanitarios; se utiliza como envolvente conservadora para estabilidad global.

Caso	Carga lineal adicional	FS estático	FS pseudoestático kh=0.15
A - Sin sobrecarga	0 kN/m	2.117	1.793
B - 50 kPa x 5.5 m	275 kN/m	2.066	1.748
C - 50 kPa x 10 m	500 kN/m	2.026	1.713

12.3 Comparación con el diseño conceptual previo

El diseño conceptual previo de 40 m de profundidad y ángulo global aproximado de 48.81° produjo FS = 1.76 en condición estática y FS = 1.46 con kh = 0.15; al añadir 50 kPa sobre 5.50 m los valores fueron 1.739 y 1.444, respectivamente. La reducción de la profundidad a 30 m en la geometría Rev3 compensa ampliamente el ligero aumento del ángulo global, por lo que el cribado actual resulta más favorable.

VERSIÓN PÚBLICA

12.4 Sensibilidad a reducción de resistencia

Dado que los parámetros c-phi aún son conceptuales, se ejecuta una sensibilidad bajo el Caso C (50 kPa sobre 10 m). Los escenarios de resistencia reducida no constituyen parámetros de diseño; sirven únicamente para mostrar la dependencia del FS respecto de la caracterización geotécnica.

Escenario	c' (kPa)	phi' (°)	FS estático	FS pseudoestático
Base	250	35	2.026	1.713
Sensibilidad moderada	200	33	1.694	1.423
Sensibilidad degradada	150	30	1.344	1.120

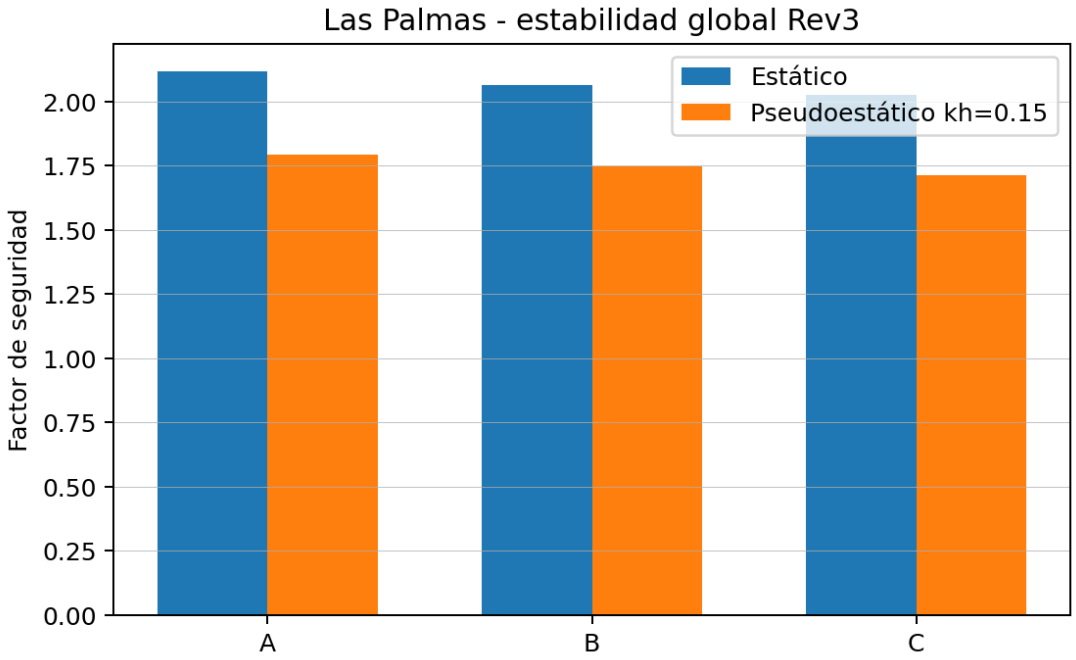


Figura 4. Factores de seguridad del cribado global para los tres casos de carga.

12.5 Interpretación y controles de diseño

Para la geometría y los parámetros base, incluso el Caso C produce FS = 2.026 estático y FS = 1.713 pseudoestático. El resultado indica que el cambio Rev3 no deteriora el cribado de estabilidad global y, al aumentar la separación entre la franja operativa y la cresta, mejora la configuración geométrica de superficie. No obstante, estos resultados no sustituyen un análisis de equilibrio límite con superficies circulares/no circulares ni un análisis estructural de discontinuidades. Las caras de banco de 75° deben mantenerse sujetas a mapeo geológico-geotécnico, inspección de fracturas, control de agua y saneo de bloques.

12.6 Marco de seguridad aplicable

La NOM-023-STPS-2012 exige que las excavaciones y la estabilización en minas a cielo abierto se realicen con base en estudios geotécnicos, geológicos e hidrológicos y que los taludes de trabajo no sean más inclinados que lo recomendado por el estudio geotécnico. En consecuencia, esta memoria debe considerarse un cribado conceptual y deberá ser reemplazada o confirmada por el estudio geotécnico de detalle antes de congelar la geometría para construcción. Referencia: NOM-023-STPS-2012, Diario Oficial de la Federación, 11 de octubre de 2012, numerales 9.2 y 9.3.

VERSIÓN PÚBLICA

MEMORIA CONCEPTUAL DE DRENAJE DE CORONA Y MANEJO DE CAPA VEGETAL

Proyecto Las Palmas
Tlaltizapan de Zapata, Morelos
17 de agosto de 2026

Control de reemisión B77 REV03: Longitud de cuneta conciliada con eje GIS; secciones y caudales sin cambio.

1. Objeto y alcance

Esta memoria define el sistema conceptual de manejo de escorrentia superficial asociado con el pit del Proyecto Las Palmas, incluyendo la cuneta de corona, su integracion fisica con la berma temporal de almacenamiento de capa vegetal, los controles de pendiente, las estructuras de descarga y disipacion, y los cruces puntuales requeridos en la franja operacional. El objetivo principal es interceptar la escorrentia que se dirige hacia la excavacion y conducirla por gravedad hacia puntos de descarga estables, reduciendo el ingreso de agua al pit y la erosion de las obras superficiales.

El documento corresponde a ingenieria conceptual para soporte del diseno del proyecto y de la documentacion ambiental. Las dimensiones y ubicaciones deben verificarse en campo antes de la construccion y ajustarse a las condiciones reales de terreno.

2. Informacion base

- Topografia oficial del proyecto con cobertura ampliada y valores Z.
- Geometria vigente del pit, rampa y franja operacional en EPSG:6369.
- Area horizontal del pit: 10,094.29 m2.
- Perimetro aproximado de cresta: 427.36 m.
- Zona tampon general de 5 m alrededor de la excavacion, ampliada a 10 m en la franja operacional de 100 m.
- Espesor medio recuperable de capa vegetal para manejo conceptual: 0.20 m, conforme al estudio edafológico actualizado; factor de expansión al excavar: 20%.
- Sistema de coordenadas de trabajo: EPSG:6369, Mexico ITRF2008 / UTM zona 14N.

3. Concepto de drenaje superficial

El sistema intercepta principalmente la escorrentia de los sectores norte y este del pit. La cuneta se dispone del lado exterior o aguas arriba de la berma de capa vegetal, de modo que la escorrentia sea interceptada antes de atravesar el franja de protección y alcanzar la cresta del pit. El eje de la cuneta de control consta de dos ramales de 47.917 m y 98.568 m, con longitud horizontal total de 146.485 m. La longitud procede de CUNETA_INVERT_CONCEPTUAL del archivo MASTER del proyecto REV01 (EPSG:6369); no se suman los bordes interior y exterior. Se conservan las secciones, gastos y criterios hidráulicos de esta memoria.

La cuneta no se plantea como una zanja continua alrededor de todo el pit. Su localizacion responde a la topografia natural y se concentra en los sectores con gradiente exterior hacia la excavacion. En la franja operacional, donde no se almacena capa vegetal, la cuneta se desplaza hacia el borde exterior para mantener libre la circulacion y las instalaciones.

VERSIÓN PÚBLICA

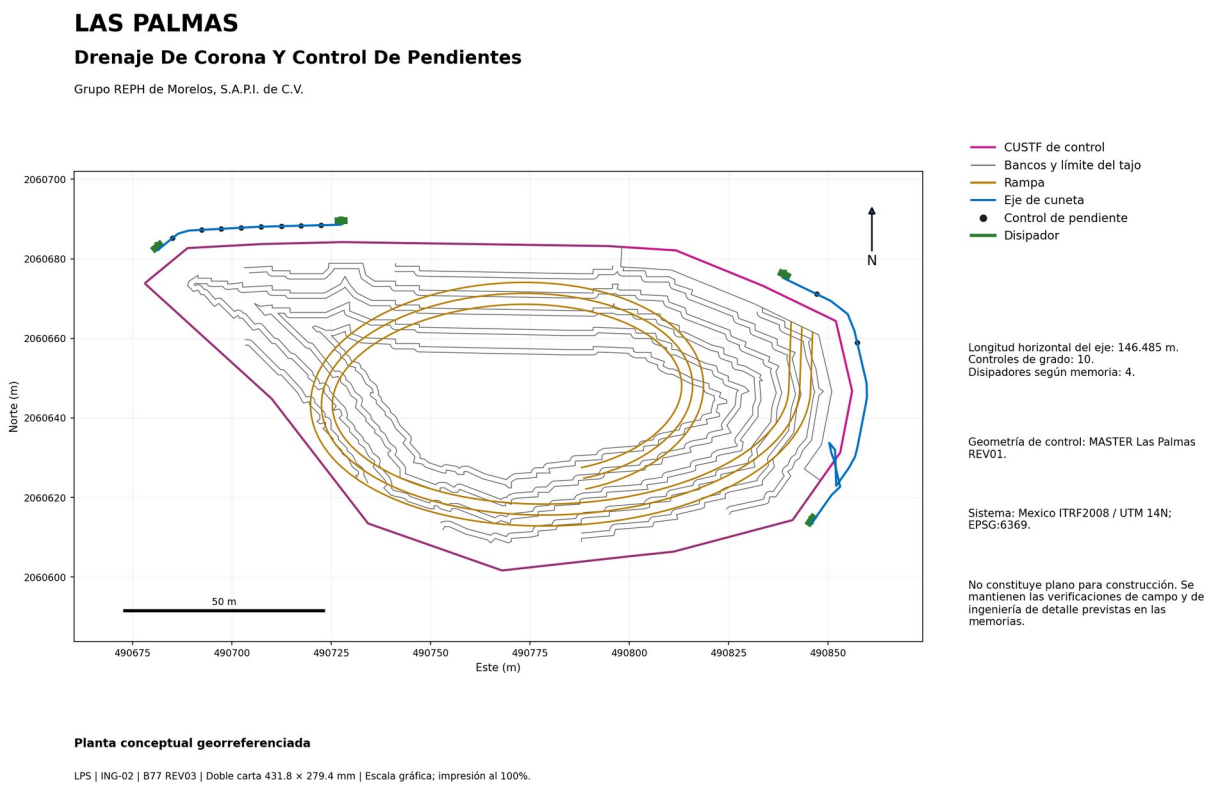


Figura 1. Planta conceptual del sistema de drenaje de corona y berma - Proyecto Las Palmas.

4. Criterios hidrologicos e hidraulicos

Para el dimensionamiento conceptual se utiliza el metodo racional en las microcuencas aportantes y la ecuacion de Manning para verificar la capacidad de conduccion. Se adopta un periodo de retorno de 50 anos, una intensidad de lluvia de control de 280 mm/h y un coeficiente de escurrimiento C = 0.40. Las areas contribuyentes delineadas se incrementan 25% como margen de incertidumbre conceptual.

Ramal	Area TIN (m2)	Area diseno (m2)	C	I (mm/h)	Q diseno (m3/s)	Margen Qcap/Qd
C1_A	600	750	0.40	280	0.023	3.58
C2_A	460	575	0.40	280	0.018	4.67
C2_B	340	425	0.40	280	0.013	6.32

5. Seccion de cuneta adoptada

El gasto de diseno critico es 0.023 m3/s. La seccion trapezoidal adoptada tiene fondo de 0.25 m, profundidad total de 0.30 m, tirante de diseno de 0.20 m, bordo libre de 0.10 m, taludes 1H:1V y ancho superior excavado de 0.85 m. Para la comprobacion se usa n de Manning = 0.035 y pendiente hidraulica de calculo de 2%.

La capacidad calculada es 0.084 m3/s, con una velocidad aproximada de 0.93 m/s. La relacion entre capacidad y gasto critico es aproximadamente 3.58, por lo que la seccion presenta margen hidraulico para la etapa conceptual.

6. Integracion con la berma de capa vegetal

La berma temporal se localiza dentro del franja de protección y se interrumpe en la franja operacional. En los sectores sin cuneta se mantiene la seccion normal: base de 4.00 m, corona de 0.50 m, altura de 0.875 m y taludes 2H:1V. Donde la cuneta y la berma deben coexistir dentro de los 5 m, la berma se reduce para reservar el ancho hidraulico.

VERSIÓN PÚBLICA

En esos sectores la berma adopta una base de 3.15 m y una altura de 0.662 m, manteniendo corona de 0.50 m y taludes 2H:1V. La secuencia transversal desde el pit hacia el exterior es: cresta del pit, separacion de 0.75 m, berma de capa vegetal, cuneta de corona y margen exterior.

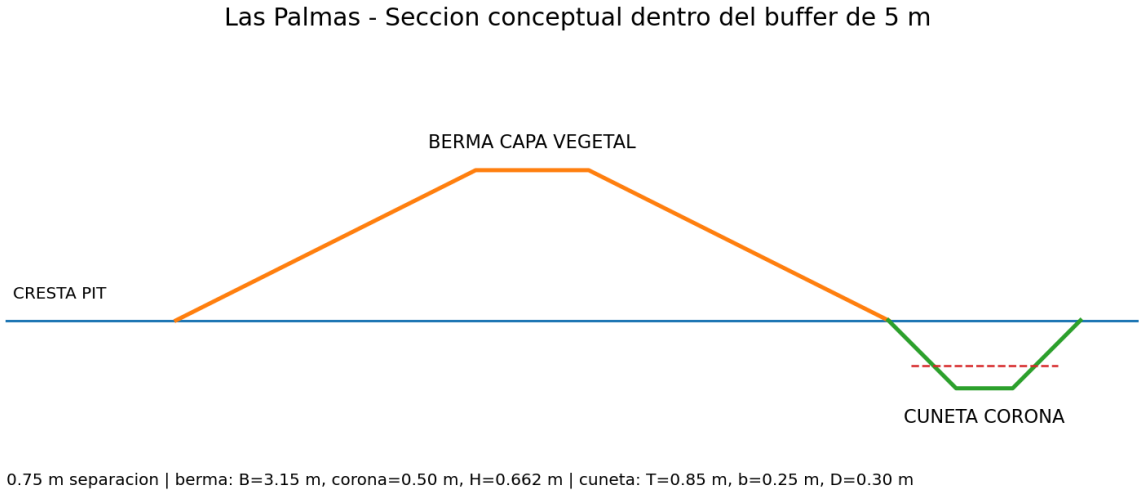


Figura 2. Seccion conceptual berma-cuneta dentro del franja de protección de 5 m - Proyecto Las Palmas.

7. Balance de capa vegetal

La capacidad de almacenamiento temporal de la berma es aproximadamente 580.0 m³. El volumen estimado de capa vegetal suelta es 2536.1 m³, derivado de un espesor medio recuperable de 0.20 m y 20% de expansión, por lo que aproximadamente 1956.1 m³ se destinan a rehabilitación progresiva.

El volumen excedente equivale a unos 1630.1 m³ in situ y permitiría restituir aproximadamente 8150 m² con una capa media de 0.20 m. La colocación progresiva debe priorizar bermas horizontales de bancos, superficies finales o áreas acondicionadas para retener suelo, evitando depender de una capa suelta sobre caras de banco de alta pendiente. El aumento del volumen recuperable refuerza la necesidad de despalme por celdas y colocación directa conforme se liberen superficies.

8. Control de pendiente

El perfil natural presenta pendientes locales superiores a la pendiente hidraulica utilizada para verificar la capacidad. Por ello se contemplan 10 puntos conceptuales de control de grado, identificados como GC-A. Como criterio de diseno, cada caida individual se limita a aproximadamente 0.30 m. Cuando el desnivel requerido sea mayor, se utilizan controles sucesivos en lugar de concentrar la perdida de carga en una sola estructura.

ID	Ramal	Estacion local (m)	Este (m)	Norte (m)	Z invert prelim. (m)
GC-LP-01	1	5.00	490685.099	2060685.251	1040.822
GC-LP-02	1	12.73	490692.354	2060687.272	1042.675
GC-LP-03	1	17.73	490697.346	2060687.542	1043.686
GC-LP-04	1	22.73	490702.339	2060687.812	1045.019
GC-LP-05	1	27.81	490707.415	2060688.079	1046.070
GC-LP-06	1	32.86	490712.460	2060688.202	1046.772
GC-LP-07	1	37.86	490717.459	2060688.324	1047.467
GC-LP-08	1	42.86	490722.457	2060688.446	1048.343
GC-LP-09	2	9.00	490847.165	2060671.144	1056.315
GC-LP-10	2	25.91	490857.381	2060658.969	1058.026

VERSIÓN PÚBLICA

9. Revestimiento, descargas y disipacion

Debido a las pendientes naturales y a la necesidad de limitar erosion, se especifica conceptualmente un revestimiento resistente a erosion, mediante zampeado, mamposteria de piedra o solucion de desempeno equivalente. La subrasante se afina y compacta antes del revestimiento. Cuando el suelo de apoyo sea fino o exista riesgo de migracion, se incorpora geotextil separador o filtro.

Se contemplan 4 disipadores de salida. La huella conceptual minima de cada disipador es 3.0 x 1.5 m, mediante enrocamiento seleccionado sobre geotextil separador/filtro, con bordes empotrados y transicion gradual desde la cuneta. Las descargas se orientan hacia terreno estable y fuera de la excavacion.

10. Cruces dentro de la franja operacional

Cuando la continuidad del interceptor coincida con la vialidad interna, el portal de la rampa u otra zona de transito, se utiliza un tramo cubierto. Como criterio conceptual se considera una alcantarilla DN600 minima, con cama y relleno compactados y proteccion en entrada y salida. El diametro, material, recubrimiento y resistencia estructural se verifican con la carga vehicular y la rasante definitiva antes de la construccion.

11. Construccion, operacion y mantenimiento

- Replantear en campo el eje de la cuneta, las cotas de invert, los controles de grado y las descargas antes de excavar.
- Mantener continuidad de pendiente positiva y evitar puntos bajos que puedan producir empozamiento.
- No utilizar la berma de capa vegetal como bordo hidraulico primario ni permitir que invada la seccion de la cuneta.
- Inspeccionar la cuneta, controles y disipadores despues de tormentas significativas y retirar sedimentos, vegetacion obstructiva y material desprendido.
- Reparar oportunamente erosion, perdida de revestimiento, socavacion de bordes o desplazamiento del enrocamiento.
- Mantener libres de obstrucciones los cruces cubiertos y las entradas/salidas.
- Modificar el alineamiento solo cuando el cambio mantenga o mejore la interceptacion de escorrentia y la descarga segura fuera del pit.

12. Limitaciones de la ingenieria conceptual

Antes de emitir planos para construccion se deben verificar en campo la topografia de detalle, la rasante longitudinal, la naturaleza y erodabilidad del suelo, las condiciones de fundacion de controles y disipadores, el tamano de enrocamiento y los filtros, y cualquier cruce sujeto a cargas vehiculares. Los cambios en la geometria del pit, la franja operacional o las areas contribuyentes requieren revisar el sistema de drenaje.

13. Referencias tecnicas

SICT/IMT. M-PRY-CAR-4-02-002/16, Analisis Hidraulicos de Obras Complementarias de Drenaje.

SICT/IMT. N-PRY-CAR-4-02-002/16, Diseno Hidraulico de Obras Complementarias de Drenaje.

SICT/IMT. N-CTR-CAR-1-03-003/00, Cunetas.

SICT/IMT. N-CTR-CAR-1-03-004/00, Contracunetas.

SICT/IMT. N-CTR-CAR-1-03-005/00, Revestimiento de Canales.

SICT/IMT. N-CTR-CAR-1-03-006/00, Lavaderos.

SICT. Isoyetas de Intensidad-Duracion-Periodo de Retorno para Morelos, Tr = 50 anos.

NOM-023-STPS-2012, Minas subterraneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

VERSIÓN PÚBLICA

MEMORIA DE INGENIERÍA CONCEPTUAL
SISTEMA INTEGRAL DE AGUA DE CONTACTO DEL PIT

Proyecto Las Palmas
Tlaltizapán de Zapata, Morelos
16 de agosto de 2026

1. Objeto y alcance

Esta memoria define la ingeniería conceptual del sistema destinado a colectar, almacenar temporalmente, bombear, clarificar y manejar el agua que entre en contacto con el pit durante la operación. El sistema se diseña como complemento del drenaje de corona: la escorrentía limpia exterior se intercepta antes de ingresar al pit, mientras que toda lluvia directa, escurrimiento interno y afluencia subterránea que alcance la excavación se considera agua de contacto.

La ingeniería comprende: drenaje interno de piso, sumidero de dos etapas con forebay/trampa de sedimentos, dos bombas sumergibles 100% redundantes, impulsión por la rampa, reserva temporal superficial para retención y muestreo, instrumentación, lógica de niveles, energía de respaldo, manejo de sedimentos y criterios de reúso o descarga. Las dimensiones deberán confirmarse con datos hidrogeológicos y as-built antes de emitir planos para construcción.

2. Base regulatoria y técnica

La NOM-023-STPS-2012 exige para minas a cielo abierto un estudio hidrológico, la identificación de zonas de riesgo de inundación y medidas de prevención y control que incluyan las características del sistema de bombeo. El presente diseño responde a esa obligación desde la etapa conceptual. Para la ingeniería hidráulica y mecánica se utilizan por analogía los criterios de CONAGUA para cárcamos y equipos de bombeo, incluyendo redundancia, alarmas de nivel, funcionamiento simultáneo de bombas y velocidades suficientes en la impulsión.

La cartografía SICT de lluvia máxima en 24 h para Morelos se utiliza como referencia regional. Para no depender de una lectura puntual de la isoyeta, se adopta una envolvente conservadora de 120 mm para Tr = 100 años y 24 h. Para el colector interno se adopta adicionalmente una intensidad corta de 300 mm/h como envolvente de comprobación hidráulica.

El sistema se plantea con preferencia por reúso interno. Si el agua se descargara a un cuerpo receptor propiedad de la Nación, se requerirán la autorización que corresponda y la verificación de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y de las condiciones particulares aplicables. La sedimentación elimina sólidos suspendidos, pero no elimina sales disueltas; por ello la calidad del agua debe verificarse antes de cualquier descarga.

3. Datos de diseño

Parámetro	Valor de diseño
Área horizontal del pit	10,094.29 m²
Área del piso inferior	2,023.34 m²
Lluvia de diseño 100 años / 24 h	120 mm
Volumen de lluvia directa	1,211.3 m³
Afluencia subterránea provisional	5.0 L/s (supuesto de diseño; no medido)
Volumen de afluencia en 24 h	432.0 m³
Ingreso total 24 h sin bombeo	1,643.3 m³
Intensidad corta de comprobación	300 mm/h
Caudal pico teórico distribuido	0.841 m³/s
Caudal del colector principal	0.949 m³/s

4. Filosofía de manejo de agua

- Mantener el pit normalmente seco; el agua debe permanecer confinada al sumidero en operación ordinaria.
- Permitir almacenamiento de emergencia sobre el piso sólo durante tormenta extrema o falla de bombeo, con evacuación previa de personal y equipo.
- Separar sedimentación primaria en el forebay del sumidero de la cámara de bombas para reducir abrasión y obstrucción.
- Usar dos bombas idénticas: una duty y una standby, con capacidad de funcionar simultáneamente por nivel alto.

VERSIÓN PÚBLICA

- Bombear por una línea común DN200 que mantenga velocidad suficiente con una sola bomba y pérdidas compatibles con dos bombas.
- Retener el agua bombeada en una reserva temporal superficial para muestreo, sedimentación secundaria y reúso.
- No permitir rebose no controlado de la reserva superficial; si se llena, se debe suspender el bombeo normal, aumentar reúso o incorporar almacenamiento modular adicional.

5. Drenaje interno y colector principal

El piso final y los pisos de trabajo deberán perfilarse hacia el sumidero con pendiente positiva. El colector principal se adopta con sección trapezoidal de 0.60 m de fondo, 0.60 m de profundidad, taludes 1H:1V, pendiente mínima de 1% y n de Manning = 0.035. Su capacidad calculada es aproximadamente 0.95 m³/s, superior al caudal pico distribuido de comprobación de 0.841 m³/s.

En bancos y bermas se utilizarán cunetas menores o canales temporales que conduzcan hacia descensos controlados. No se permitirá que el agua descargue libremente sobre caras de banco. La geometría del colector debe ajustarse progresivamente con el avance del minado.

6. Sumidero y trampa primaria de sedimentos

El sumidero S-01 se ubica conceptualmente en E 490779.134, N 2060636.607, dentro del piso inferior y con acceso desde la rampa. Se adopta una excavación de 8.0 x 6.0 x 2.0 m, volumen bruto 96.0 m³. Los primeros 4.0 m funcionan como forebay/trampa primaria; se reserva una profundidad muerta de 0.50 m para sedimento, equivalente a 12.0 m³.

La separación entre forebay y cámara de bombas deberá ejecutarse mediante tabique, gavión o deflector removible con paso hidráulico elevado respecto del fondo. Las bombas se colocarán en soportes por encima del nivel de sedimentos. El forebay debe ser accesible con excavadora para limpieza periódica. Carga de sedimento esperada dominada por yeso, limo y finos de suelo; floculación sólo si los ensayos de agua lo justifican.

Las Palmas - S-01 Sumidero de dos etapas y control de niveles

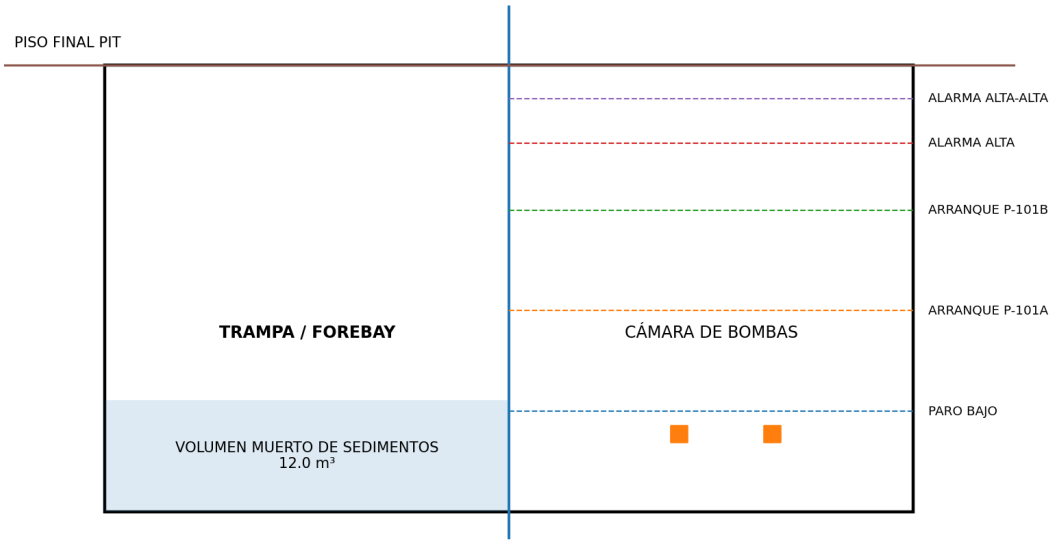


Figura 1. Sumidero de dos etapas, forebay de sedimentos y niveles de control.

7. Reserva de emergencia dentro del pit

El piso inferior tiene un área de 2,023.3 m². Para emergencia se autoriza conceptualmente un máximo de 0.90 m de ponding temporal sobre el piso, equivalente conservadoramente a 1,821.0 m³ (sin acreditar el aumento de área con la elevación). Sumando el volumen bruto del sumidero, la reserva interna total es 1,917.0 m³.

VERSIÓN PÚBLICA

El ingreso conservador de 24 h sin bombeo es 1,643.3 m³; por tanto, la reserva interna mantiene un margen de 16.7%. Esta condición es exclusivamente de emergencia. La operación normal debe mantener el agua por debajo del piso final.

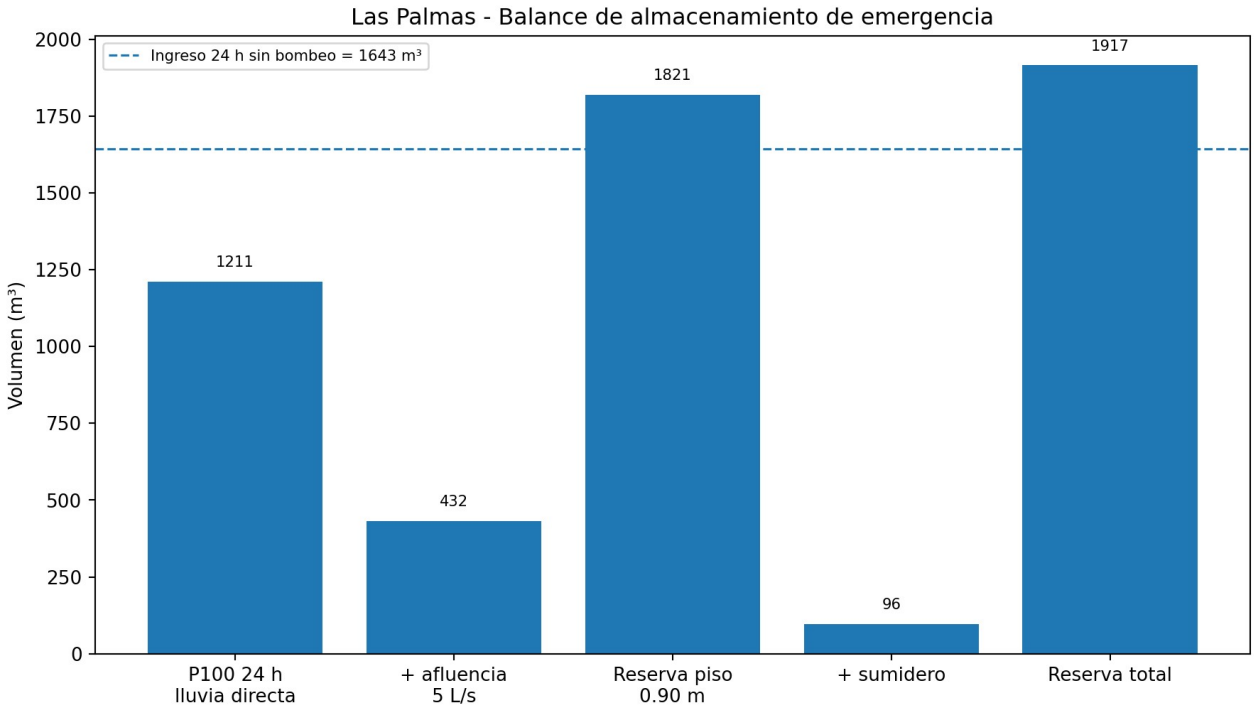


Figura 2. Balance conservador de reserva interna frente al evento de diseño.

8. Sistema de bombeo

Se especifican dos bombas sumergibles centrífugas para agua con sólidos, P-101A/B, cada una con punto nominal de 25 L/s a 50 m de carga dinámica total. Cada bomba es capaz de manejar por sí sola la condición de recuperación de diseño; la segunda constituye reserva y apoyo por nivel alto. Se considera motor conceptual de 30 kW por unidad, sujeto a selección final con curva del fabricante.

Con una sola bomba y manteniendo la afluencia provisional de 5 L/s, el ingreso total de 24 h se recupera en aproximadamente 22.8 h. Con dos bombas, el tiempo baja a 10.1 h. La lógica de control debe alternar la bomba duty y registrar horas de funcionamiento.

9. Impulsión y carga del sistema

La línea común se adopta conceptualmente como DN200 PE100 SDR11 PN16, longitud hidráulica de 350 m, siguiendo la rampa hasta la zona de reserva superficial. Para los cálculos se utiliza diámetro interno equivalente de 0.165 m, C de Hazen-Williams = 140, carga estática de 35 m y pérdidas menores equivalentes K = 6.

La carga calculada del sistema es 38.2 m con una bomba (25 L/s) y 46.6 m con ambas (50 L/s), por debajo del TDH de especificación de 50 m. La velocidad del header es aproximadamente 1.17 m/s con una bomba y 2.34 m/s con dos, adecuada para transporte de sólidos y consistente con los criterios generales de CONAGUA para tuberías de impulsión.

Cada descarga de bomba debe incluir válvula de retención y aislamiento. La línea común debe incluir medidor de caudal, punto de presión, venteo/admisión de aire en el punto alto y uniones que permitan desmontaje. La tubería debe fijarse y protegerse del tránsito en la rampa.

VERSIÓN PÚBLICA

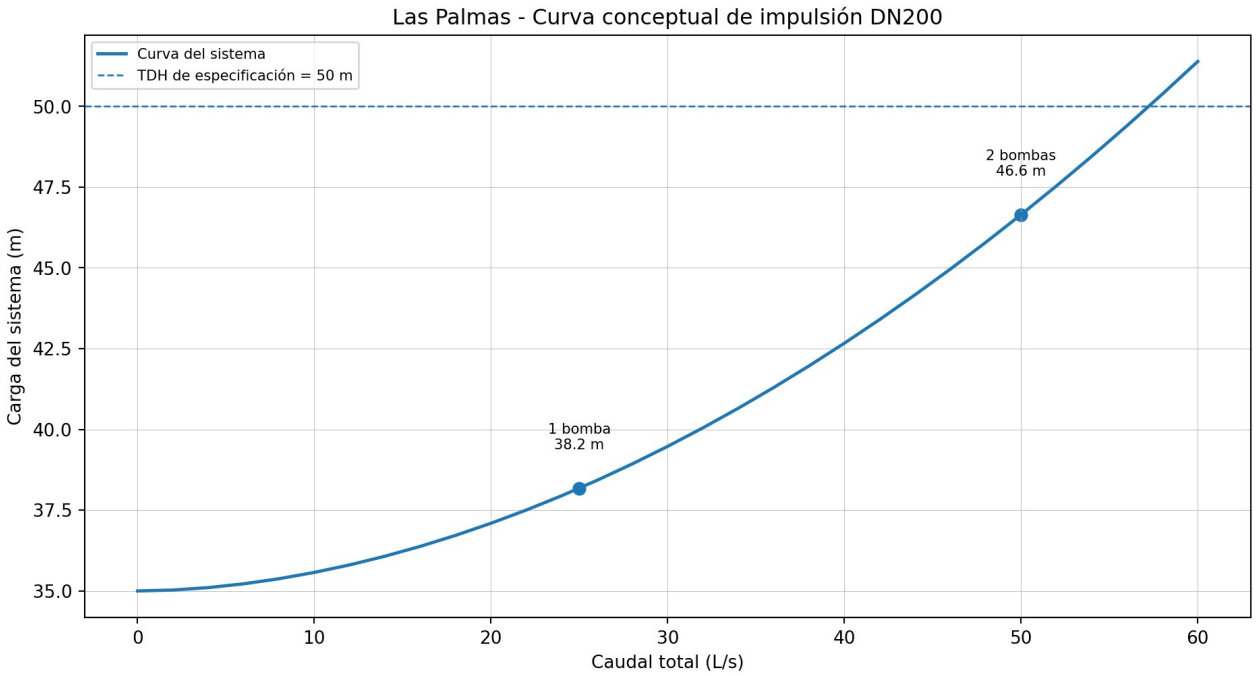


Figura 3. Curva conceptual del sistema de impulsión.

10. Niveles de control y automatización

Nivel	Elevación relativa	Acción
Paro bajo	0.45 m sobre fondo de sumidero	Protección contra operación en seco.
Arranque P-101A	0.90 m	Inicio de bomba duty.
Arranque P-101B	1.35 m	Nivel alto; operación simultánea.
Alarma alta	1.65 m	Notificación inmediata y verificación de caudal/obstrucción.
Alarma alta-alta	1.85 m	Emergencia; restringir acceso al piso y movilizar respaldo.
Piso del pit	2.00 m	A partir de aquí inicia almacenamiento de emergencia sobre el piso.

11. Reserva temporal superficial y tratamiento de sedimentos

Se reserva una capacidad superficial útil de 180 m³ en una batería de tanques o celdas modulares ubicada conceptualmente en E 490817.668, N 2060677.022, dentro de la franja operacional. A un caudal de una bomba, la capacidad equivale a 2.00 h de retención hidráulica.

El tiempo de retención es compatible, en condiciones ideales de Stokes, con la sedimentación de partículas minerales del orden de 0.015 mm y mayores. Este cálculo es sólo indicativo: turbulencia y forma de partícula reducen el desempeño real. En Las Palmas, la floculación queda como contingencia y sólo se habilitará si las pruebas de sedimentación o turbidez demuestran que la clarificación gravitacional es insuficiente.

La reserva superficial no es el volumen de control del evento de 100 años; esa función corresponde a la reserva de emergencia dentro del pit. La reserva superficial sirve para amortiguar bombeo, permitir sedimentación secundaria, muestrear el agua y decidir entre reúso, tratamiento adicional o manejo autorizado.

12. Calidad del agua y destino

Se adopta como estrategia preferente el reúso dentro del sitio para control de polvo u otros usos compatibles, siempre que la calidad sea adecuada y no se genere escurrimiento fuera del área controlada. Antes de establecer una descarga se deberán medir, como mínimo, pH, conductividad/TDS, turbidez, sólidos suspendidos totales, sulfato y calcio; en presencia de combustibles o aceites se añadirán aceites y grasas y los parámetros que corresponda.

VERSIÓN PÚBLICA

El yeso puede incrementar sulfato y sólidos disueltos; por ello una trampa de sedimentos no debe interpretarse como tratamiento de sales. Si se pretende descargar a aguas o bienes nacionales, se deberán definir formalmente el punto de descarga, permiso, monitoreo y cumplimiento de NOM-001-SEMARNAT-2021 y de las condiciones particulares aplicables.

13. Energía y redundancia

El sistema debe disponer de energía cuando exista riesgo de entrada de agua. Si no existe alimentación confiable, se considera conceptualmente un generador de respaldo de aproximadamente 100 kVA, sujeto a estudio eléctrico definitivo. El tablero debe admitir alternancia duty/standby, arranque de segunda bomba por alto nivel, protección por bajo nivel, alarmas locales/remotas y registro de horas.

14. Operación, inspección y mantenimiento

- Inspeccionar sumidero, forebay, bombas, línea y reserva antes de cada temporada de lluvias.
- Retirar sedimentos cuando el volumen muerto ocupado alcance 50% o cuando se reduzca el paso hacia la cámara de bombas.
- Probar semanalmente la bomba standby durante temporada de lluvias y mensualmente en estiaje.
- Registrar niveles, caudal bombeado, horas por bomba, turbidez y mantenimiento.
- Después de una tormenta significativa, inspeccionar estabilidad del piso, paredes del sump, anclajes de tubería y reserva superficial.
- No permitir ingreso de personal o equipo al piso cuando exista alarma alta-alta o ponding sobre el piso.
- Mantener disponibles conexiones rápidas para bomba diésel portátil de emergencia.

15. Criterios de actualización y gatillos

La NOM-023-STPS-2012 requiere actualizar el estudio hidrológico cuando cambien los procesos, se minen áreas no consideradas o se presenten filtraciones anormalmente elevadas. Para este proyecto se establecen adicionalmente los siguientes gatillos internos:

- Afluencia seca media medida > 5 L/s durante 24 h: revisar balance, bombas y almacenamiento.
- Afluencia instantánea persistente > 10 L/s sin lluvia: iniciar evaluación hidrogeológica específica.
- Una bomba no logra abatir el nivel con lluvia moderada: verificar curva real, TDH, obstrucción y capacidad.
- Sedimento reduce >50% del volumen muerto del forebay: limpiar.
- Turbidez persistente después de retención: ejecutar jar test y evaluar floculación/lamela/geotextil.
- Cualquier cambio material de pit, rampa o punto de descarga: recalcular TDH, reserva y trazado.

16. Limitaciones y verificaciones antes de construcción

- La afluencia subterránea de 5 L/s es un supuesto de diseño, no un dato medido.
- El evento de 120 mm/24 h es una envolvente regional conservadora y debe verificarse en la hidrología definitiva.
- La ubicación del sumidero es conceptual; se requiere levantamiento as-built del piso y revisión geotécnica antes de excavar 2 m adicionales.
- El proveedor de bombas deberá comprobar el punto 25 L/s @ 50 m TDH, rendimiento, paso de sólidos, NPSH cuando aplique y compatibilidad química.
- El fabricante de la tubería deberá confirmar presión de operación/transitorios, anclajes y uniones.
- La reserva superficial debe coordinarse con el layout final de instalaciones y con las restricciones ambientales de la huella autorizada.
- No se autoriza descarga externa mediante esta memoria.

VERSIÓN PÚBLICA

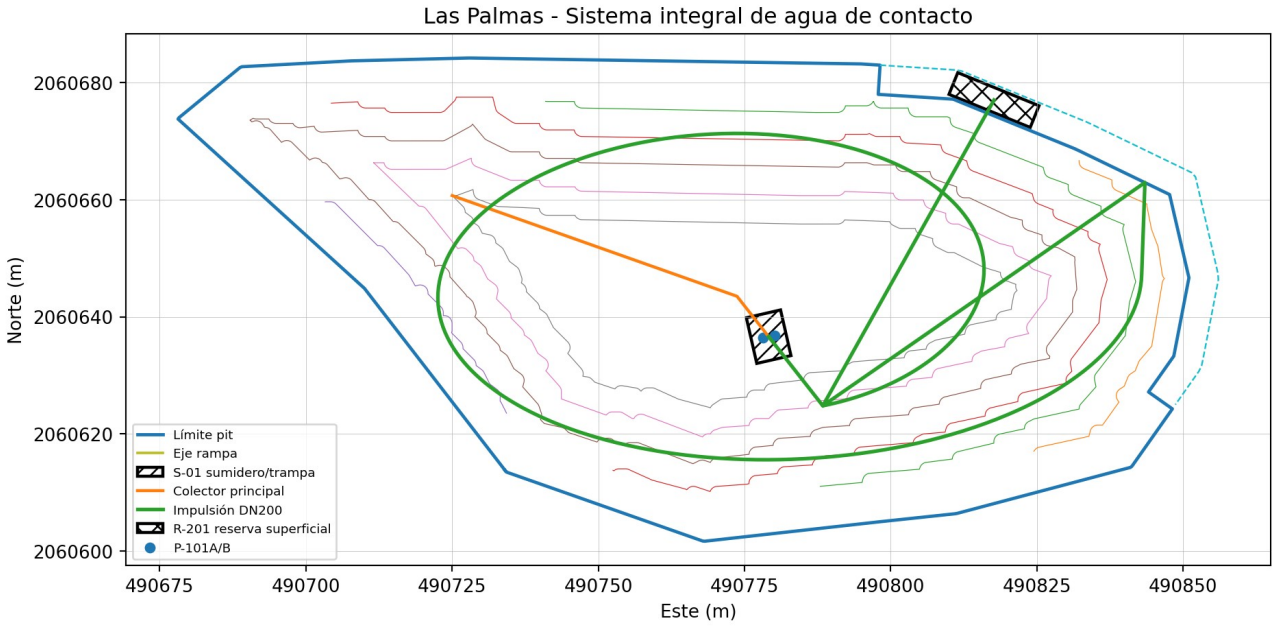


Figura 4. Planta conceptual del sistema integral de agua de contacto.

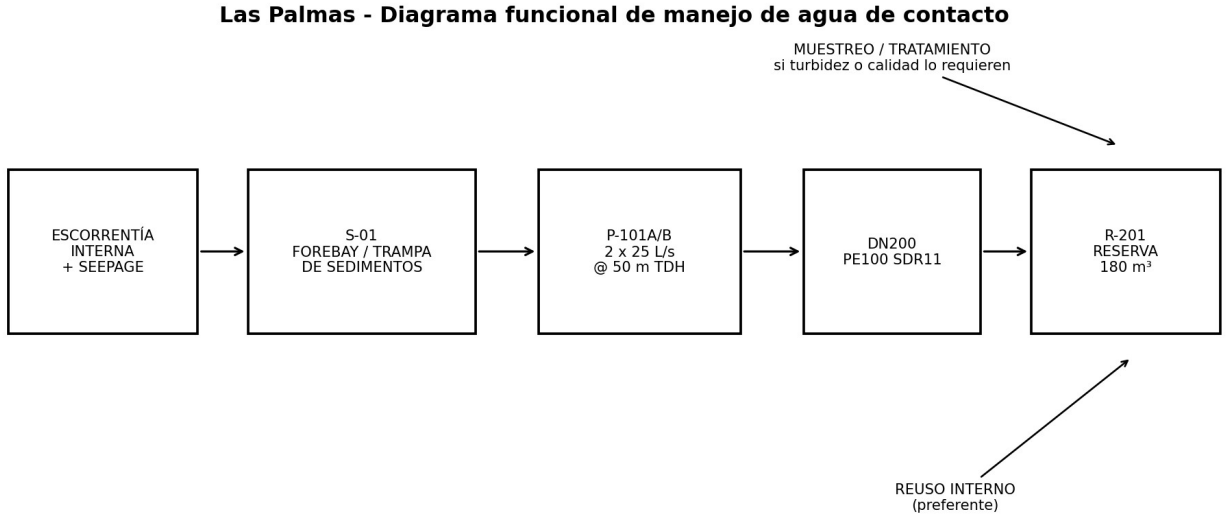


Figura 5. Diagrama funcional del proceso.

17. Cuadro de equipos

Tag	Equipo	Cant.	Especificación conceptual
S-01	Sumidero / cámara húmeda	1	8.0 x 6.0 x 2.0 m; forebay 4.0 m; dead sediment 0.50 m
P-101A/B	Bombas sumergibles para agua con sólidos	2	Cada una 25 L/s @ 50 m TDH; motor conceptual 30 kW; 1 duty + 1 standby/high level
L-101	Tubería de impulsión	1	DN200 PE100 SDR11 PN16; longitud conceptual 350 m; check + aislamiento + aire/vacío + medidor de caudal
R-201	Reserva temporal superficial modular	1	180 m3 útiles; batería de tanques/celdas modulares con nivel alto-alto y punto de muestreo
G-101	Generación de respaldo	1	100 kVA conceptual si no existe fuente equivalente; confirmar con estudio eléctrico y método de

VERSIÓN PÚBLICA

			arranque

18. Conclusiones de diseño

- La reserva interna conservadora de 1,917 m³ excede el ingreso de 24 h sin bombeo de 1,643 m³.
- Una bomba de 25 L/s recupera el evento de diseño en aproximadamente 22.8 h aun manteniendo 5 L/s de afluencia provisional.
- Dos bombas reducen la recuperación a aproximadamente 10.1 h y proporcionan redundancia.
- El header DN200 permite operar una o dos bombas sin penalización hidráulica excesiva.
- El forebay protege las bombas frente a sólidos gruesos y la reserva superficial permite sedimentación secundaria y control de calidad.
- La descarga fuera del sitio no forma parte del diseño base; el reúso interno es la alternativa preferente.

19. Referencias técnicas

NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo, DOF.

SICT, Isoyetas 2024 - Altura de lluvia máxima en 24 h, Morelos, periodo de retorno 100 años.

CONAGUA, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Cárcamos de bombeo para alcantarillado: funcional e hidráulico.

CONAGUA, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Diseño de instalaciones mecánicas.

NOM-001-SEMARNAT-2021, Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.

Geometrías finales del pit, rampa y franja operacional en EPSG:6369.

VERSIÓN PÚBLICA

PLAN DE RECUPERACIÓN FÍSICA, ESTABILIZACIÓN, RESTAURACIÓN, CIERRE Y POST-CIERRE

Proyecto minero de yeso Las Palmas
Tlaltizapán de Zapata, Morelos
Documento final de ingeniería conceptual para integración en MIA-P/ETJ

Campo	Información
Promovente	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
Código	HRS-EPS-MIA-LP-CIERRE-001
Instrumento	MIA-P Volumen I; interfaz con ETJ/CUSTF y futuro Plan de Cierre de Mina
Unidad	Unidad de Recuperación 1 - pit inicial, rampa y obras auxiliares
CRS	EPSG:6369
Estado	Ingeniería conceptual final; requiere verificación de campo y ajuste a condicionantes de autoridad antes de construcción/cierre
Fecha	17 de agosto de 2026

1. Resumen ejecutivo

Este Plan establece las medidas de recuperación progresiva, estabilización física, restauración, cierre y post-cierre aplicables al pit inicial de Las Palmas. La geometría vigente del pit cubre 10,094.29 m², alcanza aproximadamente 30 m de profundidad entre cotas 1055 y 1025 m y contiene 137,801.33 m³ de excavación geométrica, equivalentes a 316,943 t a una densidad conceptual de 2.30 t/m³. A la tasa de planeación de 89,760 t/año, la vida geométrica es 3.53 años.

La rampa constituye un volumen temporal de 7,617.76 m³ (17,521 t). El caso base de cierre considera su recuperación al final de la secuencia minera. Se podrá conservar únicamente el tramo que resulte indispensable para inspección, drenaje, mantenimiento o emergencia, previa verificación geotécnica y decisión documentada de cierre.

La capa vegetal suelta estimada es 2536.1 m³, a partir de un espesor medio recuperable de 0.20 m y 20% de esponjamiento. La berma temporal compatible con la cuneta de corona tiene capacidad aproximada de 580.0 m³; el excedente, aproximadamente 1956.1 m³, se destina a colocación directa y rehabilitación progresiva conforme se liberen superficies estables. La cuneta de corona tiene una longitud planimétrica de control de 146.485 m y capacidad hidráulica superior al gasto crítico calculado (0.084 frente a 0.023 m³/s).

El nivel de riesgo físico de cierre se considera moderado, sujeto a confirmación geotécnica e hidrogeológica específica de cierre. Relieve suavemente ondulado a moderadamente montañoso y condiciones conceptualmente favorables, sin sustituir la campaña geotécnica e hidrogeológica de cierre. El cribado conceptual de estabilidad produce factores de seguridad de 2.026 estático y 1.713 pseudoestático para el escenario base conservador; no sustituye un diseño geotécnico firmado.

2. Objeto, alcance y frontera con el componente forestal

- Definir medidas ejecutables y verificables para recuperar progresivamente la perturbación minera.
- Establecer la configuración física de cierre para pit, bancos, bermas, rampa, franja operacional, drenajes y superficies auxiliares.
- Prevenir erosión, sedimentación, contaminación, acceso inseguro y deterioro post-cierre.
- Entregar al Volumen II/ETJ superficies físicamente estables y material de crecimiento disponible; las especies, densidades, rescate, reforestación y éxito ecológico se controlan en el componente forestal.
- Mantener la UR-1 compatible con una eventual expansión futura sin extinguir obligaciones ya generadas.

3. Marco jurídico, regulatorio e institucional

La Ley de Minería vigente incorpora un capítulo específico de cierre. Sus artículos 61 a 63 asignan al titular la obligación de realizar el cierre mediante un Plan de Cierre de Mina, prevén la aprobación por la Secretaría con opinión de SEMARNAT respecto del Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre, y establecen que el Plan de Cierre debe presentarse dentro de los dos años y hasta un año previos al cierre de operaciones. El resolutivo de impacto ambiental, la autorización de CUSTF y las demás autorizaciones específicas prevalecerán sobre los criterios internos de este Plan.

VERSIÓN PÚBLICA

Régimen / referencia	Materia	Aplicación al Plan
LGEEPA y Reglamento en materia de EIA	Impacto ambiental	Incorporar medidas de prevención, mitigación, cierre y seguimiento conforme al resolutivo.
Ley de Minería, arts. 61-63	Cierre de minas	Base del futuro Plan de Cierre de Mina y coordinación con Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre.
LGDFS / CUSTF	Terrenos forestales	Coordinar recuperación física con ETJ, rescate, restauración y obligaciones forestales.
Ley de Aguas Nacionales / CONAGUA	Aguas y bienes nacionales	Verificar competencia y permisos antes de intervenir cauces, zonas federales o realizar descargas.
LGPGIR; NOM-052-SEMARNAT-2005	Residuos	Segregación, caracterización, transporte y disposición con trazabilidad.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Hidrocarburos en suelo	Caracterización/remediación cuando exista evidencia de contaminación.
NOM-001-SEMARNAT-2021	Descargas	Aplicable cuando exista descarga de aguas residuales a cuerpos receptores propiedad de la Nación.
NOM-023-STPS-2012	Seguridad minera	Controles de seguridad y salud en trabajos de operación y cierre.

La matriz legal deberá verificarse nuevamente inmediatamente antes del ingreso de la MIA-P y después de cualquier resolutivo o cambio de proyecto.

4. Base de diseño y control geométrico

Parámetro	Base vigente
Área del pit	10,094.29 m²
Área de estudio	10,566.997 m²
Cotas	1055 a 1025 m
Bancos	6 niveles de 5 m; caras conceptuales ~75°; bermas 3.5 m
Rampa	5.5 m; 10% longitudinal; 3% transversal; un carril alternado
Volumen	137,801.33 m³
Tonelaje	316,943 t @ 2.30 t/m³
Vida geométrica	3.53 años @ 89,760 t/año
Topografía	Topografía oficial con franja de protección
Concesión legal	TITLE CONTROL 2D, 350,000.000 m², 2,400.000 m de perímetro
Área de estudio 3D	Drapeado 100% por interpolación
Concesión 3D	62/2,400 puntos extrapolados (2.583%, aceptado <2.83%)

5. Objetivos y criterios de cierre

Componente	Criterio de aceptación conceptual
Estabilidad física	Sin movimientos progresivos, bloques inestables no controlados ni pérdida funcional de bancos/bermas.
Drenaje	Sin entrada incontrolada de escorrentía exterior; salidas estables, sin erosión regresiva o socavación.
Sedimentos	No exportación visible de sedimento fuera de las estructuras de control después de mantenimiento normal.
Seguridad	Acceso vehicular no autorizado controlado; señalización y barreras compatibles con paso de fauna.
Residuos/contaminación	Cero residuos abandonados; áreas con derrames investigadas y remediadas cuando proceda.
Sustrato	Superficies escarificadas, estables y con material de crecimiento suficiente para la fase biológica.
Interfaz forestal	Liberación documentada de superficies para revegetación y cumplimiento de criterios del Volumen II/ETJ.

6. Recuperación progresiva y gestión por unidades

El pit inicial, su rampa, la franja operacional y las obras auxiliares constituyen la Unidad de Recuperación 1 (UR-1). La recuperación se ejecutará concurrentemente con la explotación. Una superficie se considera disponible para recuperación cuando no sea necesaria para tránsito, estabilidad, drenaje, inspección o minado posterior inmediato.

- Delimitar mensualmente perturbación activa y superficies terminadas.
- Despalmar por celdas, evitando abrir áreas cuya capa vegetal no pueda almacenarse o colocarse de inmediato.
- Liberar bancos/bermas mediante inspección geotécnica antes de colocar suelo.
- Instalar y mantener drenaje antes de iniciar la recuperación biológica.

VERSIÓN PÚBLICA

- Registrar origen, volumen, destino y saldo de capa vegetal.

7. Manejo de capa vegetal y berma temporal

Se adopta un espesor medio recuperable de planeación de 0.20 m, conforme al estudio edafológico actualizado, y 20% de esponjamiento. El volumen in situ estimado es 2113.4 m³ y el volumen suelto es 2536.1 m³. La capacidad temporal de la berma compatible con la cuneta es 580.0 m³. El excedente de 1956.1 m³ se utilizará progresivamente sobre superficies finalizadas; equivale aproximadamente a 8150 m² de restitución con una capa media de 0.20 m cuando se convierte a volumen in situ.

Donde no existe cuneta se mantiene la berma normal de base 4.00 m, corona 0.50 m, altura 0.875 m y taludes 2H:1V. Donde coexiste con la cuneta dentro del franja de protección de 5 m, la berma se reduce a base 3.15 m y altura 0.662 m. El pie interior se sitúa conceptualmente a 0.75 m de la cresta; esta separación deberá confirmarse geotécnicamente antes de construcción. En la franja operacional de 100 m no se almacena capa vegetal.

8. Estabilización geotécnica y seguridad física

El cribado conceptual arroja FS = 2.026 en condición estática y FS = 1.713 pseudoestática para la envolvente conservadora considerada. Estos resultados sólo sirven como control preliminar. Antes de declarar una cara, banco o rampa como final se requiere levantamiento conforme a obra, mapeo de discontinuidades, revisión de agua, saneo de bloques y dictamen de un profesional competente.

- No colocar capa vegetal suelta sobre caras de banco de ~75° sin microterrazas u otro sistema diseñado de retención.
- Mantener las bermas funcionales para captura de desprendimientos y drenaje.
- Retirar bloques sueltos mediante procedimiento seguro antes de liberar superficies.
- Revisar estabilidad después de lluvias intensas, sismos perceptibles o cambios visibles.

9. Manejo de escurrimientos, drenajes, erosión y sedimentos

El sistema de corona intercepta el escurrimiento exterior en los sectores topográficamente aportantes. La longitud planimétrica de control es 146.485 m. La sección adoptada conduce 0.084 m³/s frente a un gasto crítico de 0.023 m³/s; la velocidad calculada es 0.93 m/s. El sistema incorpora 10 controles de grado y 4 disipadores de salida.

El dimensionamiento operacional de la cuneta utiliza Tr = 50 años. Toda obra que permanezca como drenaje permanente de cierre deberá verificarse nuevamente para el evento de cierre de 100 años/24 h, con las cuencas y rasantes conforme a obra. No se permitirá que la berma de capa vegetal funcione como bordo hidráulico primario.

En la franja operacional la cuneta se lleva al borde exterior. Cuando exista cruce de tránsito o portal se considera conceptual una alcantarilla DN600 mínima, sujeta a cálculo hidráulico y estructural. Los disipadores utilizarán enrocamiento sobre filtro/geotextil o solución equivalente y deberán descargar hacia terreno estable fuera del pit.

VERSIÓN PÚBLICA

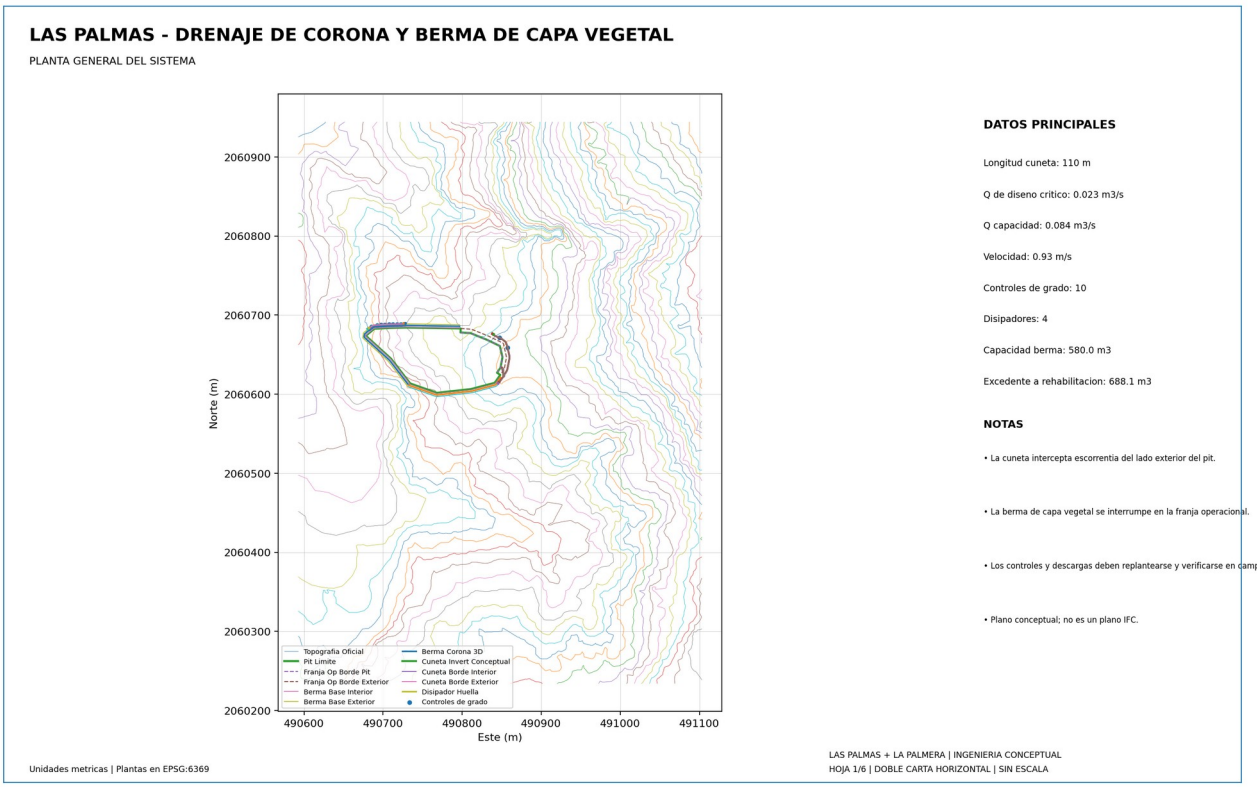


Figura 1. Las Palmas: planta conceptual de cuneta de corona, berma y controles.

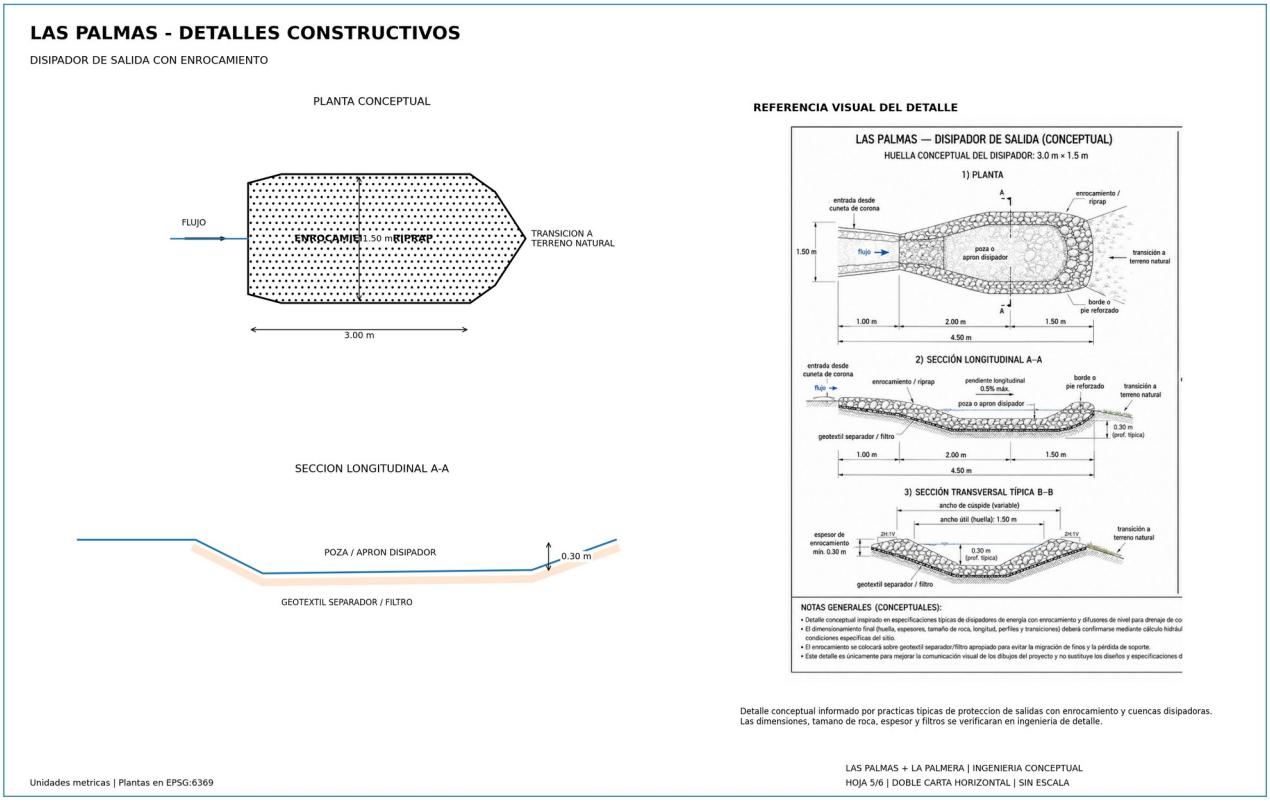


Figura 2. Las Palmas: detalle conceptual de disipador de salida.

VERSIÓN PÚBLICA

10. Recuperación de rampa, caminos, bancos, bermas, piso y perímetro

La rampa contiene temporalmente 7,617.76 m³ (17,521 t), equivalentes a aproximadamente 64 días de producción de planeación. El caso base minero es recuperar ese material al final de la secuencia. Antes de iniciar la recuperación final se establecerá un punto de decisión de la rampa: (A) recuperar completamente si existe acceso alternativo seguro y no se requiere para drenaje/mantenimiento; o (B) conservar sólo el tramo mínimo funcional si la inspección/post-cierre lo requiere. La decisión se documentará mediante plano conforme a obra y dictamen geotécnico/hidráulico.

- Escarificar y recuperar caminos/áreas de maniobra que pierdan función.
- Regularizar el piso sin crear superficies perfectamente lisas ni depresiones peligrosas.
- Mantener pendiente positiva hacia puntos de control estables.
- No asumir formación de lago de pit; cualquier condición de agua permanente exige estudio hidrogeológico y diseño específico.

11. Instalaciones temporales, residuos y prevención de contaminación

Al cierre se retirarán completamente oficina móvil, sanitarios, generador, contenedor, mobiliario, estacionamientos temporales y cualquier instalación que no tenga uso futuro autorizado. Los residuos sanitarios se retirarán mediante proveedor autorizado; los residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos se segregarán y documentarán. No se enterrarán residuos dentro del pit.

Las áreas de combustible/lubricantes se inspeccionarán visualmente y mediante muestreo cuando existan indicios de derrame. Si se detecta contaminación por hidrocarburos, la caracterización y remediación se realizará conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y demás disposiciones aplicables.

12. Material de crecimiento e interfaz con restauración biológica

Volumen I entrega superficies físicamente estables, descompactadas y con material de crecimiento. El Volumen II/ETJ define especies, densidades, rescate, reubicación, época, mantenimiento y criterios ecológicos. La capa vegetal se priorizará sobre superficies horizontales o de pendiente moderada con alta probabilidad de retención. Cuando el balance sea insuficiente, se priorizarán conectividad, control de erosión y sitios con mayor probabilidad de establecimiento.

13. Configuración de cierre final

- Topografía final conforme a obra conciliada con pit, rampa y drenajes.
- Taludes y bancos inspeccionados y saneados.
- Rampa resuelta mediante punto de decisión de la rampa y acceso final controlado.
- Drenajes finales comprobados y descargando a terreno estable.
- Berma temporal de capa vegetal desmantelada progresivamente al reutilizar el suelo.
- Instalaciones y residuos retirados.
- Superficies auxiliares escarificadas y entregadas a restauración biológica.
- Perímetro seguro, señalizado y compatible con fauna.

14. Monitoreo post-cierre, umbrales y criterios de éxito

Se adopta un periodo corporativo mínimo de siete años, prolongable hasta alcanzar criterios de éxito y obtener la liberación que corresponda. Las inspecciones serán más frecuentes durante los primeros ciclos de lluvia y después de eventos extraordinarios.

Indicador	Frecuencia mínima inicial	Umbral de acción	Respuesta
Erosión/cárcavas	Mensual en lluvias y post-tormenta	Erosión progresiva o descarga fuera de control	Reperfilar, proteger y revisar hidráulica.
Taludes/bloques	Trimestral y post-evento	Grietas, caída recurrente o desplazamiento	Restringir acceso y revisión geotécnica.
Cunetas/controles	Mensual en lluvias	Obstrucción >20% o socavación	Limpiar, reparar y reforzar.
Disipadores	Post-tormenta	Pérdida de roca/filtro o erosión terminal	Reponer, ampliar y revisar tamaño de roca.
Acceso/barreras	Mensual	Ingreso no autorizado o daño	Reparar y reforzar.
Superficies restauradas	Según Volumen II	Incumplimiento de criterios ecológicos	Manejo adaptativo y reposición.

VERSIÓN PÚBLICA

15. Contingencias y manejo adaptativo

- Lluvia que exceda capacidad o produzca daño: aislar área, restablecer conducción y recalcular sección/descarga.
- Inestabilidad de talud: suspender acceso, delimitar, inspeccionar y ejecutar saneo o rediseño.
- Derrame: detener fuente, contener, recuperar material, caracterizar y disponer conforme a regulación.
- Obstrucción de cruce: retirar de forma segura y revisar rejilla/entrada/diámetro.
- Falla de establecimiento biológico: revisar sustrato, humedad, erosión y programa del Volumen II.

16. Programa de ejecución

Etapa	Momento	Acciones principales	Producto de control
Operación	Continuo	Despalme por celdas, manejo de berma, drenaje, recuperación de superficies terminadas.	Bitácora, balance de suelo, planos mensuales.
Pre-cierre	12-24 meses antes	Topografía conforme a obra, investigaciones, costos, Gate de Rampa, diseño final de drenaje/cierre.	Plan de Cierre de Mina y diseños firmados.
Cierre físico	Al terminar minado	Recuperar/retener rampa según gate, retirar instalaciones, estabilizar, colocar suelo y cerrar accesos.	Planos conforme a obra y actas de liberación.
Post-cierre	>=7 años	Monitoreo, mantenimiento, manejo adaptativo y reportes.	Informes y evidencias de éxito.

17. Organización, registros e informes

- Bitácora georreferenciada de perturbación/despalme.
- Balance de capa vegetal: origen, volumen, almacenamiento, colocación y saldo.
- Topografía y fotografías antes/después.
- Inspecciones geotécnicas, hidráulicas, ambientales y de seguridad.
- Manifiestos y comprobantes de residuos/sanitarios.
- Registro de mantenimiento de cunetas, controles, disipadores y cruces.
- Expediente de decisiones de cierre, especialmente punto de decisión de la rampa y modificaciones de drenaje.
- Informes y avisos exigidos por resolutivos MIA-P/CUSTF y autoridad minera.

18. Estimación y actualización de obligaciones de cierre

El costo de cierre se actualizará al menos anualmente y cuando cambie la geometría, vida útil, superficie, drenaje, instalaciones, condicionantes, estrategia de rampa o balance de capa vegetal. El presupuesto deberá incluir movilización, obras físicas, manejo de agua/sedimentos, retiro de instalaciones, residuos, remediación, suelo, restauración, monitoreo, supervisión, contingencia e impuestos. Con el espesor medio recuperable actualizado a 0.20 m, la memoria económica revisada establece [redacted] pretende anticipar la garantía financiera que determine SEMARNAT u otra autoridad competente.

19. Puertas de liberación antes de construcción y cierre

Gate	Condición
G-1 Geometría	Topografía y DXF final conciliados; TITLE CONTROL/área de estudio verificados.
G-2 Geotecnia	Confirmar parámetros de resistencia, cresta, bancos, rampa y efecto de agua.
G-3 Hidrología	Cuencas, IDF/lluvia, rasantes, revestimiento, disipadores y criterio 100 años/24 h para cierre.
G-4 Hidrogeología	Confirmar nivel freático, infiltración y comportamiento del piso.
G-5 Suelo	Calicatas, espesor real y balance actualizado.
G-6 Regulatorio	Conciliar MIA-P, ETJ/CUSTF, resolutivos, agua, residuos y Plan de Cierre de Mina.
G-7 As-built	Planos y evidencias de ejecución antes de transferir a post-cierre.

VERSIÓN PÚBLICA

20. Conclusiones y compromisos

- La recuperación será concurrente con la explotación y no una actividad diferida exclusivamente al final.
- La berma temporal almacena aproximadamente 580.0 m³; el excedente de capa vegetal, aproximadamente 1956.1 m³ sueltos bajo la base de 0.20 m, se reutilizará progresivamente.
- La cuneta de corona, controles y disipadores forman parte de la configuración operacional; los elementos permanentes se verificarán nuevamente para cierre.
- El caso base recupera la rampa; sólo se conservará un tramo si existe una necesidad funcional demostrada y documentada.
- No se asume relleno total ni formación de lago de pit.
- El cierre incluye retiro de instalaciones y residuos, estabilidad, drenaje, seguridad, suelo y entrega de superficies al componente biológico.
- La UR-1 permanecerá identificada en cualquier desarrollo futuro de la concesión y sus obligaciones no se extinguen por una propuesta de expansión.

Anexo A. Matriz maestra de medidas

Componente	Etapa	Medida	Criterio
Suelo	Operación	Despalme por celdas y balance	Volumen y destino trazables
Berma	Operación	Almacenamiento bajo y estable	Sin erosión ni invasión de cuneta
Drenaje	Operación/cierre	Interceptar, conducir, controlar grado y disipar	Sin descarga incontrolada
Pit/bancos	Cierre	Inspección, saneo y liberación	Estabilidad aceptada
Rampa	Cierre	Gate recuperar/retener tramo mínimo	Decisión documentada
Instalaciones	Cierre	Retiro total	Cero estructuras sin uso autorizado
Residuos	Continuo/cierre	Segregar y disponer	Trazabilidad completa
Post-cierre	>=7 años	Inspección y mantenimiento	Criterios de éxito alcanzados

Anexo B. Archivos técnicos asociados

- LAS_PALMAS_PLANOS_DETALLES_CONSTRUCTIVOS_FINAL_20CM_2026-08-17.pdf
- LAS_PALMAS_PLANTA_DRENAJE_CORONA_BERMA_FINAL_EPSG6369.dxf
- LAS_PALMAS_DETALLES_CONSTRUCTIVOS_FINAL.dxf
- LAS_PALMAS_05_INTEGRADO_CONTROL_FINAL_EPSG6369.dxf
- Memoria_Calculo_Volumenes_Tonelaje_Vida_Util_Rampas_LAS_PALMAS_FINAL_2026-08-17.docx
- Memoria_Conceptual_Drenaje_Corona_Berma_LAS_PALMAS_FINAL_20CM_2026-08-17.docx
- LAS_PALMAS_COSTO_CIERRE_B77_REV03.docx
- Memoria_Ingenieria_Agua_Contacto_LAS_PALMAS_FINAL_LAYOUT_2026-08-16.docx
- LAS_PALMAS_MODELO_CIERRE_METRADOS_B77_REV03.xlsx

Referencias normativas y técnicas

Ley de Minería, Cámara de Diputados, texto vigente con última reforma DOF 08-05-2023.

LGEEPA y Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y Reglamento.

Ley de Aguas Nacionales y Reglamento.

LGPGIR y Reglamento; NOM-052-SEMARNAT-2005.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

NOM-001-SEMARNAT-2021, cuando resulte aplicable.

NOM-023-STPS-2012.

SICT/IMT, manuales de análisis/diseño hidráulico de obras complementarias de drenaje, usados como referencia técnica por analogía.

VERSIÓN PÚBLICA

FHWA HEC-14 y detalles técnicos equivalentes para disipación de energía, usados como referencia de ingeniería.

Control de reemisión B77 REV03: Longitud conciliada. Capa vegetal, capacidades y programa de cierre de FINAL_20CM conservados.

VERSIÓN PÚBLICA

MEMORIA DE ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE CIERRE Y POST-CIERRE

Proyecto Las Palmas
Tlaltizapán de Zapata, Morelos
Base de costos: agosto de 2026

Estimación conceptual para planeación financiera y soporte de una futura garantía regulatoria - no constituye monto calificado por SEMARNAT

1. Resumen ejecutivo

La estimación técnica de obligación de cierre y post-cierre del Proyecto Las Palmas, expresada en pesos mexicanos constantes [redacted] incluyendo IVA. La reemisión B77 conserva el espesor de suelo vegetal de 0.20 m y el 20% de esponjamiento de la fuente final. El cambio económico de esta reemisión proviene de conciliar la longitud de cuneta con el eje geoespacial de control, manteniendo los precios unitarios y los demás supuestos originales. Para planeación corporativa se mantiene una provisión [redacted]

La provisión corporativa no constituye una garantía ya calificada por SEMARNAT ni pretende anticipar el monto que determine la autoridad. La LGEEPA prevé que, una vez dictaminada la viabilidad del Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre, la persona interesada presente una garantía mediante los instrumentos legalmente admisibles. Por ello se mantienen separados tres niveles: (1) costo técnico de ingeniería; (2) costo indicativo de contratación por tercero; y (3) provisión corporativa. La garantía regulatoria definitiva permanece por determinar.

Componente	Costo directo / calculado	Participación / criterio
Pre-cierre: investigaciones, diseño y preparación	[redacted]	13.0% del costo directo
Obras físicas de cierre y restauración	[redacted]	54.4% del costo directo
Supervisión independiente y QA/QC	[redacted]	4.4% del costo directo
Post-cierre 7 años	[redacted]	28.2% del costo directo
Costo directo total	[redacted]	Base antes de cargas de tercero
Precio de tercero antes de contingencia	[redacted]	Incluye indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales
Contingencia conceptual	[redacted]	25% base
Total pre-IVA	[redacted]	Base económica principal
IVA	[redacted]	16%, mostrado separadamente
Total con IVA	[redacted]	Costo de contratación
Provisión corporativa recomendada	[redacted]	Reserva interna separada por incertidumbre regulatoria, técnica, contractual y de madurez; no constituye garantía SEMARNAT.
Garantía regulatoria definitiva	POR DETERMINAR	Será establecida posteriormente con el expediente, condicionantes, diseño final y criterio de la autoridad.

2. Alcance de la obligación estimada

El costo se construye como obligación bruta de cierre por tercero. Para evitar subestimar una futura garantía no se reconocen créditos por valor de rescate de equipos, tuberías o instalaciones móviles, ni créditos por recuperación progresiva mientras ésta no esté ejecutada, medida y formalmente verificable.

- Investigaciones y diseños de pre-cierre: topografía conforme a obra, geología, geotecnia, calicatas/sondeos, laboratorio, verificación hidráulica, estabilización y terracerías.
- Cierre físico: saneo de bancos, bordo de seguridad, control de accesos, señalización, regrado de la franja operacional, manejo de capa vegetal, drenaje de cierre, controles de grado y disipadores.
- Desmantelamiento: impulsión DN200 y equipos móviles, incluyendo R-201, T-201 y P-201, sin crédito por rescate.
- Cierre del sistema de agua de contacto: relleno/reconformación del sumidero S-01 y caracterización final de superficies auxiliares.

VERSIÓN PÚBLICA

- Restauración/reforestación: comparación de referencia de zona ecológica tropical de CONAFOR/SEMARNAT aplicado al área de estudio.
- Post-cierre: inspecciones geotécnicas/drenaje/seguridad, calidad de agua, monitoreo forestal/biológico, informes anuales y mantenimiento correctivo.

3. Marco regulatorio utilizado

La Ley de Minería, artículos 61 a 63, asigna al titular la realización del cierre mediante un Plan de Cierre de Mina, establece que su aprobación corresponde a la Secretaría de Economía con opinión de SEMARNAT respecto del Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre, y requiere presentar el Plan dentro de los dos años y hasta un año previos al cierre; posteriormente se informa semestralmente su avance hasta la legal conclusión.

El artículo 107 BIS de la LGEEPA requiere un Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre para actividades mineras y prevé una garantía una vez que el programa sea dictaminado viable. El artículo 108 exige control de la calidad del agua, protección de suelos, flora y fauna y tratamiento oportuno de las alteraciones topográficas. Estas disposiciones son la base para incluir obligaciones físicas, ambientales, seguimiento y garantía en una sola estimación.

4. Metodología de estimación

La estimación combina metrados derivados de la ingeniería conceptual vigente con precios unitarios federales de referencia. Cuando existe un concepto comparable, se utiliza el Tabulador SICT 2026 de construcción, servicios o maquinaria. SICT no es un tarifario de SEMARNAT para cierre minero; se utiliza por analogía como comparación de referencia público, federal, verificable y vigente para trabajos civiles y servicios técnicos. Para restauración forestal se utiliza directamente el comparación de referencia CONAFOR/SEMARNAT vigente en 2026.

La integración del precio de tercero sigue la estructura reconocida en el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas: costos directos, indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales. Los porcentajes aplicados no son tasas regulatorias: son supuestos editables de estimación que deberán reemplazarse por análisis de licitación o cotizaciones cuando el proyecto madure.

Parámetro	Base	Tratamiento
Indirectos	15.0%	Supuesto paramétrico del contratista.
Financiamiento	2.0%	Supuesto paramétrico.
Utilidad	10.0%	Supuesto paramétrico.
Cargos adicionales	1.0%	Reserva paramétrica.
Contingencia de alcance/madurez	25.0%	Estimación conceptual Class 4-style; reemplazar con QRA.
IVA	16.0%	Tasa general; mostrado por separado.
Descuento regulatorio	0.0%	No se descuenta la obligación técnica para reducir la referencia económica de cierre.

5. Base cuantitativa del proyecto

Parámetro	Cantidad	Uso económico
Área de estudio	1.0567 ha	Restauración/benchmark CUSTF
Área horizontal del pit	10,094.29 m²	Base geométrica general
Capa vegetal suelta	2,536.08 m³	Re-manejo y colocación conservadora; base 0.20 m recuperable + 20% esponjamiento
Cuneta de cierre	146.485 m	Excavación, afinamiento, revestimiento y geotextil
Controles de grado	10 pza	Allowance directo
Disipadores	4 un	Mampostería/geotextil
Impulsión de agua de contacto	350 m	Desmantelamiento
Sumidero S-01	96 m³	Relleno/reconformación
Franja operacional	1,000 m²	Regrado/escarificación

6. Presupuesto directo detallado

La tabla siguiente reproduce las partidas directas del modelo. Los importes de SICT y CONAFOR son trazables a las referencias indicadas; las partidas identificadas como allowance se mantienen separadas para su futura sustitución por cotizaciones.

VERSIÓN PÚBLICA

WBS	Concepto	Cant.	Unidad	Costo directo	Base
A-01	Levantamiento topográfico / conforme a obra de cierre	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1010.1010
A-02	Estudio geológico de cierre	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1010.1025
A-03	Estudio geotécnico de cierre	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1010.1030
A-04	Sondeos/calicatas de verificación	6.00	sondeo	[redacted]	SICT CA1010.1040
A-05	Laboratorio geotécnico / PCA	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1010.1050
A-06	Verificación hidráulica del cierre	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1210.1035
A-07	Proyecto de estabilización de taludes	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1210.1060
A-08	Proyecto de conformación/terracerías finales	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1210.1040
A-09	Informe fotográfico/video de línea base de cierre	1.00	lote	[redacted]	SICT CA1010.1060
A-10	Integración regulatoria / actualización del expediente de cierre	1.00	lote	[redacted]	Allowance de estimador
B-01	Saneo mecanizado de paredes/bancos finales	3,205.20	m²	[redacted]	Derivado SICT 101.03.1260
B-02	Bordo perimetral de seguridad con material del sitio	320.52	m³	[redacted]	SICT 101.03.1260 + 101.09.1190
B-03	Cerca de control en accesos	40.00	m	[redacted]	SICT 107.15.1110
B-04	Señales permanentes de advertencia/restricción	6.00	pza	[redacted]	SICT 107.16.2130
B-05	Regrado/ escarificación de franja operacional	1,000.00	m²	[redacted]	Derivado tabulador maquinaria SICT
B-06	Cierre/regrado final del portal de rampa	1.00	lote	[redacted]	Allowance de estimador
B-07	Re-manejo y colocación de capa vegetal (sin crédito por progresiva)	2,536.08	m³	[redacted]	SICT 101.03.1260 + 101.09.1160
B-08	Excavación/ reconformación de cuneta permanente	24.17	m³	[redacted]	SICT 101.05.1130
B-09	Afinamiento de cuneta permanente	24.17	m³	[redacted]	SICT 101.06.1120
B-10	Zampeado/ mampostería seca en cuneta	160.92	m²	[redacted]	SICT 101.12.1100
B-11	Geotextil filtro/separador bajo revestimiento	160.92	m²	[redacted]	SICT 101.10.1230
B-12	Controles de grado	10.00	pza	[redacted]	Allowance derivado
B-13	Zampeado/ mampostería de disipadores	18.00	m²	[redacted]	SICT 101.12.1100
B-14	Geotextil de disipadores	18.00	m²	[redacted]	SICT 101.10.1230
B-15	Desmantelamiento de impulsión DN200 de agua de contacto	350.00	m	[redacted]	SICT Demoliciones/Desmantelamientos No.15
B-16	Relleno/ reconformación de sumidero S-01	96.00	m³	[redacted]	SICT corte + terraplén
B-17	Desmontaje de instalaciones móviles, R-201, T-201 y P-201	1.00	lote	[redacted]	Allowance de estimador
B-18	Caracterización ambiental final de superficies auxiliares	1.00	lote	[redacted]	Allowance de estimador
B-19	Manejo/disposición de residuos de cierre	1.00	lote	[redacted]	Allowance de estimador
B-20	Restauración/	1.06	ha	[redacted]	CONAFOR/DOF 2026

VERSIÓN PÚBLICA

	reforestación y mantenimiento - ecosistema tropical				remite a 2023
B-21	Movilización y desmovilización	1.00	lote	[redacted]	Supuesto de estimación
C-01	Supervisión independiente, QA/QC y verificación conforme a obra	1.00	lote	[redacted]	Supuesto de estimación
D-01	Inspecciones integradas geotécnicas/drenaje/seguridad	12.00	campaña	[redacted]	Derivado SICT CA1010.1060
D-02	Campañas de calidad de agua	9.00	campaña	[redacted]	Allowance de estimador
D-03	Monitoreo biológico/forestal	7.00	campaña	[redacted]	Allowance derivado
D-04	Informe anual de cierre/post-cierre a autoridades	7.00	informe	[redacted]	Allowance derivado
D-05	Reserva acumulada de mantenimiento correctivo	1.00	lote	[redacted]	Supuesto de estimación

7. Integración del precio de tercero

Concepto	Importe
Costo directo total	[redacted]
Indirectos	
Financiamiento	
Utilidad	
Cargos adicionales	
Precio antes de contingencia	
Contingencia	
Estimación total pre-IVA	
IVA	
Estimación total con IVA	
Provisión corporativa recomendada	
Garantía regulatoria definitiva	POR DETERMINAR

8. Programa económico de post-cierre

El Plan Maestro adopta un mínimo corporativo de siete años, extensible hasta alcanzar criterios de éxito y la liberación que corresponda. Este plazo no se presenta como un periodo legal fijo impuesto por SEMARNAT.

Año	Inspecciones	Agua	Biológico	Mantenimiento
1	4	2	1	2.0% obra física
2	2	2	1	2.0% obra física
3	2	1	1	2.0% obra física
4	1	1	1	1.0% obra física
5	1	1	1	1.0% obra física
6	1	1	1	1.0% obra física
7	1	1	1	1.0% obra física

[redacted] obligación técnica; los costos se expresan en pesos constantes de 2026 y deben actualizarse periódicamente.

9. Comparación de referencia forestal y relación con CUSTF

El Acuerdo CONAFOR publicado en DOF el 22 de junio de 2026 retomó expresamente los costos y metodología del Acuerdo de 8 de marzo de 2023. Para zona ecológica tropical, aplicable como comparación de referencia a selva baja caducifolia, el costo [redacted]

Este producto simple no es el depósito formal de compensación ambiental por CUSTF. El monto de ese depósito lo determina SEMARNAT conforme a la LGDFS y su Reglamento, incluyendo los factores/equivalencias aplicables. El modelo muestra el comparación de referencia para trazabilidad, pero no suma una segunda obligación forestal duplicada encima de la restauración on-site ya presupuestada.

VERSIÓN PÚBLICA

10. Sensibilidad y riesgos

[redacted]

escenarios no deben agregarse salvo que el riesgo se materialice o sea requerido por el diseño final.

11. Previsiones y aspectos por cotizar antes de una garantía definitiva

- Integración regulatoria y actualización documental de cierre.
- Desmontaje de instalaciones móviles y sistema R-201/T-201/P-201.
- Caracterización ambiental de superficies auxiliares y análisis de laboratorio.
- Manejo/disposición de residuos de cierre.
- Campañas de calidad de agua y parte del monitoreo biológico/forestal.
- Cualquier remediación de suelo que resulte de la caracterización final.

Estas partidas están incluidas como provisiones transparentes, pero no se presentan como tarifas oficiales. Para la emisión de una garantía formal deberán reemplazarse por alcances y cotizaciones de proveedores/laboratorios acreditados, conservando en el modelo la trazabilidad entre cantidad, precio y fuente.

12. Protocolo de actualización

- Actualizar anualmente precios SICT, costos CONAFOR/SEMARNAT y la base fiscal de IVA.
- Actualizar cantidades cuando exista topografía conforme a obra o cambie el pit, rampa, drenaje, franja operacional o sistema de agua.
- Sustituir allowances por cotizaciones verificables conforme madure el diseño.
- Reconocer recuperación progresiva sólo después de ejecutada, medida, aceptada y documentada.
- Revisar contingencia mediante análisis cuantitativo de riesgos antes de la presentación de una garantía.
- Reconciliar el presupuesto con condicionantes MIA-P, ETJ/CUSTF, Plan de Cierre de Mina y Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre.

13. Conclusión

Con la información de ingeniería disponible y el espesor medio recuperable de capa vegetal actualizado a 0.20 m, el costo [redacted]

expresamente por determinar y estará sujeta al expediente final, condicionantes, diseño más maduro y calificación de la autoridad.

14. Referencias

Cámara de Diputados. Ley de Minería, artículos 61-63. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_de_Mineria.pdf

Cámara de Diputados. LGEEPA, artículos 107 BIS y 108. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_General_del_Equilibrio_Ecologico_y_la_Proteccion_al_Ambiente.pdf

SICT/DGST. Tabulador a costo directo para construcción 2026, aplicable desde 1 julio 2026. https://micrs.sct.gob.mx/infraestructura/direccion-general-de-servicios-tecnicos/tabulador/

SICT/DGST. Tabulador a costo directo de servicios relacionados con obra pública 2026, aplicable desde 1 febrero 2026. Misma página de tabuladores SICT.

SICT/DGST. Tabulador de costos de maquinaria y equipo 2026, aplicable desde 1 febrero 2026. Misma página de tabuladores SICT.

SEMARNAT/CONAFOR. Acuerdo por el que se determinan los costos de referencia para compensación ambiental por CUSTF, DOF 22-06-2026. https://sidof.segob.gob.mx/notas/5791262

CONAFOR. Acuerdo de costos y metodología de restauración/reforestación, DOF 08-03-2023. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5682057&fecha=08/03/2023

Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/html/wo88434.html

AACE International. RP 47R-11, Cost Estimate Classification System - Mining and Mineral Processing. https://library.aacei.org/pgd01/pgd01.shtml

ICMM. Integrated Mine Closure: Good Practice Guide, 3rd ed., 2025. https://www.icmm.com/integrated-mine-closure

SAT. Resolución Miscelánea Fiscal 2026, Anexo 3; referencia a tasa general IVA 16%. https://www.sat.gob.mx/minisitio/NormatividadRMFyRGCE/documentos2026/rmf/anexos/Anexo_3_RMF2026-09012026.pdf

Modelo económico asociado: LAS_PALMAS_MODELO_CIERRE_METRADOS_B77_REV03.xlsx (Tomo VI / MODELOS).

Cámara de Diputados. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 98. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículos 144 y 152; texto vigente con reforma DOF 20-11-2025. https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/html/wo124485.html

Actualización B77 REV03. Se cambia exclusivamente el metrado de cuneta y sus partidas dependientes. Los precios unitarios, fuentes y supuestos mantienen la fecha y alcance de la fuente; esta reemisión no es una actualización de tarifas ni determina la garantía regulatoria.

Control de reemisión B77 REV03: Modelo recalculado por cambio de longitud de cuneta. Precios, tasas, contingencia y provisión corporativa conservados.

VERSIÓN PÚBLICA

Las Palmas

TOMO V

EVIDENCIA BIOTICA Y FOTOGRAFICA

Consultor integrador: TEROLCIS BUILDING AND ENVIRONMENT

Compila la evidencia biótica y fotográfica vigente. Los dictámenes y documentos de terceros conservan su autoría y forma original.

VERSIÓN PÚBLICA

TOMO V · EVIDENCIA BIÓTICA Y FOTOGRÁFICA

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

REV04 · Continuación del ensamblaje B77 · Fuentes conservadas y ámbito individual.

Objeto de esta emisión

Integra el soporte metodológico ya emitido, los paneles fotográficos recuperados y su trazabilidad. La incorporación no cambia los resultados de los seis instrumentos ni crea observaciones de campo.

Contenido de consulta e impresión

3 · Alcance y procedencia de la evidencia

4–15 · Metodología biótica complementaria previamente elaborada

16–19 · Vegetación y condición del CUSTF

20–22 · Evidencia fotográfica de fauna

23–73 · Dictamen técnico-taxonómico firmado: Brahea · copia íntegra

Uso de los archivos

El PDF compilado es la copia de lectura. Los archivos individuales, el registro CSV y los binarios gráficos se entregan para consulta; no es necesario imprimirlos nuevamente. El expediente no se presenta como versión pública ni como autorización administrativa.

VERSIÓN PÚBLICA

Alcance y procedencia de la evidencia

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

REV04 · No se sustituyen las confirmaciones del responsable forestal.

Origen. Las imágenes proceden del paquete HRS_EPS_B73_INTEGRACION_FOTOGRAFICA_CAMPO_REV01. Se conservan los archivos gráficos incrustados o recuperados en ese paquete, sin atribuirles condición de originales de tarjetas SD cuando ésta no está acreditada.

Trazabilidad. El archivo CSV identifica fuente, archivo gráfico, huella SHA-256 y el enlace a registros cuando existe. La coincidencia de fecha, hora y taxón es documental; no constituye una autenticación técnica de la tarjeta o la cámara.

Fototrampeo. Las fotografías seleccionadas no se suman a los eventos de la base. Las imágenes clasificadas como dependientes continúan siendo dependientes. No se recalculan riqueza, esfuerzo, densidad ni abundancia.

Localización. Las coordenadas históricas de los siete paneles de vegetación no se reproducen, conforme al control anterior. Su localización individual requiere la referencia propia del proyecto; no se importa la tabla de otro expediente.

Enlaces comprobados. Los sellos de dos fotografías de mamíferos coinciden exactamente con CUSTF-LPS-006 y CUSTF-LPS-022; ambos registros están clasificados como dependientes.

Dictamen. Se reproduce íntegramente el documento firmado de 51 páginas, con su firma y paginación original. Se refiere a los ejemplares examinados en Las Palmas. Su incorporación no modifica ni actualiza por sí misma una conclusión jurídica.

Acompañamiento jurídico. No se agrega como opinión validada el borrador recuperado del expediente histórico. La incorporación de la copia jurídica posterior permanece en el control de entrega; no se solicita rehacer el análisis.

Otras identificaciones. Las aves y reptiles conservan la denominación del consultor y se presentan como rótulos documentales, no como nuevas determinaciones. La revisión profesional final ya prevista se mantiene; no se propone repetir la campaña.

VERSIÓN PÚBLICA

ANEXO TÉCNICO COMPLEMENTARIO

JUSTIFICACIÓN TÉCNICO-JURÍDICA Y METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SUPLEMENTARIO PRECAUTORIO DE OCURRENCIA POTENCIAL Y SENSIBILIDAD BIÓTICA

PROYECTO LAS PALMAS

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular (MIA-P)

Tlaltizapán de Zapata, Estado de Morelos
Julio de 2026

PROMOVENTE	Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.
PROYECTO	Las Palmas
INSTRUMENTO	Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular (MIA-P)
RESPONSABLE DE LA METODOLOGÍA	Edmundo J. Laporte, PE

Documento destinado exclusivamente a su incorporación como anexo del expediente regulatorio correspondiente.

VERSIÓN PÚBLICA

OFICINA DE REPRESENTACIÓN DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES EN EL ESTADO DE MORELOS
P R E S E N T E

Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V., en su carácter de promovente del Proyecto Las Palmas, localizado en el municipio de Tlaltizapán de Zapata, Morelos, presenta el presente **Anexo Técnico Complementario** como parte integrante de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular (MIA-P). Su finalidad es exponer, de manera transparente y verificable, la justificación y el procedimiento mediante los cuales la información biótica obtenida en campo se complementa con un análisis precautorio de ocurrencia potencial, sin confundir presencia confirmada con presencia posible y sin sustituir la evidencia específica del sitio.

DECLARACIÓN METODOLÓGICA

Los registros obtenidos mediante las campañas de campo constituyen la evidencia primaria y específica del proyecto. Dado que la detectabilidad de numerosas especies varía con la estacionalidad, la fenología, las lluvias, la temperatura y los patrones de actividad, la falta de detección durante una campaña no se interpreta automáticamente como ausencia biológica. Para administrar esa incertidumbre de forma conservadora, el promovente incorpora voluntariamente un análisis suplementario de ocurrencia potencial basado en información científica e institucional filtrada por su calidad y relevancia ecológica. Las especies no confirmadas permanecen expresamente diferenciadas de las observadas y sólo activan búsquedas, análisis o medidas proporcionales a la evidencia disponible.

1. Objeto y alcance del anexo

El objeto de este anexo es describir la metodología complementaria utilizada para interpretar el componente biótico del Proyecto Las Palmas, reconocer de manera explícita el alcance temporal y estacional de las campañas de campo y demostrar que la incertidumbre residual ha sido administrada mediante evidencia adicional, búsquedas focalizadas, medidas precautorias y mecanismos de verificación.

- La metodología complementa, pero no sustituye, los inventarios, recorridos, parcelas, transectos, cámaras, registros y demás evidencia específica obtenida para el proyecto.
- La metodología no presume que todas las especies registradas regionalmente se encuentran presentes dentro del polígono del proyecto.
- La metodología no atribuye al sitio abundancias o densidades tomadas de otras localidades como si hubieran sido medidas localmente.
- La metodología no constituye una modalidad regulatoria independiente; forma parte del razonamiento técnico y de las medidas presentadas en el instrumento ambiental correspondiente.
- Las conclusiones, mapas, matrices y medidas desarrolladas para Las Palmas son propias de este proyecto y no se transfieren automáticamente a otro expediente.

2. Justificación técnico-jurídica

2.1. Evaluación ambiental y deber de diligencia técnica

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la manifestación de impacto ambiental debe describir los posibles efectos de la obra o actividad sobre los ecosistemas y proponer las medidas preventivas y de mitigación necesarias. Asimismo, la

VERSIÓN PÚBLICA

responsabilidad sobre el contenido del estudio comprende la incorporación de las mejores técnicas y metodologías existentes y de la información y medidas más efectivas disponibles. En este contexto, reconocer de forma expresa la detección imperfecta y complementar la línea base con evidencia filtrada constituye una aplicación prudente de la diligencia técnica exigible; no una sustitución de la campaña de campo.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental requiere describir el sistema ambiental, identificar su problemática, evaluar los impactos y formular medidas. La metodología propuesta fortalece esos contenidos al revelar la incertidumbre, documentar cómo fue evaluada y vincularla con decisiones verificables.

2.2. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento exigen que el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se sustente en un ETJ que describa la flora y la fauna, establezca medidas de prevención y mitigación, incluya programas de rescate y demuestre que la biodiversidad se mantendrá. El análisis suplementario permite que esa demostración no dependa únicamente de una lista puntual de observaciones, sino de una evaluación explícita de hábitat, conectividad, evidencia y sensibilidad, manteniendo siempre separadas la presencia confirmada y la ocurrencia potencial.

2.3. Especies en riesgo

La NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación vigente de su Anexo Normativo III se utilizan para identificar especies o poblaciones en riesgo. La inclusión de una especie en esa norma, o su registro dentro de una región amplia, no demuestra por sí sola su presencia en el predio. Por ello, cada registro se somete a validación taxonómica, espacial, temporal y ecológica antes de generar una conclusión o una medida.

NATURALEZA VOLUNTARIA Y PRECAUTORIA

El análisis suplementario se presenta como una medida voluntaria de rigor y transparencia. No constituye una admisión de que la caracterización realizada sea inválida o insuficiente, ni pretende garantizar la detección absoluta de todos los organismos. Su propósito es demostrar que el promovente conoce los límites inherentes a cualquier inventario biótico, evita interpretar la no detección como prueba automática de ausencia y establece controles proporcionales a la incertidumbre.

3. Principios rectores

Principio	Aplicación
Primacía de la evidencia del sitio	Los registros verificables obtenidos dentro del proyecto tienen prioridad sobre las referencias externas.
Transparencia	Se documentan fechas, temporadas, métodos, esfuerzo, condiciones, hábitats cubiertos y vacíos.
Relevancia ecológica	La inclusión depende de hábitat, altitud, microcuenca, conectividad, movilidad, fecha y calidad; no sólo de distancia.
Separación de categorías	Se distinguen presencia confirmada, alta probabilidad, posibilidad, improbabilidad y exclusión.
Conservadurismo sin falsa precisión	La cautela se refleja en búsquedas, recursos de rescate y medidas de contingencia; no en densidades inventadas.
Proporcionalidad	El esfuerzo adicional se concentra en brechas capaces de modificar impactos, medidas o conclusiones.

VERSIÓN PÚBLICA

Principio	Aplicación
Manejo adaptativo	La información nueva puede actualizar clasificaciones, búsquedas, medidas e indicadores mediante control de cambios.
Trazabilidad	Toda conclusión se vincula con un registro, fuente, mapa, análisis o decisión experta documentada.

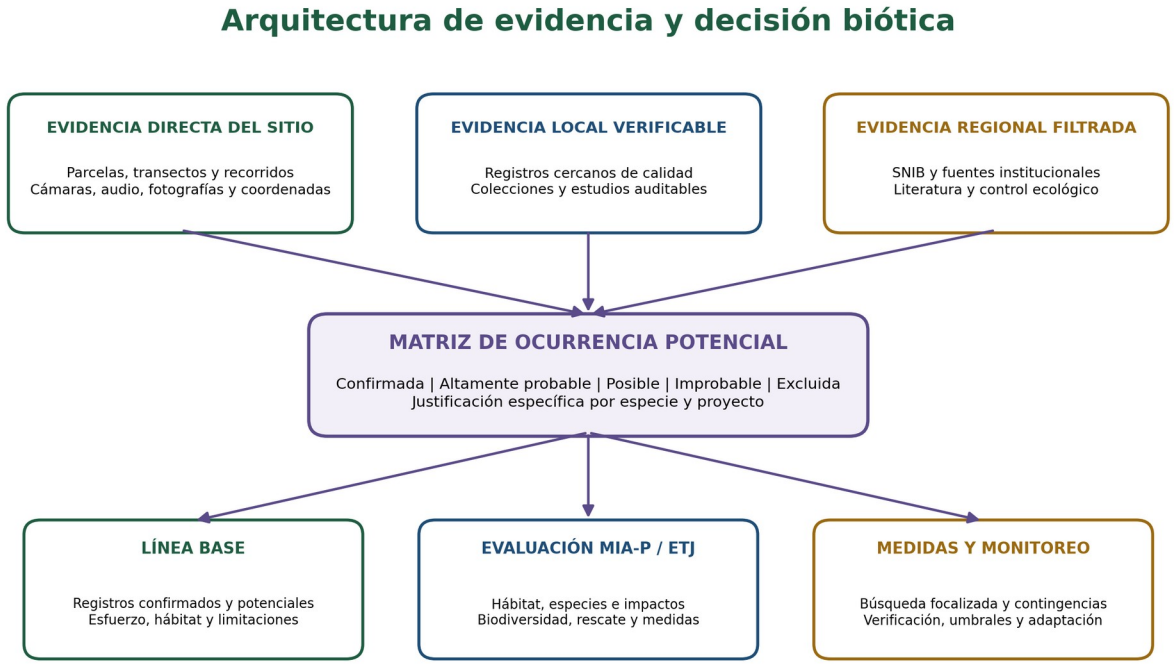


Figura 1. Integración de evidencia directa, local y regional para la clasificación de ocurrencia y la definición de decisiones.

4. Arquitectura espacial de consulta

No se adopta un radio uniforme como prueba de presencia. La consulta se organiza en niveles escalonados y puede ampliarse o reducirse según el grupo biológico y la ecología del taxón.

Nivel	Delimitación orientativa	Finalidad
Nivel 1 — Sitio y área de influencia directa	Polígono de afectación, superficie de CUSTF, obras auxiliares y área de influencia definida por los mecanismos de impacto.	Evidencia confirmatoria y evaluación directa.
Nivel 2 — Contexto ecológico local	Microcuenca, parches continuos de selva baja caducifolia, intervalo altitudinal, exposición y matriz de uso del suelo; como referencia inicial, aproximadamente 5 a 10 km.	Identificar hábitat, conectividad y poblaciones ecológicamente plausibles.
Nivel 3 — Referencia regional	Subcuenca y registros regionales; normalmente hasta 25 km.	Completar referencias y detectar especies focales poco registradas.
Nivel 4 — Búsqueda ampliada excepcional	Hasta 50 km cuando lo justifiquen la movilidad, rareza, categoría NOM-059 o ausencia de información próxima.	Identificar contingencias y necesidades de búsqueda; nunca confirmar presencia por distancia sola.

VERSIÓN PÚBLICA

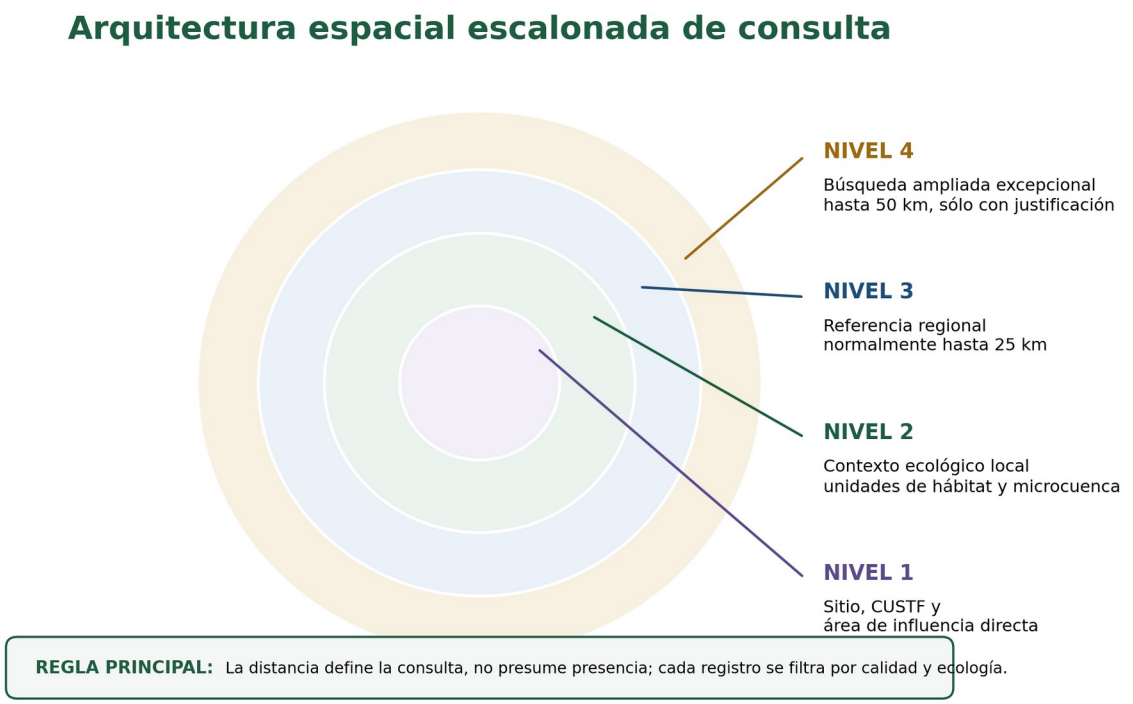


Figura 2. La distancia delimita el universo de consulta; la relevancia de cada registro depende de filtros ecológicos y de calidad.

5. Fuentes, jerarquía y control de la evidencia

- Registros de campo del proyecto: parcelas, transectos, recorridos, cámaras, fotografías, audio, coordenadas y formatos.
- Registros locales verificables: colecciones científicas, herbarios, museos, publicaciones y estudios con ubicación y método conocidos.
- Fuentes institucionales y científicas regionales: SNIB/CONABIO, instituciones académicas, literatura arbitrada, tesis y bases con evidencia auditable.
- Cartografía de vegetación, elevación, hidrología, suelos, cobertura, perturbación y conectividad para evaluar afinidad del hábitat.
- Ciencia ciudadana sólo cuando el registro conserve evidencia verificable, localización suficiente y revisión taxonómica confiable.

Clase	Tipo de evidencia	Uso permitido
A — Confirmatoria	Registro directo verificable dentro del proyecto.	Confirmar presencia y, cuando el diseño lo permita, estimar ocupación o abundancia.
B — Local de alta calidad	Registro verificable dentro del contexto ecológico local.	Sustentar alta probabilidad si coincide el hábitat; no confirma presencia dentro del proyecto.
C — Regional verificada	Registro regional con evidencia revisada.	Lista potencial, especies focales y análisis de brechas.
D — Distribución general	Mapa, ficha o literatura no puntual.	Contexto inicial; no basta por sí sola para alta probabilidad.
E — No confiable	Registro dudoso, duplicado, impreciso o sin evidencia.	Se excluye de conclusiones y se conserva en cuarentena documental.

VERSIÓN PÚBLICA

6. Metodología de implementación

6.1. Paso 1 — Congelamiento de polígonos y unidades de análisis

Se utilizarán versiones controladas del polígono del Proyecto Las Palmas, la superficie solicitada para CUSTF, las obras auxiliares, los accesos y el área de influencia. Toda modificación posterior deberá someterse a control de cambios y a revisión de sus consecuencias sobre el esfuerzo de campo, los hábitats y las medidas.

6.2. Paso 2 — Auditoría de la campaña y del esfuerzo disponible

- Fechas, temporada y condición fenológica de cada visita.
- Métodos utilizados, número y localización de unidades de muestreo.
- Horas-persona, distancias recorridas, noches-cámara, puntos de conteo, grabaciones y búsquedas dirigidas.
- Hábitats y microhábitats cubiertos, parcialmente cubiertos o no cubiertos.
- Condiciones meteorológicas que pudieron afectar la detectabilidad.
- Calidad de las identificaciones, coordenadas, fotografías, audio y demás evidencias.

6.3. Paso 3 — Compilación y depuración de registros externos

Cada registro externo recibirá un identificador único y se documentarán, al menos: especie, fuente, fecha, coordenadas, incertidumbre espacial, distancia al proyecto, elevación, tipo de hábitat, evidencia disponible, categoría normativa, validador taxonómico, calidad y motivo de inclusión o exclusión.

6.4. Paso 4 — Evaluación de relevancia ecológica

Los registros depurados se examinarán respecto de la continuidad y condición actual del hábitat, intervalo altitudinal, microcuenca, barreras, movilidad, estacionalidad, requerimientos de refugio o reproducción y recencia. La distancia se considera un criterio auxiliar, no decisivo.

6.5. Paso 5 — Matriz de ocurrencia potencial

Categoría	Criterio	Uso
Confirmada	Existe evidencia directa verificable dentro del proyecto o su área inmediata.	Se incorpora a línea base, impactos, rescate y monitoreo.
Altamente probable	No fue confirmada, pero existe evidencia local de calidad y hábitat claramente adecuado.	Se incorpora al escenario precautorio principal y a búsquedas o medidas focalizadas.
Posible	Existe plausibilidad regional, pero la evidencia local o de hábitat es insuficiente.	No se suma a riqueza confirmada; activa contingencias cuando su sensibilidad lo justifica.
Improbable	Hay registros regionales, pero el hábitat, altitud, conectividad o distribución hacen poco plausible su presencia.	Se conserva como antecedente, sin dimensionar impactos o rescate.
Excluida	Registro erróneo, duplicado, taxonómicamente dudoso, espacialmente impreciso o ecológicamente inaplicable.	No se utiliza en conclusiones; se conserva el motivo de exclusión.

VERSIÓN PÚBLICA

La clasificación se realizará por especie y exclusivamente para este proyecto. Podrá emplearse una matriz de puntuación como herramienta de cribado, pero la decisión final deberá ser revisada y justificada por especialistas; no se presentará la puntuación como una probabilidad estadística.

6.6. Paso 6 — Matriz de brechas y trabajo complementario

Se comparará el esfuerzo realizado con la heterogeneidad del sitio, las ventanas estacionales y las especies focales. Sólo se propondrá trabajo complementario cuando la brecha pueda cambiar la evaluación de impactos, el diseño de medidas, el programa de rescate o la demostración de mantenimiento de biodiversidad.

- Cobertura de una ventana húmeda o de transición y una ventana seca, cuando sean relevantes para los grupos analizados.
- Búsquedas de flora durante periodos que faciliten identificación, floración o fructificación.
- Búsquedas focalizadas de especies NOM-059 o de microhábitats sensibles con plausibilidad alta.
- Refuerzo de cámaras, audio, recorridos nocturnos o puntos de conteo cuando el esfuerzo previo no cubra adecuadamente el grupo.
- Documentación de las razones por las cuales una brecha se considera crítica, menor o aceptablemente controlada.

6.7. Paso 7 — Criterios de suficiencia

- Todos los tipos de vegetación y microhábitats de sensibilidad alta fueron revisados con métodos pertinentes.
- Las ventanas estacionales capaces de modificar la evaluación fueron cubiertas o cuentan con una justificación y un control alternativo.
- Las especies NOM-059 de alta plausibilidad recibieron búsqueda específica o una explicación técnica documentada.
- La incertidumbre residual no deja impactos relevantes sin identificar ni medidas esenciales sin dimensionar.
- Las conclusiones fueron revisadas taxonómica, espacial y metodológicamente.

6.8. Paso 8 — Escenarios de evaluación

Escenario	Contenido	Uso
E1 — Evidencia confirmada	Especies y hábitats comprobados por registros directos y validados.	Línea base observada y descripción cuantitativa cuando el diseño lo permite.
E2 — Sensibilidad razonablemente previsible	E1 más especies altamente probables y funciones de hábitat documentadas.	Escenario principal para evaluar impactos y dimensionar medidas precautorias.
E3 — Contingencia sensible	Especies posibles de sensibilidad alta o NOM-059 cuya plausibilidad justifica preparación operativa.	Activa búsqueda, reglas de paro o contingencia; no se declara presencia ni se atribuye densidad.

7. Aplicación específica en el expediente

7.1. Integración en la MIA-P

- En la descripción del sistema ambiental se presentan por separado las especies confirmadas, altamente probables y posibles sensibles, junto con el esfuerzo y las limitaciones relevantes.

VERSIÓN PÚBLICA

- La riqueza confirmada no se incrementa sumando automáticamente especies regionales no observadas.
- La evaluación de impactos sobre vegetación, fauna, hábitat y conectividad utiliza como escenario principal E2; E3 se vincula a medidas condicionales.
- Los impactos derivados de la remoción de vegetación se diferencian de los impactos propios de la actividad minera, sin perder el análisis de sus interacciones y efectos acumulativos.
- Las medidas preventivas y de mitigación se relacionan con impactos y especies mediante códigos, indicadores, responsables, evidencia y acciones correctivas.
- El pronóstico ambiental distingue la incertidumbre inicial, la reducción obtenida mediante medidas y la incertidumbre residual.

REGLA DE USO EN LA MIA-P

Las especies del escenario E3 no se presentarán como poblaciones afectadas ni se utilizarán para calcular densidades locales. Su función será sustentar búsquedas, contingencias y decisiones precautorias cuando la sensibilidad lo amerite.

8. Medidas precautorias y verificación predesmonte

La estrategia se traduce en medidas implementables. El conservadurismo se expresa como capacidad de detección y respuesta, no como una declaración de presencia o abundancia no comprobada.

Medida	Aplicación	Evidencia
Barrido predesmonte	Recorrido sistemático antes de liberar cada frente; atención a flora rescatable, nidos, madrigueras, refugios, oquedades y herpetofauna.	Formato georreferenciado, fotografías y liberación del frente.
Regla de paro local	Suspensión temporal y delimitación cuando se detecte una especie sensible, nido activo, refugio o condición no prevista.	Bitácora, mapa, decisión del biólogo y acción ejecutada.
Rescate y reubicación	Aplicación por personal competente conforme a protocolos, autorizaciones y sitios receptores previamente evaluados.	Registro de ejemplares, ubicación, condición, destino y seguimiento.
Capacidad de contingencia	Personal, equipo, contenedores, transporte y coordinación suficientes para una incidencia superior a la observada.	Inventario de recursos y tiempos de movilización.
Manejo adaptativo	Revisión de medidas e indicadores cuando la evidencia nueva supere umbrales o revele patrones no previstos.	Solicitud de cambio, análisis y versión actualizada.

VERSIÓN PÚBLICA

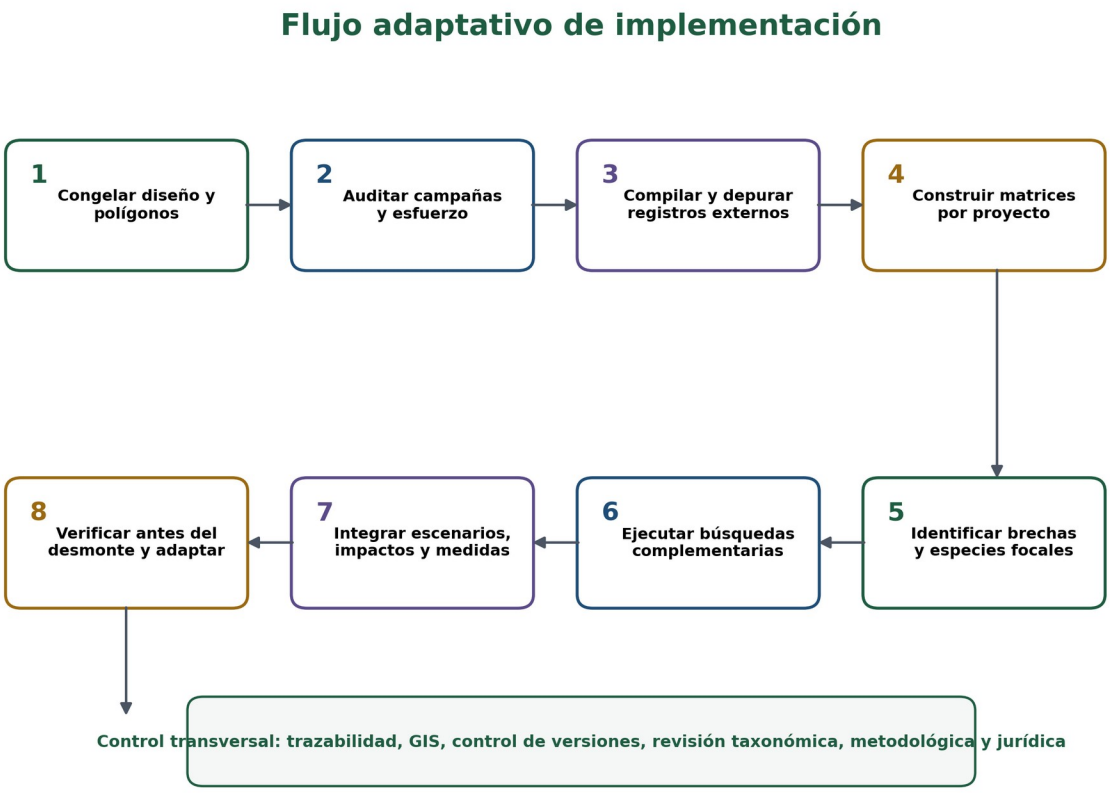


Figura 3. Secuencia de implementación y retroalimentación de la estrategia.

9. Trazabilidad, GIS y control de calidad

- Base maestra de evidencia biótica con identificadores únicos, fuentes, coordenadas, evidencia y estado de validación.
- Matriz de ocurrencia específica para el Proyecto Las Palmas.
- Capas GIS de esfuerzo, registros, hábitats, sensibilidad, áreas de influencia y superficie de CUSTF con sistema de coordenadas y metadatos controlados.
- Registro de exclusiones y de decisiones expertas para evitar la desaparición de antecedentes durante la depuración.
- Matriz de trazabilidad entre especie/hábitat, impacto, medida, programa, indicador y capítulo del instrumento.
- Control de versiones y revisión cruzada para asegurar que la MIA-P, el ETJ, los mapas y los programas utilicen la misma información aprobada.
- Revisiones taxonómica, espacial, metodológica, jurídica y documental antes de liberar el expediente.

Revisión	Alcance	Criterio de liberación
Taxonómica	Nombres, sinonimias, identificación, evidencia y NOM-059.	Sin identificaciones críticas no resueltas.
Espacial	Coordenadas, incertidumbre, topología, distancias, hábitat, superficies y metadatos.	Capas y superficies aprobadas.
Metodológica	Esfuerzo, brechas, categorías, escenarios y suficiencia.	Conclusiones reproducibles y justificadas.

VERSIÓN PÚBLICA

Revisión	Alcance	Criterio de liberación
Consistencia MIA–ETJ	Especies, hábitats, medidas, cifras, mapas e indicadores.	Sin discrepancias abiertas.
Jurídica/documental	Vigencia normativa, lenguaje de compromisos, versiones, anexos y firmas.	Paquete final completo y controlado.

10. Productos y registros que integrarán la evidencia

1. Informe de auditoría del esfuerzo de campo del Proyecto Las Palmas.
2. Base regional depurada y registro de datos excluidos con su justificación.
3. Matriz de ocurrencia potencial del Proyecto Las Palmas.
4. Fichas de especies focales y especies en riesgo con plausibilidad alta.
5. Mapas de esfuerzo, registros, hábitat y sensibilidad.
6. Matriz de brechas y, en su caso, protocolos e informes de trabajo complementario.
7. Informe de suficiencia e incertidumbre residual.
8. Matriz de escenarios E1, E2 y E3.
9. Matriz de trazabilidad entre evidencia, impacto, medida y capítulo.
10. Programa de verificación predesmonte, rescate, reglas de paro y manejo adaptativo.
11. Registros de revisión taxonómica, GIS, metodológica, jurídica y documental.

11. Compromisos del promovente

1. Mantener diferenciadas la presencia confirmada, la alta probabilidad, la posibilidad, la improbabilidad y la exclusión.
2. No presentar como riqueza confirmada las especies provenientes únicamente de referencias regionales.
3. No transferir al proyecto densidades o abundancias de otras localidades como si hubieran sido medidas localmente.
4. Ejecutar las búsquedas complementarias que la matriz de brechas determine como críticas antes del cierre técnico del expediente o en la etapa y bajo las condiciones expresamente previstas en el instrumento.
5. Realizar verificación biótica previa a la remoción de vegetación y aplicar las reglas de paro, rescate y escalamiento correspondientes.
6. Actualizar las matrices, mapas, impactos y medidas cuando aparezca evidencia nueva relevante o cambie la huella del proyecto.
7. Conservar la evidencia y los registros para su consulta durante la evaluación y, en su caso, durante la ejecución y supervisión del proyecto.

12. Conclusión

La metodología presentada es técnicamente razonable, jurídicamente congruente y precautoria. Permite que el expediente del Proyecto Las Palmas reconozca de manera transparente las variaciones

VERSIÓN PÚBLICA

estacionales y la detección imperfecta inherentes a la caracterización biótica, sin convertir la información regional en una presunción de presencia. La combinación de evidencia del sitio, referencias filtradas, matrices de ocurrencia, búsquedas focalizadas, escenarios y controles predesmonte proporciona una base más rigurosa para la evaluación del componente biótico y para la definición de medidas verificables.

Por lo anterior, se solicita que el presente anexo sea considerado de manera conjunta con los capítulos, mapas, inventarios y programas del instrumento al que se integra.

Anexo A. Plantilla mínima de la matriz de ocurrencia

ID	Especie	Fuente / calidad	Distancia y unidad ecológica	Hábitat / altitud	Categoría	Justificación / acción

Anexo B. Lista de verificación de implementación

- ☐ Los polígonos del proyecto, CUSTF y área de influencia están congelados y versionados.
- ☐ El esfuerzo de campo está cuantificado por fecha, método, grupo y hábitat.
- ☐ Los registros externos están depurados y los descartes conservan justificación.
- ☐ Cada especie cuenta con una categoría y una explicación específica para este proyecto.
- ☐ Los radios se utilizaron para consulta y no como presunción de presencia.
- ☐ Las especies NOM-059 de alta plausibilidad cuentan con búsqueda o justificación focalizada.
- ☐ Las densidades utilizadas proceden del sitio o se identifican únicamente como referencia externa.
- ☐ La capacidad de rescate incorpora contingencia sin atribuir densidad ecológica no medida.
- ☐ La MIA-P, el ETJ, los programas y los mapas utilizan la misma versión de datos.
- ☐ Las medidas incluyen responsable, indicador, umbral, evidencia y acción correctiva.
- ☐ La verificación predesmonte incluye reglas de paro y escalamiento.
- ☐ La vigencia de normas, guías y formatos fue revisada antes del ingreso.

Anexo C. Referencias normativas y técnicas

Instrumento / fuente	Aplicación
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 4, derecho a un medio ambiente sano.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Artículos 28, 30, 35 y 35 Bis 1; texto vigente.
Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Artículos 12 y 44 y demás aplicables.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Artículo 93 y demás disposiciones aplicables al CUSTF.
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Artículo 141 y demás disposiciones aplicables al ETJ y al CUSTF.

VERSIÓN PÚBLICA

Instrumento / fuente	Aplicación
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna silvestres—Categorías de riesgo y lista de especies en riesgo; modificación vigente del Anexo Normativo III.
SEMARNAT	Guías vigentes para la presentación de MIA modalidad particular, sector minero y cambio de uso de suelo, según resulten aplicables.
Fuentes de biodiversidad	Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, colecciones científicas, instituciones académicas y literatura con evidencia verificable.

Nota de actualización normativa. La vigencia de leyes, reglamentos, normas, guías, formatos y criterios administrativos deberá verificarse inmediatamente antes del ingreso del expediente. La metodología aquí descrita no sustituye la revisión jurídica final del instrumento de presentación.

Edmundo J. Laporte, PE
Responsable de la metodología / Dirección Técnica

VERSIÓN PÚBLICA

MF-191 · Vegetación y condición del sitio

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Sitio 1 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-01 · Archivo: LPS_MF191_01.jpg



Sitio 2 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-02 · Archivo: LPS_MF191_02.jpg

MF-191 · Vegetación y condición del sitio

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Sitio 3 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-03 · Archivo: LPS_MF191_03.jpg



Sitio 4 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-04 · Archivo: LPS_MF191_04.jpg

MF-191 · Vegetación y condición del sitio

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Sitio 5 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-05 · Archivo: LPS_MF191_05.jpg



Sitio 6 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-06 · Archivo: LPS_MF191_06.jpg

MF-191 · Vegetación y condición del sitio

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Sitio 7 CUSTF — denominación de la fuente

Ubicación individual no verificada. No se reproducen las coordenadas históricas excluidas en B77 REV03.

LPS-MF191-07 · Archivo: LPS_MF191_07.jpg

VERSIÓN PÚBLICA

MF-192 · Evidencia fotográfica de fauna

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Canis latrans

Sello: 2026-04-22 01:06:59. Registro: CUSTF-LPS-006; cámara: CUSTF-LPS-C001. Clasificación original: D.

LPS-MF192-01 · Archivo: LPS_MF192_01.jpg



Odocoileus virginianus

Sello: 2026-04-22 17:19:09. Registro: CUSTF-LPS-022; cámara: CUSTF-LPS-C001. Clasificación original: D.

LPS-MF192-02 · Archivo: LPS_MF192_02.jpg



Melanerpes chrysogenys

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-03 · Archivo: LPS_MF192_03.jpg



Chordeiles minor

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-04 · Archivo: LPS_MF192_04.jpg

MF-192 · Evidencia fotográfica de fauna

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Passerina versicolor

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-05 · Archivo: LPS_MF192_05.jpg



Phaeoptila sordida

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-06 · Archivo: LPS_MF192_06.jpg



Aspidoscelis communis

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-07 · Archivo: LPS_MF192_07.jpg



Sceloporus ochoterenae

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-08 · Archivo: LPS_MF192_08.jpg

MF-192 · Evidencia fotográfica de fauna

Las Palmas · Grupo REPH de Morelos, S.A.P.I. de C.V.

Imágenes recuperadas del consultor a través de B73; sin alteración de los binarios ni extrapolación de observaciones.



Sceloporus horridus

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-09 · Archivo: LPS_MF192_09.jpg



Urosaurus bicarinatus

Identificación consignada por el consultor; correspondencia individual con registro pendiente.

LPS-MF192-10 · Archivo: LPS_MF192_10.jpg

VERSIÓN PÚBLICA

Agosto, 2026

DICTAMEN TÉCNICO-TAXONÓMICO

Determinación taxonómica de ejemplares del género *Brahea* (Arecaceae) presentes en el área de estudio denominada Las Palmas, municipio de Tlaltizapán, Morelos, México

Responsable: Dr. [redacted] Ramírez-Rodríguez (Cédula Profesional: [redacted].

Elaboración: MMRN Fernanda Lezama Sánchez, Ing. Dyther Pérez Chávez y Dr. J. Rolando Ramírez-Rodríguez.



VERSIÓN PÚBLICA

Índice

1. Resumen ejecutivo 2
2. Antecedentes 3
2.1. Antecedentes taxonómicos del género *Brahea* 3
2.2. Antecedentes nomenclaturales 4
2.3. Antecedentes para el estado de Morelos 4
3. Objeto del dictamen 5
4. Independencia, alcance y limitaciones 5
4.1. Independencia 5
4.2. Alcance 6
4.3. Limitaciones 6
5. Pregunta taxonómica y criterios de determinación 7
6. Marco taxonómico y nomenclatural 7
7. Materiales y métodos 8
7.1. Revisión bibliográfica y nomenclatural 8
7.2. Material botánico 8
7.3. Caracterización morfométrica 8
7.4. Comparación con poblaciones de referencia 9
7.5. Análisis biogeográfico 9
8. Resultados 9
8.1. Determinación morfológica 9
8.2. Resultado morfométrico 10
8.3. Evidencia de herbario 10
8.4. Evidencia florística estatal 10
8.5. Evidencia regional 11
9. Evaluación comparativa de las especies mexicanas de *Brahea* 11
10. Caso particular de *Brahea berlandieri* 12
11. Caso particular de *Brahea dulcis* var. *montereyensis* 12
12. Evaluación de posible hibridación 13
13. Discusión 13
14. Conclusión taxonómica 14
15. Anexos 16
16. Referencias consultadas 45

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

1. Resumen ejecutivo

El presente documento técnico-taxonómico tiene por objeto determinar la identidad taxonómica de los ejemplares de la familia Arecaceae, género *Brahea*, presentes en el área de estudio denominada Las Palmas, mediante la evaluación integrada de evidencia nomenclatural, bibliográfica, morfológica, morfométrica, de herbario y biogeográfica.

Los ejemplares examinados presentan una combinación de caracteres morfológicos compatible con *B. dulcis*, incluyendo caracteres foliares, pecíolos armados y rasgos de la arquitectura de la inflorescencia considerados informativos para la identificación. La comparación morfométrica se interpreta como una prueba de compatibilidad con poblaciones alopátridas de referencia previamente caracterizadas como B. dulcis, y no como una asignación de la población de Las Palmas a una localidad geográfica particular.

La determinación se realizó mediante un enfoque integrativo que comprende: revisión histórica y nomenclatural del nombre *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.; revisión de las descripciones originales y de los nombres taxonómicos históricamente relacionados; consulta de ejemplares de herbario; trabajo de campo; caracterización morfológica y morfométrica; comparación con poblaciones mexicanas de referencia; y análisis de la distribución geográfica y ecológica del género *Brahea*.

Los ejemplares examinados presentan caracteres morfológicos compatibles con *B. dulcis*, incluyendo caracteres foliares y de las inflorescencias considerados diagnósticos para la especie. Los valores obtenidos mediante el análisis morfométrico son ampliamente compatibles con ambas poblaciones alopátridas de referencia de *B. dulcis*, sin que la comparación permita asignar a los ejemplares muestreados de Las Palmas a una población geográfica particular.

La evidencia florística y biogeográfica estatal es concordante con esta determinación. La revisión de ejemplares de herbario, catálogos florísticos, registros de CONABIO, inventarios municipales y literatura especializada

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

documenta la presencia de *B. dulcis* en diferentes regiones del estado de Morelos y no aporta evidencia equivalente que permita reconocer otra especie de *Brahea* en la entidad.

La revisión de los restantes taxa mexicanos de *Brahea* muestra que ninguno cuenta con evidencia florística, curatorial y biogeográfica equivalente a la existente para B. dulcis en Morelos. *Brahea berlandieri* y *Brahea dulcis* var. *montereyensis* son especialmente relevantes por su historia taxonómica; por ello se consideran tanto su tratamiento histórico como la circunscripción nomenclatural moderna, en la cual ambos nombres se incluyen actualmente dentro de la sinonimia de *B. dulcis*.

Conclusión taxonómica: con base en la evidencia evaluada, los ejemplares de *Brahea* examinados en el área de estudio corresponden a ***Brahea dulcis* (Kunth) Mart.**

La conclusión se formula respecto del concepto taxonómico actualmente adoptado para la especie y se sustenta en la convergencia de múltiples líneas independientes de evidencia.

2. Antecedentes

2.1. Antecedentes taxonómicos del género *Brahea*

El género *Brahea* pertenece a la familia Arecaceae y comprende diversas especies de palmas distribuidas principalmente en México y regiones adyacentes.

La delimitación de algunas especies del género ha presentado dificultades históricas debido a la variabilidad morfológica de las poblaciones, la existencia de nombres publicados con diferentes rangos taxonómicos y la similitud entre determinados taxa.

En el caso de *Brahea dulcis*, la especie fue descrita originalmente por Kunth bajo el nombre *Corypha dulcis* y posteriormente transferida al género *Brahea* por Martius. La descripción original incluye caracteres de las hojas, pecíolos,

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

espinas, inflorescencias, flores y frutos, así como información relativa a su distribución y usos.

2.2. Antecedentes nomenclaturales

La historia nomenclatural de *B. dulcis* incluye diversos nombres que posteriormente han sido tratados como sinónimos o subordinados.

Para el problema objeto del presente dictamen resultan particularmente relevantes:

- *Corypha dulcis* Kunth.
- *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.
- *Brahea berlandieri* Bartlett.
- *Brahea dulcis* var. *montereyensis* Becc.

El documento de referencia señala que los tratamientos taxonómicos actuales consultados consideran *B. berlandieri* y *B. dulcis* var. *montereyensis*, entre otros nombres, dentro de la sinonimia de *B. dulcis*.

Por consiguiente, estos nombres deben ser evaluados históricamente, pero no pueden ser utilizados automáticamente para reconocer especies independientes.

2.3. Antecedentes para el estado de Morelos

La presencia de *B. dulcis* en Morelos está documentada mediante ejemplares de herbario y registros correspondientes a diversas localidades del estado, incluyendo Miacatlán, Cañón de Lobos, Amatitlán, Jiutepec y otras localidades.

El catálogo nacional de Villaseñor (2016) incluye expresamente a Morelos dentro de la distribución estatal de *B. dulcis*, mientras que no señala a Morelos para las restantes especies mexicanas de *Brahea* consideradas en dicho tratamiento.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Esta información se encuentra complementada por inventarios florísticos y estudios regionales de Morelos, incluyendo Sierra de Huautla y Amacuzac, donde *B. dulcis* es la especie de *Brahea* documentada.

3. Objeto del dictamen

El objeto del presente dictamen consiste en determinar la identidad taxonómica de los ejemplares del género *Brahea* presentes en el área de estudio y establecer si dichos ejemplares corresponden a *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la identidad nomenclatural correcta del taxón.
2. Caracterizar morfológica y morfométricamente los ejemplares estudiados.
3. Comparar los caracteres observados con los correspondientes a *B. dulcis* y a otras especies relevantes del género.
4. Comparar los ejemplares del área de estudio con poblaciones mexicanas de referencia.
5. Analizar la distribución geográfica documentada de las especies de *Brahea* en México.
6. Determinar cuáles especies del género están documentadas para Morelos.
7. Evaluar específicamente la pertinencia de *B. berlandieri* y *B. dulcis* var. *montereyensis* para la identificación de los ejemplares.
8. Emitir una conclusión taxonómica sustentada en la integración de las evidencias disponibles.

4. Independencia, alcance y limitaciones

4.1. Independencia

La determinación taxonómica se fundamenta en evidencia científica susceptible de revisión y contraste: caracteres morfológicos y morfométricos,

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

material botánico, ejemplares de herbario, literatura taxonómica, poblaciones de referencia y evidencia biogeográfica. Ninguna de estas líneas se utiliza de manera aislada como criterio concluyente.

La experiencia especializada del responsable constituye un elemento esencial para interpretar la evidencia, pero no sustituye su trazabilidad documental. El documento señala que la determinación realizada en campo fue posteriormente reforzada mediante el análisis detallado de material botánico y caracteres diagnósticos.

4.2. Alcance

El dictamen comprende:

- los ejemplares observados y colectados en el área de estudio;
- la población de *Brahea* correspondiente al sitio;
- la comparación con poblaciones mexicanas de referencia;
- la evidencia taxonómica y nomenclatural pertinente;
- la distribución conocida del género en México;
- la evidencia florística correspondiente al estado de Morelos.

La conclusión estatal respecto a la ausencia de evidencia de otras especies debe entenderse como resultado de la revisión de la información disponible, no como una afirmación de que sea imposible descubrir en el futuro un nuevo registro.

4.3. Limitaciones

El análisis realizado es principalmente morfológico, morfométrico, nomenclatural, de herbario y biogeográfico. No constituye un estudio filogenómico ni pretende establecer, por sí mismo, estructura genética poblacional, flujo génico o niveles de introgresión no evaluados directamente.

La existencia de antecedentes de hibridación entre *B. dulcis* y *B. nitida* en determinadas localidades de Guerrero y Puebla constituye un antecedente relevante, pero no demuestra la presencia de *B. nitida* en Morelos.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

5. Pregunta taxonómica y criterios de determinación

La cuestión central que resuelve el dictamen se formula de la siguiente manera:

¿Los ejemplares de *Brahea* presentes en el área de estudio corresponden taxonómicamente a *Brahea dulcis* (Kunth) Mart., o existe evidencia suficiente para asignarlos a otra entidad taxonómica reconocida?

Para este planteamiento se utilizaron cinco líneas principales de evidencia:

1. **Evidencia nomenclatural:** identidad y aplicación correcta del nombre.
2. **Evidencia morfológica:** correspondencia de caracteres diagnósticos.
3. **Evidencia morfométrica:** comparación cuantitativa de caracteres.
4. **Evidencia de herbario y florística:** registros documentados de poblaciones.
5. **Evidencia biogeográfica y ecológica:** congruencia de la población con la distribución y ambientes conocidos.

Este planteamiento evita utilizar el holotipo como un "molde" morfológico de la especie. El tipo nomenclatural fija la aplicación del nombre, mientras que la delimitación taxonómica requiere la evaluación de los caracteres y de la circunscripción de la especie.

6. Marco taxonómico y nomenclatural

La nomenclatura se verificó conforme al *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (Madrid Code), particularmente en lo relativo a tipificación y aplicación de los nombres científicos.

El tipo nomenclatural constituye el elemento al cual queda permanentemente ligado el nombre de un taxón. Sin embargo, la tipificación es una operación nomenclatural y no equivale por sí misma a la delimitación taxonómica de una especie.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

En consecuencia, la identificación de los ejemplares del estado de Morelos se realiza mediante la comparación con el concepto taxonómico de *B. dulcis* y con poblaciones auténticas de referencia, y no únicamente mediante una comparación visual con el tipo.

7. Materiales y métodos

7.1. Revisión bibliográfica y nomenclatural

Se revisaron:

- descripción original de *Corypha dulcis*;
- transferencia a *Brahea*;
- nombres históricamente asociados;
- literatura taxonómica;
- tratamientos florísticos;
- bases de datos nomenclaturales;
- literatura reciente sobre la sistemática del género.

7.2. Material botánico

Se obtuvieron datos de 12 hojas colectadas en el área de estudio, de 4 individuos maduros vivos; de material herborizado, y de material fotográfico de estructuras diagnósticas.

7.3. Caracterización morfométrica

Se evaluaron caracteres foliares, entre ellos:

- longitud del pecíolo;
- longitud y ancho de la lámina;
- dimensiones de la lámina;
- longitud hasta la bifurcación del segmento central;
- número de segmentos;
- número, longitud y ancho de espinas de una, dos, tres y cuatro puntas.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

El conjunto de caracteres se seleccionó a partir de antecedentes previos de caracterización de *Brahea*.

7.4. Comparación con poblaciones de referencia

Los ejemplares de Las Palmas fueron comparados con dos poblaciones alopátridas de referencia de *B. dulcis* utilizadas previamente en la investigación doctoral y en Ramírez-Rodríguez et al. (2011): Jiutepec, Morelos (RR 2485–2507; 100 hojas), y San Juan Teocalcingo, Guerrero (RR 2580–2599; 101 hojas). El responsable confirmó que las variables LP, LL, AML, ALTB, ALTA y LLBBSC fueron obtenidas con definiciones y protocolos equivalentes a los utilizados en Las Palmas.

La muestra de Las Palmas comprende 12 hojas de cuatro individuos maduros y fue obtenida con una finalidad de corroboración morfológica, no para estimar parámetros poblacionales. Por ello, la comparación con las poblaciones de referencia se utiliza para evaluar si las mediciones de Las Palmas son compatibles con el espacio de variación documentado para B. dulcis. En los análisis estadísticos complementarios se considera al individuo como unidad biológica independiente para evitar pseudorreplicación.

La experiencia acumulada en el estudio de más de 200 hojas de *B. dulcis* de distintas poblaciones mexicanas constituye un antecedente comparativo utilizado para la identificación de los ejemplares del área de estudio.

7.5. Análisis biogeográfico

Se revisaron registros de herbarios, catálogos florísticos, bases de datos de biodiversidad y literatura especializada para establecer la distribución conocida de las especies de *Brahea* en México y, particularmente, su presencia o ausencia documentada en Morelos.

8. Resultados

8.1. Determinación morfológica

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Los ejemplares estudiados presentan caracteres compatibles con *Brahea dulcis*.

La presencia de espinas en los ejemplares analizados constituye un carácter particularmente relevante frente a otras especies inermes del género. Asimismo, la ramificación de la inflorescencia desde la base o el primer tercio basal coincide con una característica señalada como típica de *B. dulcis*.

8.2. Resultado morfométrico

Las seis variables foliares continuas con homología metodológica confirmada (LP, LL, AML, ALTB, ALTA y LLBBSC) muestran que las mediciones de Las Palmas son ampliamente compatibles con la variación documentada en las poblaciones alopátridas de referencia de *B. dulcis* de Jiutepec, Morelos, y San Juan Teocalcingo, Guerrero. En el análisis complementario, las 12 hojas de Las Palmas se ubican dentro de los intervalos empíricos combinados de las seis variables y los cuatro individuos permanecen dentro de la envolvente multivariada del conjunto de referencia. Dado el propósito y tamaño de la muestra de Las Palmas, estos resultados se interpretan como evidencia de compatibilidad morfométrica con *B. dulcis y* no como una prueba de afinidad o asignación poblacional.

8.3. Evidencia de herbario

Los registros históricos examinados documentan *B. dulcis* en diferentes localidades de Morelos, entre ellas Miacatlán, Cañón de Lobos, Amatitlán, Jiutepec y otras localidades.

8.4. Evidencia florística estatal

La evidencia disponible procedente de catálogos, inventarios y herbarios identifica a *B. dulcis* como la especie de *Brahea* documentada para Morelos.

El catálogo nacional de Villaseñor (2016) incluye a Morelos dentro de la distribución de *B. dulcis* y no lo incluye en las distribuciones estatales de las restantes especies mexicanas consideradas.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

8.5. Evidencia regional

Los inventarios de Sierra de Huautla y Amacuzac documentan B. dulcis en el sur y suroeste de Morelos. A ello se suma el inventario florístico de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro realizado por García-Lara (2013), que incluye expresamente a *Brahea dulcis* en la flora leñosa y describe palmares constituidos por agrupaciones de la especie. El estudio documenta su presencia en vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia en localidades de Jiutepec —Loma Larga, El Puerto y Cerro de las Iguanas— y de Emiliano Zapata —Ex Hacienda de los Dolores—. La reserva se extiende además hacia Yautepec y Tlaltizapán y forma parte del contexto biogeográfico de la Cuenca del Balsas.

9. Evaluación comparativa de las especies mexicanas de *Brahea*

La comparación taxonómica y biogeográfica permite evaluar hipótesis alternativas de identificación. La ausencia de registros documentados en Morelos no se utiliza por sí sola como criterio taxonómico de exclusión; se considera como evidencia corroborativa que debe interpretarse junto con la morfología, la morfometría, los ejemplares de herbario y los tratamientos taxonómicos disponibles.

Se consideraron particularmente: *B. aculeata*; *B. armata*; *B. brandegeei*; *B. edulis*; *B. berlandieri*; *B. decumbens*; *B. elegans*; *B. moorei*; *B. nitida*; *B. pimo*; *B. sarukhanii*; *B. salvadorensis*.

La información recopilada muestra que ninguna de las entidades restantes consideradas cuenta en Morelos con una combinación de evidencia florística, curatorial y biogeográfica comparable a la existente para B. dulcis. En consecuencia, ninguna de ellas constituye, con la información actualmente disponible, una hipótesis alternativa mejor sustentada para explicar la identidad de los ejemplares de Las Palmas. La comparación biogeográfica

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

permite descartar como explicación de la identidad de los ejemplares estudiados a las especies cuya distribución conocida no comprende Morelos.

10. Caso particular de *Brahea berlandieri*

Brahea berlandieri constituye un caso taxonómicamente relevante por haber sido reconocida históricamente como especie independiente. Su evaluación requiere distinguir entre el tratamiento histórico del nombre y la circunscripción taxonómica moderna de *B. dulcis*.

Villaseñor (2016) registra *B. berlandieri* para Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, pero no para Morelos. Los tratamientos nomenclaturales modernos consultados incluyen *B. berlandieri* dentro de la sinonimia de *B. dulcis*. Las fuentes históricas, particularmente Bartlett (1935) y los tratamientos de Beccari relacionados con el material de Monterey, muestran que estas entidades no deben evaluarse únicamente por geografía; por ello, el presente dictamen utiliza la sinonimia moderna como marco nomenclatural, pero sustenta la identificación de Las Palmas independientemente en la combinación de caracteres observados, las poblaciones de referencia y la evidencia florística y curatorial.

Con la evidencia actualmente disponible, *B. berlandieri* no proporciona una hipótesis taxonómica alternativa mejor sustentada para los ejemplares de Las Palmas. Bajo la circunscripción moderna adoptada, el nombre se encuentra incluido en *B. dulcis*; bajo una lectura histórica, tampoco existe en este expediente evidencia documental o morfológica que requiera separar los ejemplares estudiados de *B. dulcis*.

11. Caso particular de *Brahea dulcis* var. *montereyensis*

Brahea dulcis var. *montereyensis* constituye un nombre histórico relevante para la revisión nomenclatural y debe distinguirse del tratamiento moderno de la especie.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Beccari publicó inicialmente *B. edulis* var. *montereyensis* (1907) y posteriormente la combinación *B. dulcis* var. *montereyensis* (1931). Los tratamientos taxonómicos modernos consultados incluyen ambos nombres dentro de la sinonimia de *B. dulcis*. Esta sinonimia no se utiliza como sustituto de la comparación morfológica, sino como marco para interpretar correctamente los nombres históricos.

La relación nomenclatural puede expresarse de la siguiente manera:

Brahea dulcis var. montereyensis* → *Brahea dulcis

En consecuencia, la existencia histórica del nombre varietal no constituye por sí misma evidencia de una segunda especie en Morelos. La determinación de Las Palmas descansa en la evidencia morfológica, morfométrica, curatorial y biogeográfica reunida para la población examinada.

12. Evaluación de posible hibridación

Existe evidencia publicada de hibridación e introgresión entre *B. dulcis* y *B. nitida* en determinadas zonas de México, sustentada en caracteres morfológicos y marcadores PCR-RAPD. Las zonas estudiadas se localizaron en Guerrero y Puebla.

Esta información debe considerarse como antecedente biológico del género, pero no constituye evidencia de la presencia de *B. nitida* en Morelos.

En consecuencia, la posibilidad teórica de hibridación no modifica la identificación de los ejemplares del área de estudio, al no existir evidencia directa de una segunda especie parental dentro de la población examinada.

13. Discusión

La evidencia reunida presenta una concordancia sustancial entre las diferentes fuentes utilizadas.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Desde el punto de vista nomenclatural, el nombre aplicable es *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.

Desde el punto de vista morfológico, los ejemplares examinados presentan caracteres compatibles con la especie, particularmente aquellos relacionados con las espinas y la arquitectura de la inflorescencia.

Desde el punto de vista morfométrico, las mediciones de Las Palmas son compatibles con el espacio de variación documentado en las poblaciones alopátridas de referencia de *B. dulcis* de Jiutepec, Morelos, y San Juan Teocalcingo, Guerrero. La comparación se interpreta como evidencia de compatibilidad con la especie y no como asignación a una población geográfica particular.

Desde el punto de vista biogeográfico, *B. dulcis* presenta una distribución documentada que incluye Morelos, mientras que no existe evidencia equivalente para otra especie del género dentro de la entidad.

Desde el punto de vista florístico, los catálogos e inventarios consultados reconocen *B. dulcis* y no documentan otra especie de *Brahea* en Morelos.

Finalmente, los nombres históricamente utilizados para entidades relacionadas con *B. dulcis*, particularmente *B. berlandieri* y *B. dulcis* var. *montereyensis*, fueron considerados tanto desde su contexto histórico como desde la nomenclatura moderna. Ninguno proporciona, con la evidencia actualmente disponible, una explicación taxonómica mejor sustentada para los ejemplares de Las Palmas que *B. dulcis*.

La convergencia de estas líneas de evidencia proporciona un fundamento considerablemente más sólido que una identificación sustentada exclusivamente en un carácter morfológico, en el parecido con el tipo nomenclatural o en la distribución geográfica.

14. Conclusión taxonómica

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Con fundamento en la revisión nomenclatural, bibliográfica, morfológica, morfométrica, de herbario, florística y biogeográfica realizada, se concluye que:

PRIMERA. Los ejemplares de *Brahea* examinados en el área de estudio corresponden taxonómicamente a ***Brahea dulcis* (Kunth) Mart.**

SEGUNDA. Los caracteres morfológicos y morfométricos observados son congruentes con el concepto taxonómico de *B. dulcis*, particularmente en lo relativo a caracteres foliares, espinas y arquitectura de la inflorescencia.

TERCERA. La evidencia florística y de herbario disponible para Morelos documenta la presencia de *B. dulcis* en diferentes regiones del estado y no proporciona evidencia equivalente de otra especie del género dentro de la entidad.

CUARTA. *Brahea berlandieri* fue evaluada tanto en su contexto histórico como bajo la circunscripción taxonómica moderna. La evidencia disponible no requiere reconocer los ejemplares de Las Palmas como una entidad distinta de *B. dulcis*.

QUINTA. *Brahea dulcis* var. *montereyensis* es un nombre histórico actualmente incluido dentro de la sinonimia de *B. dulcis*; su consideración no aporta evidencia que requiera reconocer una especie independiente para los ejemplares de Las Palmas.

SEXTA. Los antecedentes de hibridación entre *B. dulcis* y *B. nitida* documentados para Guerrero y Puebla no constituyen evidencia de presencia de *B. nitida* en Morelos.

SÉPTIMA. En consecuencia, la identidad taxonómica que corresponde asignar a los ejemplares examinados es: ***Brahea dulcis* (Kunth) Mart.**

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

15. Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico de los individuos estudiados



Figura 1. Entorno de la vegetación y distribución de las poblaciones de *B. dulcis*



Figura 2. Individuo adulto de *B. dulcis*



Figura 3. Disposición de los pecíolos.



Figura 4. Estructura foliar del individuo de *B. dulcis.*



Figura 5. Patrón de venación en la estructura foliar del individuo de *B. dulcis.*



Figura 6. Pecíolos medidos del individuo *B. dulcis.*



Figura 7. Agrupación de espinas en 1 y 2 pares.

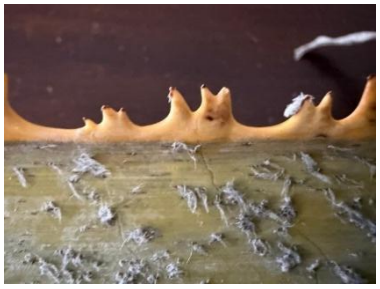


Figura 8. Agrupación de espinas en 2 y 3 pares.



Figura 9. Agrupación de espinas en 2 y 4 pares.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Anexo 2. Caracteres morfológicos utilizados para la determinación



Figura 10. Uso de calibrador vernier digital para medir ancho y largo de los diferentes tipos de espinas presentes en el pecíolo.

Anexo 3. Datos morfométricos

Tabla 2. Datos morfométricos de las hojas colectadas en el sitio de estudio Las Palmas.

CARACTER/ ESTADO DE CARACTER	UNIDAD
1.Largo de peciolo (LP)	cm
2.Largo de la lámina (LL)	cm
3.Ancho máximo de la lámina (AML)	cm
4.Ancho de la lámina al primer tercio basa (ALTB)	cm
5.Ancho de la lámina primer tercio apical (ALTA)	cm
6.Longitud de la lámina desde la base a la bifurcación del segmento central (LLBBSC)	cm
7.Número de Segmentos (NS)	No.
8.Espinas con una Punta (E1P)	No.
9.Espinas con dos puntas (E2P)	No.
10.Espinas con tres puntas (E3P)	No.
11.Espinas con cuatro puntas (E4P)	No.
12.Ancho de la espina con una punta (AE1P)	mm
13.Largo de la espina con una punta (LE1P)	mm
14.Ancho de la espina con dos puntas (AE2P)	mm
15.Largo de la espina con dos puntas (LE2P)	mm
16.Ancho de la espina con tres puntas (AE3P)	mm
17.Largo de la espina con tres puntas (LE3P)	mm
18.Ancho de la espina con cuatro puntas (AE4P)	mm
19.Largo de la espina con cuatro puntas (LE4P)	mm
20.Caracteristicas de la venación de los segmentos	similar/diferente
21.Origen la ramificación de las raquillas en la inflorescencia	1 tercio basal

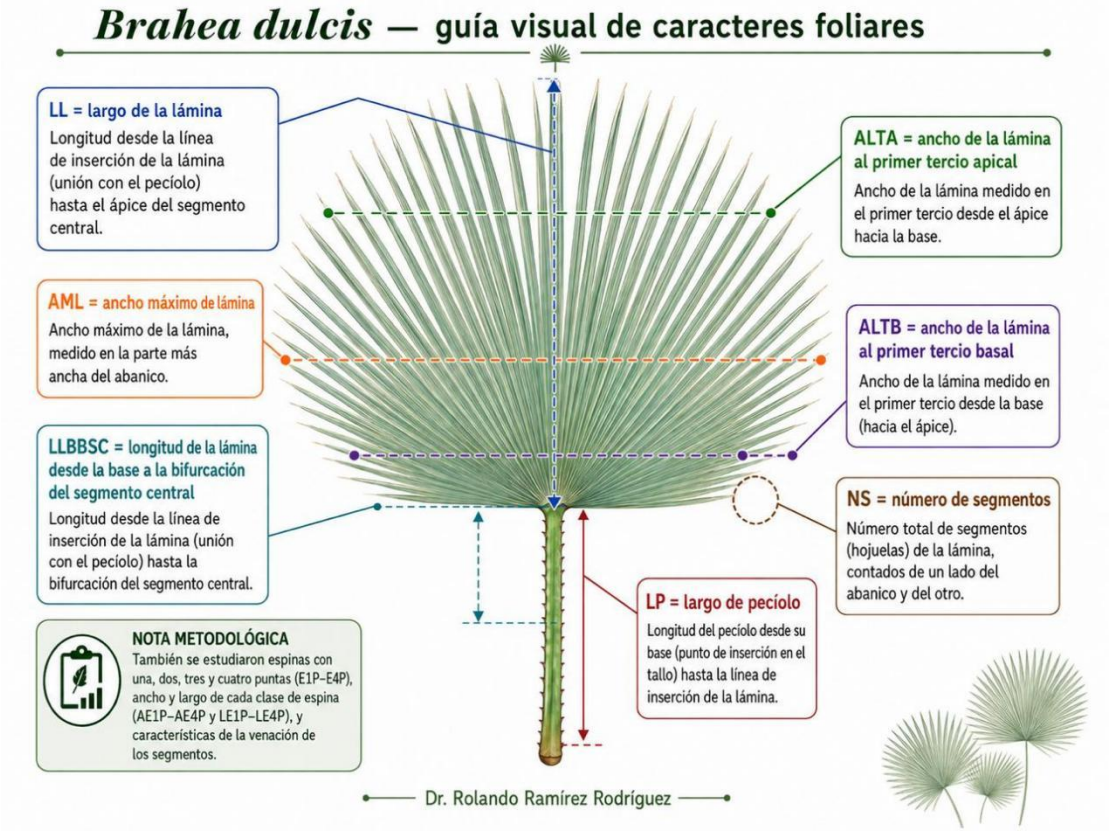
[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

INDIVIDUO		S/N			1			2			3					
REPET		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	TOTAL	PROM.	
CENTÍMETROS	LP	89.1	90.5	94.3	58.3	59.7	64.7	82.1	87.9	85.4	82.3	79.2	77.1	950.6	79.22	12
	LL	90.5	98	94.5	83	85	90	82.2	75	72	67.5	75.5	71.5	984.7	82.06	12
	LML	78	80	77	70	60	62	76	65	61	74	79	85	867	72.25	12
	ALTB	73	75	77	63	60	56	80	60	50	70	74	77	815	67.92	12
	ALTA	60	65	62	67	40	43	68	60	47	57	62	63	694	57.83	12
	LLBBSC	51	53.5	56.5	33	35	33.5	40	38	35.5	41.5	38.5	40	496	41.33	12
NÚMERO	NS	25	27	29	26	28	26	29	19	28	27	26	26	316	26.33	12
	E1P	6	6	8	3	2	6	6	2	5	7	7	9	67	5.58	12
	E2P	5	5	6	5	2	2	3	6	5	4	4	3	50	4.17	12
	E3P	2	2	3	1	7	3	2	4	4	2	1	3	34	2.83	12
	E4P	1	3	0	1	1	2	1	0	2	0	2	2	15	1.25	12
MILÍMETROS	AE1P	2.0	3.0	2.0	1.5	2.0	2.5	2.0	2.0	5.0	2.0	2.0	3.0	29.0	2.4	12
	AE1P	3.0	2.0	3.0	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	28.6	2.38	12
	AE1P	2.0	2.0	2.0	3.2		2.0	1.0		3.0	1.5	2.0	2.0	20.7	2.07	10
	AE1P	2.0	2.0	2.0			1.9	2.0		4.0	3.0	2.0	2.0	20.9	2.32	9
	AE1P	2.0	3.0	3.0			2.0	2.0		2.0	3.0	3.0	2.0	22.0	2.44	9
	AE1P	1.5	2.0	2.0			2.0	1.5			2.0	2.0	3.0	16.0	2.00	8
	AE1P			2.0							1.5	2.0	2.0	7.5	1.88	4
	AE1P			1.5									2.0	3.5	1.75	2
	AE1P												3.0		3.00	1
															20.26	
															2.25	
	LE1P	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	8.0	2.0	4.0	2.5	3.0	2.0	38.5	3.21	12
	LE1P	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	4.0	7.0	5.0	3.0	3.0	3.0	42.5	3.54	12
	LE1P	3.0	3.0	2.5	3.0		2.0	1.0		3.0	3.0	3.0	3.0	26.5	2.41	10
	LE1P	2.0	2.0	2.5			2.0			5.0	3.0	3.0	3.0	22.5	2.81	8
	LE1P	2.0	2.0	3.0			3.0			3.0	3.0	2.0	2.0	20.0	2.50	8
	LE1P	2.5	3.0	3.0			2.5				2.0	2.0	2.0	17.0	2.43	7
	LE1P			2.0							2.0	2.0	2.0	8.0	2.00	4
	LE1P			2.5									3.0	5.5	2.75	3
	LE1P												2.5	2.5	2.50	1
															24.15	
															2.68	
	AE2P	5.0	4.0	6.0	4.0	5.0	3.5	5.0	7.0	7.0	2.0	3.0	3.0	54.5	4.54	12
	AE2P	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	2.0	3.0	2.0	49.0	4.08	12
	AE2P	5.0	5.0	5.0	4.1			5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	40.1	4.01	10
	AE2P	4.0	5.0	4.0	4.9				4.0	4.0	3.0	3.0		31.9	3.9875	8
		5.0	5.0	4.5	3.5									18.0	4.5	4
				5.5										5.5	5.5	1
															26.62	
															4.44	
	LE2P	3.0	3.0	5.0	4.0	6.0	3.0	5.0	5.0	6.0	2.0	3.0	2.0	47.0	3.92	12
	LE2P	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	7.0	3.0	3.0	3.0	2.0	52.0	4.33	12
	LE2P	6.0	6.0	4.0	3.0			4.0	5.0	5.0	2.0	1.5	3.0	39.5	3.59	10
	LE2P	5.0	5.0	1.5	5.0				6.0	6.0	2.0	3.0		33.5	4.19	8
		5.0	5.0	3.0	6.0					5.0				24.0	4.8	5
				2.0						5.0				7.0	3.5	2
															24.33	
															4.1	
	AE3P	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	10.0	4.0	3.0	4.0	6.0	4.0	59.0	4.92	12
	AE3P	5.0	4.0	5.0		3.0	6.0		4.0	5.0	3.0		3.5	38.5	4.28	9
	AE3P			4.1		5.0	5.0		7.0	6.0			3.0	30.1	5.02	6
	AE3P					6.0			4.0	5.0				15.0	5.0	3
	AE3P					5.0			9.0	5.0				19.0	6.3	3
	AE3P					5.0			8.0					13.0	6.5	2
						6.0								6.0	6.0	1
															38.0	
															5.4	
	LE3P	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	7.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	48.0	4.0	12
	LE3P	3.0	3.0	4.0		4.0	5.0		4.0	4.0	3.0		3.0	33.0	3.7	9
	LE3P			3.0		3.0	3.0		5.0	4.0				18.0	3.6	5
	LE3P					5.0			3.0	4.0				12.0	4.0	3
	LE3P					5.0			5.0					10.0	5.0	2
	LE3P					4.0			5.0					9.0	4.5	2
						5.0								5.0	5.0	1
															29.8	
															4.3	
	AE4P	6.0	7.0		8.0	9.0	7.0	9.0	6.0	9.0		8.0	3.0	72.0	7.2	10
	AE4P		6.0				8.0	9.0				9.0	3.0	35.0	7.0	5
			5.0												14.2	1
															7.1	
	LE4P	6.0	7.0		6.0	8.0	5.0	7.0	4.0	5.0		4.0	2.5	54.5	5.5	10
	LE4P		7.0				7.0	7.0				4.0	2.0	27.0	5.4	5
			7.0											7.0	7.0	1
															17.9	462

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA



Anexo 3.1. Caracteres morfológicos estudiados

Para el análisis de las hojas de *Brahea* provenientes del predio Las Palmas, se utilizaron caracteres y estados de carácter empleados previamente en estudios de determinación y variación morfológica del género. Los caracteres fueron: largo de pecíolo (LP); largo de la lámina (LL); ancho máximo de lámina (AML); ancho de la lámina al primer tercio basal (ALTB); ancho de la lámina en el primer tercio apical (ALTA); longitud de la lámina desde la base a la bifurcación del segmento central (LLBBSC); número de segmentos (NS); espinas con una, dos, tres y cuatro puntas (E1P–E4P); ancho y largo de cada clase de espina (AE1P–AE4P y LE1P–LE4P); características de la venación de los segmentos; origen de la ramificación de las raquillas en la inflorescencia.

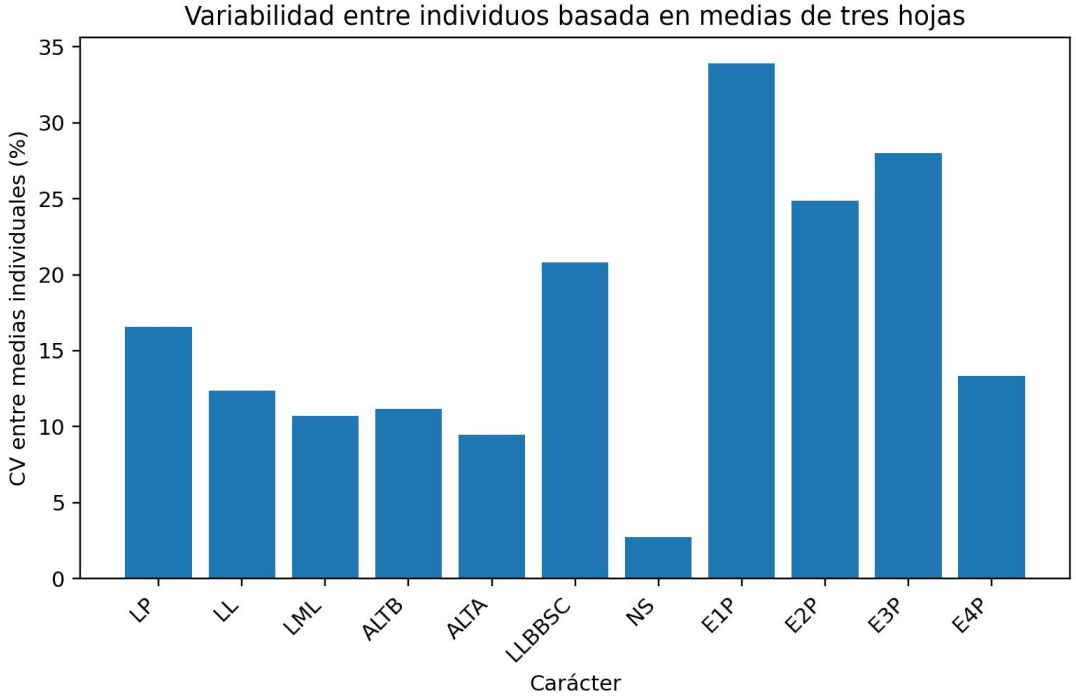
Con la finalidad de describir la variación observada se calculó el coeficiente de variación (CV) de los caracteres medidos. NS y algunas dimensiones de la

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

lámina presentan menor variabilidad relativa dentro de la muestra, mientras que LP, LLBBSC y las frecuencias de ciertas clases de espinas presentan mayor variabilidad. Dado que se evaluaron 12 hojas de cuatro individuos y que el muestreo tuvo una finalidad de corroboración morfológica, los CV se interpretan exclusivamente como estadísticos descriptivos; no permiten atribuir las diferencias observadas a estabilidad genética, plasticidad fenotípica u otros mecanismos causales no evaluados directamente.

Gráfico 1. Coeficiente de variación (CV) de los caracteres utilizados en la caracterización de los individuos de *Brahea* presentes en el predio Las Palmas.



Anexo 3.2. Las espinas

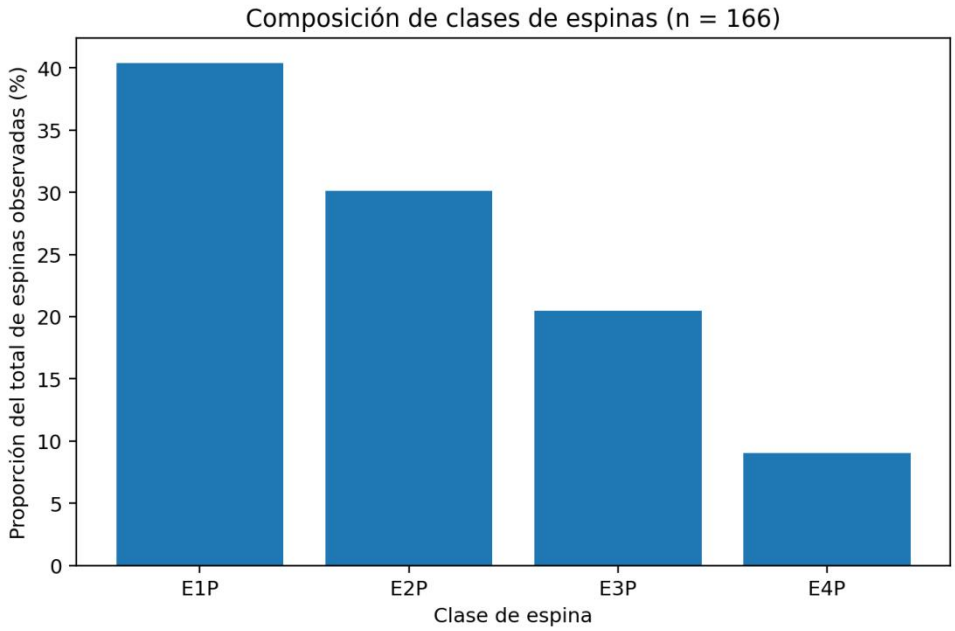
La presencia de espinas en los individuos estudiados constituye un carácter relevante para la comparación entre especies del género *Brahea*. *B. dulcis* presenta pecíolo armado y este carácter ha sido utilizado en estudios previos de variación e hibridación dentro del género. En Las Palmas se registraron espinas de una punta (E1P), dos puntas (E2P), tres puntas (E3P) y cuatro

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

puntas (E4P). La matriz contiene 166 espinas: 67 E1P (40.4 %), 50 E2P (30.1 %), 34 E3P (20.5 %) y 15 E4P (9.0 %).

Gráfico 2. Proporción porcentual de las clases de espina presentes en el pecíolo armado de *B. dulcis* en el sitio de estudio Las Palmas.



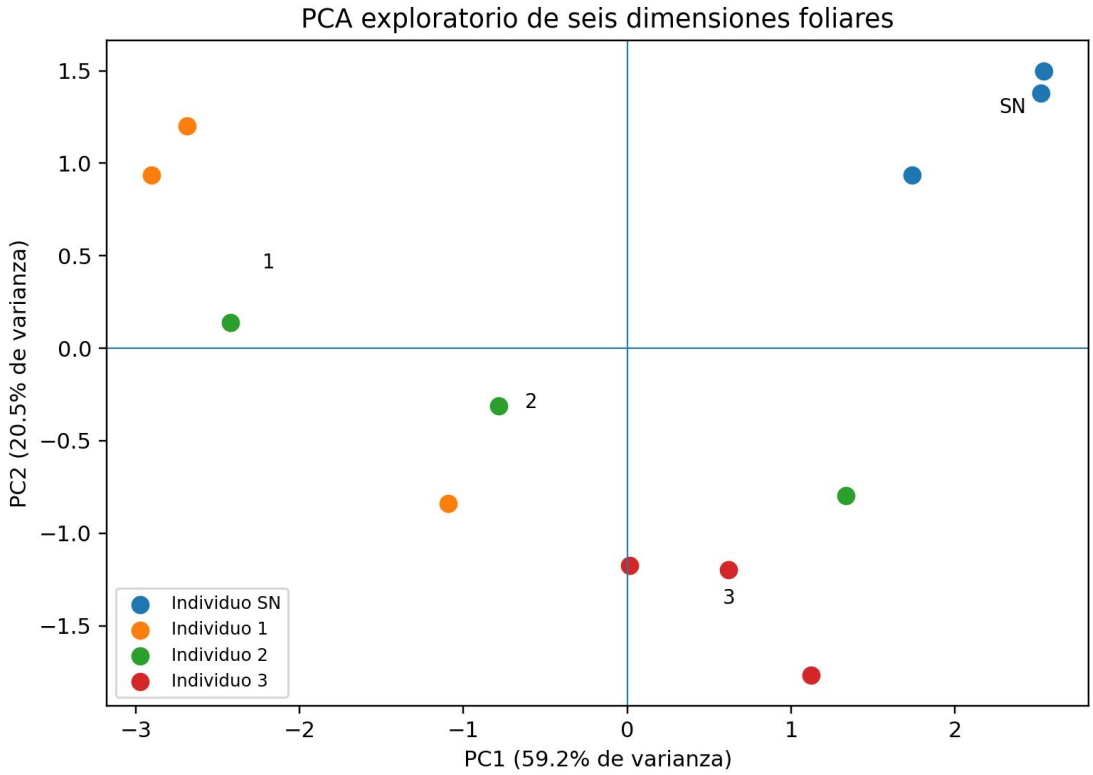
Anexo 3.3. Análisis de componentes principales (PCA)

Con el objetivo de sintetizar la variación de seis dimensiones foliares continuas (LP, LL, AML, ALTB, ALTA y LLBBSC) se realizó un análisis exploratorio de componentes principales (PCA). Los dos primeros componentes explican 79.7 % de la variación total (PC1 = 59.2 %; PC2 = 20.5 %). El individuo SN se separa del resto principalmente a lo largo de PC1, mientras que los individuos 1, 2 y 3 presentan mayor proximidad relativa. Este resultado representa únicamente la estructura de variación morfométrica observada en los cuatro individuos examinados y no permite, por sí solo, inferir ecoformas, bases genéticas de la variación ni estructura poblacional.

Gráfico 3. PCA exploratorio de los cuatro individuos de Las Palmas basado en seis dimensiones foliares continuas y que genera la agrupación y separación de los individuos analizados.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA



Anexo 3.4. Compatibilidad morfométrica con poblaciones alopátridas de referencia

Como análisis estadístico complementario, las matrices de Jiutepec (100 hojas) y San Juan Teocalcingo (101 hojas) proporcionadas por el responsable se armonizaron con las seis variables continuas homólogas de Las Palmas. El Dr. Ramírez confirmó las equivalencias de protocolo y aclaró la estructura de muestreo de Jiutepec, incluyendo seis hojas para RR2492 y cuatro para RR2507. El análisis utiliza al individuo como unidad biológica independiente.

Las 12 hojas de Las Palmas se encuentran dentro de los intervalos empíricos combinados de las seis variables de las poblaciones de referencia, y los cuatro individuos de Las Palmas se mantienen dentro de la envolvente multivariada de referencia. Como resultado exploratorio secundario, el centroide de Las Palmas se encuentra más próximo al de San Juan Teocalcingo que al de Jiutepec en el espacio de seis variables; esta diferencia no se utiliza como criterio taxonómico ni como asignación

VERSIÓN PÚBLICA

poblacional, puesto que ambas poblaciones de referencia corresponden a *B. dulcis* y la muestra de Las Palmas no fue diseñada para inferencia poblacional.

Fuente del análisis complementario: High River Services LLC (2026), Análisis Estadístico Interpoblacional Complementario de *Brahea dulcis* — Las Palmas, Jiutepec y San Juan Teocalcingo, Rev. 3; preparado para consideración y validación científica del Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez.

Anexo 4. Ejemplares de herbario y ficha de colecta

Se identificaron como colecciones prioritarias para la revisión de ejemplares de *Brahea* las colecciones MEXU, FCME, XAL, IEB, UAMIZ e IBUG, varias de las cuales participaron en el proyecto nacional de CONABIO sobre el complejo *Brahea-Erythea*. Asimismo, se consultaron bases de datos y repositorios digitales de ejemplares, incluyendo el Portal de Datos Abiertos de la UNAM, el Herbario Virtual de CONABIO y GBIF.

Tabla 3. Herbarios y colecciones relevantes para la determinación y distribución de *Brahea dulcis* en México.

Herbario / colección	Institución / país	Código	Disponibilidad digital	Utilidad para el caso *B. dulcis*– Morelos	Prioridad de consulta
Herbario Nacional de México	Instituto de Biología, UNAM, México	**MEXU**	**Sí**. Consulta de ejemplares y base de datos	Es la colección nacional de mayor relevancia para verificar ejemplares históricos y modernos de *Brahea*, incluyendo posibles ejemplares procedentes de Morelos. MEXU alberga más de 1.3 millones de ejemplares y constituye una fuente primaria para florística y taxonomía mexicana.	**Muy alta**
Herbario de	Facultad de	**FCME**	**Sí**	Existe al menos un	**Muy**

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Herbario / colección	Institución / país	Código	Disponibilidad digital	Utilidad para el caso *B. dulcis*– Morelos	Prioridad de consulta
la Facultad de Ciencias	Ciencias, UNAM, México			registro digital de *Brahea dulcis*, ejemplar FCME-PF-137707, colectado en Guerrero y determinado como *B. dulcis*. Es útil para comparar determinaciones y materiales del centro-sur de México.	**alta**
Herbario del Instituto de Ecología, A.C., Xalapa	INECOL, México	**XAL**	**Sí / datos mediante SNIB-CONABIO**	Participó en el proyecto de CONABIO **"El complejo** *Brahea-Erythea***" (L216)**, por lo que constituye una colección especialmente relevante para la revisión histórica de ejemplares de *Brahea*.	**Muy alta**
Herbario Graciela Calderón y Jerzy Rzedowski	INECOL, Centro Regional del Bajío, México	**IEB**	**Sí / datos mediante SNIB-CONABIO**	Participó en el proyecto L216 sobre el complejo *Brahea-Erythea*. Es particularmente relevante para comparar materiales del centro de México y evaluar la variación morfológica regional.	**Muy alta**
Herbario Metropolitano	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México	**UAMIZ**	**Sí / datos mediante SNIB-CONABIO**	Formó parte de las colecciones consultadas en el proyecto L216 de *Brahea-Erythea*. Su ubicación institucional en el centro de México lo hace particularmente pertinente para contrastar materiales de Morelos y estados vecinos.	**Alta**
Herbario Luz María	Universidad de	**IBUG**	**Sí / datos mediante**	Participó en el proyecto L216 y	**Alta**

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Herbario / colección	Institución / país	Código	Disponibilidad digital	Utilidad para el caso *B. dulcis*– Morelos	Prioridad de consulta
Villarreal de Puga	Guadalajara, México		**SNIB-CONABIO**	contiene material útil para comparar *Brahea* del occidente y centro de México.	
Herbario Virtual de CONABIO	CONABIO, México	**HVC / SNIB**	**Sí, imágenes digitales**	Permite consultar imágenes y datos curatoriales de ejemplares mexicanos provenientes de colecciones nacionales y extranjeras. Es especialmente útil para revisar etiquetas, localidades, identificaciones históricas y material tipo.	**Muy alta**
U.S. National Herbarium	Smithsonian Institution, Estados Unidos	**US**	**Sí, parcialmente mediante HVC/colecciones digitales**	Importante para revisar ejemplares históricos mexicanos y material tipo. CONABIO digitalizó miles de ejemplares mexicanos de US como parte de su programa de repatriación de datos.	**Alta**
New York Botanical Garden Herbarium	New York Botanical Garden, Estados Unidos	**NY**	**Sí**	Contiene material mexicano digitalizado y, particularmente, ejemplares tipo dentro del programa de repatriación de CONABIO. Útil para verificar material histórico y nomenclatural.	**Alta**
Royal Botanic Gardens, Kew Herbarium	Kew, Reino Unido	**K**	**Sí**	Es importante para revisar material histórico mexicano y ejemplares vinculados con la historia nomenclatural de las	**Alta**

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Herbario / colección	Institución / país	Código	Disponibilidad digital	Utilidad para el caso *B. dulcis*– Morelos	Prioridad de consulta
				Arecaceae. CONABIO incorporó imágenes de ejemplares mexicanos de K.	
University of Arizona Herbarium	University of Arizona, Estados Unidos	**ARIZ**	**Sí / parcialmente mediante HVC**	Conserva una importante colección de ejemplares mexicanos digitalizados por CONABIO; puede ser útil para revisar registros históricos de *Brahea*.	**Media-alta**
University of Michigan Herbarium	University of Michigan, Estados Unidos	**MICH**	**Sí**	Tiene registros digitalizados de *Brahea dulcis*. Por ejemplo, el ejemplar MICH 1138270 corresponde a *B. dulcis*, colectado en Chiapas en 1966 y determinado por H. E. Moore Jr. Constituye evidencia útil para comparación taxonómica y distribución.	**Media-alta**
GBIF – colecciones participantes	Global Biodiversity Information Facility	Diversos	**Sí**	No es un herbario, sino un portal integrador de registros de colecciones biológicas. Es útil para localizar ejemplares de *B. dulcis* y rastrear sus instituciones depositarias, pero el ejemplar original debe consultarse en el herbario correspondiente.	**Alta como herramienta de localización**

Anexo 5. Libreta de campo y etiqueta para el ejemplar de herbario

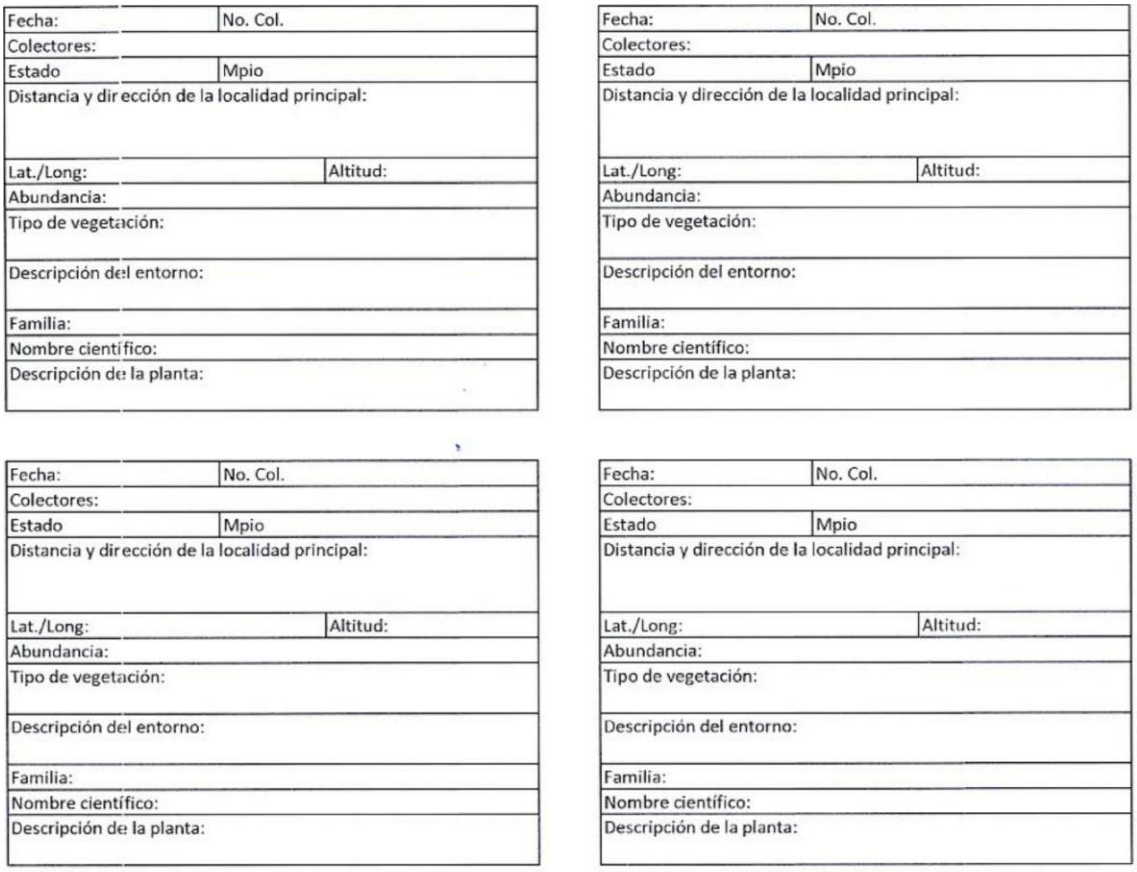
[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Los datos se han obtenido de ejemplares colectados en el predio Las Palmas.

El material botánico colectado se ha registrado en el diario o libreta de campo del colector. La información vaciada en esta libreta será la base para la elaboración de la etiqueta con la información que se elaborará el ejemplar para el herbario.

Figura 11. Ejemplo de hoja de una libreta de campo de colector botánico en la que se muestra la información que el colector debe obtener para cada espécimen que sea colectado en el área de estudio.



Fecha:	No. Col.
Colectores:	
Estado	Mpio
Distancia y dirección de la localidad principal:	
Lat./Long:	Altitud:
Abundancia:	
Tipo de vegetación:	
Descripción del entorno:	
Familia:	
Nombre científico:	
Descripción de la planta:	

Fecha:	No. Col.
Colectores:	
Estado	Mpio
Distancia y dirección de la localidad principal:	
Lat./Long:	Altitud:
Abundancia:	
Tipo de vegetación:	
Descripción del entorno:	
Familia:	
Nombre científico:	
Descripción de la planta:	

Fecha:	No. Col.
Colectores:	
Estado	Mpio
Distancia y dirección de la localidad principal:	
Lat./Long:	Altitud:
Abundancia:	
Tipo de vegetación:	
Descripción del entorno:	
Familia:	
Nombre científico:	
Descripción de la planta:	

Fecha:	No. Col.
Colectores:	
Estado	Mpio
Distancia y dirección de la localidad principal:	
Lat./Long:	Altitud:
Abundancia:	
Tipo de vegetación:	
Descripción del entorno:	
Familia:	
Nombre científico:	
Descripción de la planta:	

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Anexo 6. Registros de herbario consultados

Tabla 4. Registros de herbario consultados y acceso digital

Código	Herbario	Acceso digital	Liga recomendada	Utilidad para el dictamen
MEXU	Herbario Nacional de México, UNAM	Sí	Portal MEXU/UNAM	**Máxima**
FCME	Facultad de Ciencias, UNAM	Sí	FCME 137707 – B. dulcis	**Máxima**
HVC	Herbario Virtual CONABIO	Sí	HVC – consulta	**Máxima**
SNIB-L216	Proyecto *Brahea-Erythea*	Sí	SNIB-L216	**Máxima**
XAL	INECOL, Xalapa	Datos vía SNIB	Colecciones L216	**Muy alta**
IEB	INECOL, Centro Regional del Bajío	Datos vía SNIB	Colecciones L216	**Muy alta**
UAMIZ	UAM Iztapalapa	Datos vía SNIB	Colecciones L216	**Muy alta**
IBUG	Universidad de Guadalajara	Datos vía SNIB	Colecciones L216	**Alta**
MICH	University of Michigan	Sí	MICH 1138270 – B. dulcis	**Alta como comparación**
K	Royal Botanic Gardens, Kew	Sí	Kew Herbarium Catalogue	**Alta**
NY	New York Botanical Garden	Sí	NYBG Virtual Herbarium	**Alta**
US	Smithsonian National Herbarium	Sí	Smithsonian Collections	**Alta**
ARIZ	University of Arizona	Sí	Arizona Herbarium	**Media-alta**
GBIF	Agregador internacional	Sí	GBIF – Brahea dulcis	**Máxima como herramienta de localización**

Anexo 7. Distribución geográfica de *Brahea* en México

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 5. Distribución geográfica de *Brahea* en México según Villaseñor (2016)

Taxón	Estados de México indicados en Villaseñor (2016)	Morelos
B. aculeata	CHIH, DGO, NAY, SIN, SON	No
B. armata	BCN, BCS, SON	No
B. berlandieri	COAH, DGO, GTO, HGO, NLE, QRO, SLP, TAMS, VER	No
B. brandegeei	BCN, BCS, JAL, MICH	No
B. decumbens	NLE, QRO, SLP, TAMS	No
B. dulcis	CHIS, CHIH, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, **MOR**, NAY, NLE, OAX, PUE, QRO, SLP, SIN, SON, TAMS, VER	**Sí**
B. edulis	BCN	No
B. elegans	CHIH, SON	No
B. moorei	HGO, NLE, QRO, SLP, TAMS	No
B. nitida	CHIS, CHIH, GRO, OAX, PUE, SIN, SON	No
B. pimo	regiones occidentales y suroccidentales; sin registro para MOR	No
B. sarukhanii	JAL, NAY y áreas asociadas	No
B. salvadorensis	Mesoamérica meridional; sin registro estatal confirmado para MOR	No

Anexo 8. Comparación taxonómica y biogeográfica de las especies mexicanas de *Brahea*

Tabla 6. Comparación taxonómica y biogeográfica de las especies mexicanas de *Brahea*

No.	Taxón	Autoridad	Distribución documentada en México	¿Morelos?	Situación taxonómica relevante para el dictamen
1	*Brahea aculeata*	(Brandegee) H.E. Moore	Chihuahua, Durango, Nayarit, Sinaloa y Sonora	No	Especie reconocida. Distribución predominantemente del noroeste de México.
2	*Brahea armata*	S. Watson	Baja California, Baja California Sur y Sonora	No	Especie reconocida; taxón característico del noroeste árido.
3	*Brahea berlandieri*	Bartlett	Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz	No	Sinónimo de *B. dulcis* en tratamientos taxonómicos actuales; no debe interpretarse como segunda especie para Morelos.
4	*Brahea brandegeei*	(Purpus) H.E. Moore	Baja California, Baja California Sur, Jalisco y Michoacán	No	Especie reconocida; distribución principalmente occidental y peninsular.
5	*Brahea decumbens*	Rzed.	Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Tamaulipas	No	Especie reconocida; restringida al noreste-centro de México.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Taxón	Autoridad	Distribución documentada en México	¿Morelos?	Situación taxonómica relevante para el dictamen
6	*Brahea dulcis*	(Kunth) Mart.	Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz, entre otros registros	Sí	Especie a la que corresponden los ejemplares estudiados. Amplia distribución mexicana.
7	*Brahea edulis*	H. Wendl. ex S. Watson	Isla Guadalupe, Baja California	No	Especie insular, geográficamente incompatible con Morelos.
8	*Brahea elegans*	(Franceschi ex Becc.) H.E. Moore	Chihuahua y Sonora	No	Reconocida en el arreglo de Quero (2000); actualmente no aceptada como especie independiente por POWO.
9	*Brahea moorei*	L.H. Bailey ex H.E. Moore	Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Tamaulipas	No	Especie reconocida; distribución centro-noreste.
10	*Brahea nitida*	Schaedtler	Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Sonora	No	Sinónimo de *B. calcarea* en POWO; históricamente tratada como especie independiente.
11	*Brahea pimo*	Becc.	Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit y Oaxaca	No	Especie reconocida; distribución occidental-centro-sur.
12	*Brahea salvadorensis*	H. Wendl. ex Becc.	Principalmente Centroamérica; su inclusión histórica en tratamientos del género debe distinguirse de las especies mexicanas estrictamente documentadas	No	Especie reconocida por POWO; no existe evidencia que sustente su presencia en Morelos.
13	*Brahea sarukhanii*	H.J. Quero	Jalisco y Nayarit	No	Especie reconocida; distribución occidental restringida.

Las fuentes principales con las que se elaboró la tabla de la distribución son: Villaseñor (2016), Quero (2000) y la revisión de Vargas Añorve et al. (2025). Villaseñor documenta, entre otras, las distribuciones de *B. aculeata*, *B. armata*, *B. berlandieri*, *B. brandegeei*, *B. decumbens*, *B. dulcis*, *B. edulis*, *B.*

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

elegans, *B. moorei* y *B. nitida*; para *B. pimo* y *B. sarukhanii* también se reportan las entidades correspondientes. La revisión de 2025 utiliza el arreglo de Quero (2000), que reconoce 13 especies.

Anexo 8.1. Reconocimiento actual de las especies de Brahea

Tabla 7. Reconocimiento actual de las especies de *Brahea*

Nombre histórico	Tratamiento actual relevante
Corypha dulcis Kunth	Basónimo de *Brahea dulcis*
Brahea dulcis (Kunth) Mart.	Nombre aceptado
Brahea dulcis var. *montereyensis* Becc.	Sinónimo de *B. dulcis*
Brahea berlandieri Bartlett	Sinónimo de *B. dulcis*
Brahea conzattii Bartlett	Sinónimo de *B. dulcis*
Brahea bella L.H. Bailey	Sinónimo de *B. dulcis*
Brahea calcarata Liebm. ex Linden	Sinónimo de *B. dulcis*
Brahea nitida Schaedtler	Sinónimo de *B. calcarea* según POWO
Brahea prominens L.H. Bailey	Sinónimo de *B. calcarea*

La sinonimia de *B. dulcis* está particularmente bien documentada en eFloraMex, donde *Corypha dulcis*, *B. dulcis* var. *montereyensis*, *B. berlandieri*, *B. conzattii*, *B. bella* y *B. calcarata* aparecen vinculadas a *B. dulcis*. Plants of the World Online (POWO), por su parte, acepta actualmente *B. calcarea* y trata *B. nitida* como sinónimo de ésta (https://powo.science.kew.org/).

Anexo 8.2. Evaluación de las especies de *Brahea* frente a los ejemplares del área de estudio

Tabla 8. Evaluación de las especies de *Brahea* frente a los ejemplares del área de estudio

Taxón	Distribución incluye Morelos	Evidencia documentada en Morelos	Correspondencia con ejemplares estudiados	Resultado
B. aculeata	No	No	No evaluable como especie local	Descartada por distribución
B. armata	No	No	No	Descartada por distribución
B. berlandieri	No	No	Taxonómicamente incluido en *B. dulcis*	No constituye especie independiente
B. brandegeei	No	No	No	Descartada por

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Taxón	Distribución incluye Morelos	Evidencia documentada en Morelos	Correspondencia con ejemplares estudiados	Resultado
				distribución
B. decumbens	No	No	No	Descartada por distribución
B. dulcis	Sí	Sí	Sí	IDENTIFICACIÓN POSITIVA
B. edulis	No	No	No	Descartada por distribución
B. elegans	No	No	No	Descartada por distribución
B. moorei	No	No	No	Descartada por distribución
B. nitida / *B. calcarea*	No	No	No	Descartada por distribución
B. pimo	No	No	No	Descartada por distribución
B. salvadorensis	No	No	No	Descartada por distribución
B. sarukhanii	No	No	No	Descartada por distribución

Anexo 9. Sinonimia histórica y nomenclatural de *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.

Tabla 9. Sinonimia histórica y nomenclatural de *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.

No.	Nombre científico histórico	Autoridad	Rango / condición	Publicación original o referencia nomenclatural	Relación con *B. dulcis*	Situación actual
1	*Corypha dulcis*	Kunth	Especie; basónimo	*Nova Genera et Species Plantarum* 1: 300 (1816)	Nombre original bajo el cual fue descrita la especie	Basónimo de *Brahea dulcis*
2	*Brahea dulcis*	(Kunth) Mart.	Especie; combinación nomenclatural	*Historia Naturalis Palmarum* 3: 244 (1838)	Transferencia de *Corypha dulcis* al género *Brahea*	Nombre aceptado
3	*Corypha frigida*	Mohl ex Mart.	Especie	*Historia Naturalis Palmarum* 3: 244 (1839)	Nombre posteriormente asociado a *B. dulcis*	Sinónimo de *B. dulcis*

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Nombre científico histórico	Autoridad	Rango / condición	Publicación original o referencia nomenclatural	Relación con *B. dulcis*	Situación actual
4	*Brahea frigida*	Devansaye	Especie	*Revue Horticole* 47: 32 (1875), *pro syn.*	Nombre publicado posteriormente como sinónimo	Sinónimo de *B. dulcis*
5	*Brahea edulis* var. *montereyensis*	Becc.	Variedad	*Webbia* 2: 99 (1907)	Nombre que posteriormente fue transferido dentro de *B. dulcis*	Sinónimo de *B. dulcis*
6	*Brahea dulcis* var. *montereyensis*	(Becc.) Becc.	Variedad	*Annals of the Royal Botanic Gardens, Calcutta* 13: 403 (1931)	Combinación derivada de *B. edulis* var. *montereyensis*	Sinónimo de *B. dulcis*
7	*Brahea conzattii*	Bartlett	Especie	*Publication of the Carnegie Institution of Washington* 461: 30 (1935)	Taxón históricamente reconocido de manera independiente	Sinónimo de *B. dulcis*
8	*Brahea berlandieri*	Bartlett	Especie	*Publication of the Carnegie Institution of Washington* 461: 31 (1935)	Taxón históricamente reconocido como especie	Sinónimo de *B. dulcis*
9	*Brahea schippii*	Burret	Especie	*Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem* 12: 304 (1935)	Nombre posteriormente transferido a otro género y finalmente relacionado con *B. dulcis*	Sinónimo de *B. dulcis*
10	*Acoelorraphe schippii*	(Burret) Dahlgren	Especie; nueva combinación	*Publication of the Field Museum of*	Combinación de *B. schippii*	Sinónimo de *B. dulcis*

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Nombre científico histórico	Autoridad	Rango / condición	Publicación original o referencia nomenclatural	Relación con *B. dulcis*	Situación actual
				Natural History, Botanical Series 14: 9 (1936)		
11	*Brahea dulcis f. humilis*	Miranda	Forma	*Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 12: 590 (1941)	Forma infraespecífica incluida posteriormente en la especie	Sinónimo de *B. dulcis*
12	*Brahea bella*	L. H. Bailey	Especie	*Gentes Herbarum* 6: 194 (1943)	Taxón descrito como entidad específica	Sinónimo de *B. dulcis*
13	*Copernicia depressa*	Liebm. ex Dalgren	Especie	*Publication of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* 14: t. 170 (1959)	Nombre relacionado posteriormente con *B. dulcis*	Sinónimo; publicado como *nom. nud.* según POWO
14	*Livistona occidentalis*	Hook. f.	Especie	*Report on the Progress and Condition of the Royal Gardens at Kew* 1882: 64 (1884)	Nombre históricamente asociado al taxón	Sinónimo de *B. dulcis*
15	*Thrinax tunica*	Hook. f.	Especie	*Report on the Progress and Condition of the Royal Gardens at Kew* 1882: 64	Nombre históricamente asociado al taxón	Sinónimo de *B. dulcis*

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Nombre científico histórico	Autoridad	Rango / condición	Publicación original o referencia nomenclatural	Relación con *B. dulcis*	Situación actual
				(1884)		

Anexo 10. Evidencia documental de Brahea dulcis (Kunth) Mart. en Morelos

Tabla 10. Evidencia documental de la presencia de *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. en Morelos.

No.	Fuente / institución	Tipo de evidencia	Localidad o ámbito geográfico	Registro o información documentada	Valor probatorio para el dictamen
1	**Herbario Nacional de México (MEXU)**	Ejemplares de herbario	Miacatlán	Faustino Miranda, 1941; identificado como *Brahea dulcis* f. *humilis* Miranda	**Muy alto.** Constituye evidencia primaria de presencia histórica de *Brahea* en Morelos. El nombre infraespecífico utilizado originalmente debe interpretarse conforme a la sinonimia actual de *B. dulcis*.
2	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Cañón de Lobos	Faustino Miranda, 1941; *B. dulcis* f. *humilis* Miranda	**Muy alto.** Confirma presencia histórica en el centro-norte de Morelos.
3	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Amatitlán	Faustino Miranda, 1942; *B. dulcis* f. *humilis* Miranda	**Muy alto.** Constituye otro registro histórico independiente para Morelos.
4	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Camino Cuautla–Colapa	José Vázquez, 1968; *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.	**Muy alto.** El ejemplar ya fue identificado directamente con el nombre actualmente aceptado.
5	**MEXU**	Ejemplar de herbario	El Mogote	José Vázquez, 1969; *B. dulcis*	**Muy alto.** Evidencia primaria de presencia en otra localidad del estado.
6	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Entrada del Cañón de	Alfredo Pérez, 1971; *B. dulcis*	**Muy alto.** Confirma la presencia en el

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Fuente / institución	Tipo de evidencia	Localidad o ámbito geográfico	Registro o información documentada	Valor probatorio para el dictamen
			Lobos, entre Cuernavaca y Yautepec		corredor Cuernavaca–Yautepec.
7	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Cerro del fraccionamiento San Gaspar, Jiutepec	Domitila Martínez, 1986; *B. dulcis*	**Muy alto.** Particularmente relevante porque el material de Jiutepec constituye además una población de referencia para la comparación morfométrica realizada en el estudio.
8	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Cañón de Lobos, aproximadamente 15 km al E de Cuernavaca, carretera a Cuautla	A. Bonfil, 1986; *B. dulcis*	**Muy alto.** Constituye evidencia independiente y posterior que confirma la permanencia del registro en la localidad.
9	**MEXU**	Ejemplar de herbario	Miacatlán, Cerro La Bodega	Esteban Martínez, 2003; *B. dulcis*	**Muy alto.** Confirma el registro histórico de Miacatlán mediante material posterior.
10	**CONABIO / base de datos de colectas del estado de Morelos depositadas en HUMO**	Base de datos derivada de ejemplares de herbario	Estado de Morelos	La base sistematiza colectas realizadas dentro de Morelos y depositadas en el Herbario HUMO; la versión referida en el expediente comprende 6,016 registros	**Muy alto.** Es evidencia documental basada en especímenes, no simplemente una estimación cartográfica de distribución.
11	**CONABIO**	Registro fotográfico/documental	Cuautla	Registro identificado como *Brahea dulcis*, estado de Morelos, localidad Cuautla; atribuido a Jerzy Rzedowski	**Alto.** Constituye evidencia independiente de presencia en el oriente del estado.
12	**Bonilla-**	Catálogo florístico	Estado de	*B. dulcis*	**Alto.** Es una fuente

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Fuente / institución	Tipo de evidencia	Localidad o ámbito geográfico	Registro o información documentada	Valor probatorio para el dictamen
	Barbosa & Villaseñor (2003)	estatal	Morelos	incluida en la flora vascular del estado	específicamente dedicada a la flora de Morelos y, por tanto, independiente de una simple extrapolación de la distribución nacional.
13	**Villaseñor (2016)**	Catálogo nacional de plantas vasculares	Estado de Morelos	*B. dulcis* aparece expresamente con la abreviatura **MOR**; la especie se registra en numerosos estados mexicanos, incluido Morelos	**Alto.** Confirma la presencia estatal dentro de un tratamiento florístico nacional estandarizado.
14	**Flores Franco et al. (2024)**	Inventario florístico / estudio de área natural protegida	Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla	El apéndice florístico registra **Arecaceae 1/1,** ***Brahea dulcis*** **(Kunth) Mart.**, respaldada por el ejemplar **C. Betancourt V. 92 (HUMO)**	**Muy alto.** Es evidencia actual, respaldada por ejemplar de herbario, de presencia en el sur de Morelos.
15	**Galindo Becerril & Fernández Nava (2002)**	Inventario florístico municipal	Amacuzac	El inventario registra *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. como representante de Arecaceae y no registra otra especie de *Brahea*	**Alto.** Especialmente relevante por cubrir el suroeste de Morelos, próximo a Guerrero.
16	**Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Temixco**	Documento oficial de ordenamiento ecológico	Temixco	Identifica palmares dominados por *B. dulcis* entre aproximadamente 1,200–1,500 m, sobre laderas calizas dentro de selva baja caducifolia	**Alto.** Aporta evidencia ecológica y territorial, además de confirmar el uso del nombre de la especie en un instrumento oficial estatal/municipal.
17	**INEGI**	Información de vegetación	Estado de Morelos	*Brahea dulcis* aparece entre las especies	**Medio-alto.** Es evidencia ecológica y de distribución,

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Fuente / institución	Tipo de evidencia	Localidad o ámbito geográfico	Registro o información documentada	Valor probatorio para el dictamen
				representativas de la selva baja caducifolia de Morelos	aunque no sustituye la evidencia de ejemplares de herbario.
18	**Bravo-Avilez et al. (2025)**	Literatura científica reciente	México	Reconoce a Morelos dentro del área de distribución mexicana de *B. dulcis*	**Medio-alto.** Es evidencia bibliográfica independiente que coincide con los registros florísticos y de herbario.
19	**Pérez-Valladares et al. (2020)**	Literatura ecológica, cultural y geográfica	México central y meridional	Reconoce la amplia distribución mexicana de *B. dulcis* y analiza su presencia en México central y meridional	**Medio.** Refuerza la congruencia biogeográfica, pero constituye evidencia secundaria.

Anexo 10.1. Síntesis de la evidencia

La evidencia puede agruparse en cuatro niveles, en la siguiente tabla se presentan las evidencias que metodológicamente pueden ser consideradas como las más relevantes para el dictamen:

Tabla 11. Síntesis de los niveles de evidencia documental de *Brahea dulcis* en Morelos

Nivel de evidencia	Fuentes disponibles	Qué demuestra	Importancia
I. Evidencia primaria directa	MEXU, HUMO/CONABIO, ejemplar C. Betancourt V. 92 (HUMO), registros de colecta y fotografía de CONABIO	Existencia de ejemplares o registros concretos de *B. dulcis* dentro de Morelos	**Máxima**
II. Evidencia florística estatal y regional	Bonilla-Barbosa & Villaseñor (2003); Flores Franco et al. (2024); Galindo Becerril & Fernández Nava (2002)	Presencia de *B. dulcis* en diferentes regiones del estado y en comunidades vegetales estudiadas florísticamente	**Muy alta**
III. Evidencia de síntesis biogeográfica	Villaseñor (2016); revisiones recientes de *Brahea*	Inclusión de Morelos dentro de la distribución conocida de *B. dulcis*	**Alta**
IV. Evidencia ecológica y territorial	INEGI; Programa de Ordenamiento Ecológico de Temixco; literatura ecológica y etnobotánica	Congruencia entre la presencia de la especie, su hábitat y la vegetación de Morelos	**Complementaria**

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

La presencia de *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. en el estado de Morelos y en la región del Balsas está respaldada por evidencia procedente de herbarios, literatura botánica especializada, tesis académicas, inventarios florísticos y proyectos de investigación científica.

*Brahea dulci*s, comúnmente denominada "palma dulce", es una especie ampliamente distribuida en México y asociada principalmente con ambientes estacionalmente secos, incluyendo selva baja caducifolia y otras comunidades secas o de transición. En la evaluación citada por Quero y López-Toledo (2015), la especie se encuentra en la categoría de Preocupación Menor (Least Concern, LC) de la UICN.

En relación con la evidencia documentada para el estado de Morelos, se distinguen varias líneas independientes. Existen ejemplares preservados y registros curatoriales de SNIB/CONABIO, MEXU y HUMO, entre ellos el ejemplar C. Betancourt V. 92. La tesis profesional de García-Lara (2013) documenta B. dulcis en la Reserva Estatal Sierra Monte Negro y describe palmares y ocurrencias en Jiutepec y Emiliano Zapata. Finalmente, el sitio Las Palmas, en Tlaltizapán de Zapata, aporta una población examinada directamente mediante 12 hojas procedentes de cuatro individuos maduros, además de registro fotográfico y material botánico.

Para la corroboración morfométrica se utilizaron como referencia dos poblaciones alopátridas previamente estudiadas por el Dr. Ramírez: Jiutepec, Morelos (RR 2485–2507; 100 hojas), y San Juan Teocalcingo, Guerrero (RR 2580–2599; 101 hojas), vinculadas a la investigación doctoral y a Ramírez-Rodríguez et al. (2011). La comparación se utiliza para evaluar compatibilidad con la variación de *B. dulcis* y no para asignar Las Palmas a una población geográfica específica.

La interpretación conjunta muestra que la presencia de B. dulcis en Morelos se encuentra ampliamente respaldada por ejemplares de herbario determinados por especialistas, catálogos e inventarios florísticos, estudios científicos y tesis académicas. Las Palmas se ubica dentro de un contexto regional donde la especie está documentada y sus mediciones foliares son

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

compatibles con las poblaciones alopátridas de referencia de Jiutepec y San Juan Teocalcingo. Esta evidencia biogeográfica se considera corroborativa y se integra con la evidencia morfológica, morfométrica y nomenclatural para sustentar la identificación taxonómica.

Entre las fuentes de evidencia se incluyen colecciones de herbario y bases curatoriales (SNIB/CONABIO, HUMO, MEXU y otras), literatura taxonómica y florística, la tesis de García-Lara (2013), el estudio de hibridación de Ramírez-Rodríguez et al. (2011), la tesis doctoral del Dr. Ramírez, trabajos de Hermilo J. Quero y colaboradores, y el Proyecto CONABIO L216 “El complejo *Brahea-Erythea*”.

A manera de síntesis, la distribución documentada puede representarse mediante una figura regional que distinga claramente: (i) registros curatoriales y florísticos de B. dulcis en Morelos; (ii) la evidencia de Sierra Monte Negro; (iii) el sitio Las Palmas; (iv) la población alopátrida de referencia de Jiutepec; y (v) la población de referencia de San Juan Teocalcingo, Guerrero. La figura debe interpretarse como síntesis de evidencia documentada y no como delimitación exhaustiva o normativa del rango de distribución de la especie



[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Anexo 10.2. Material base obtenido de colecciones y bibliotecas virtuales

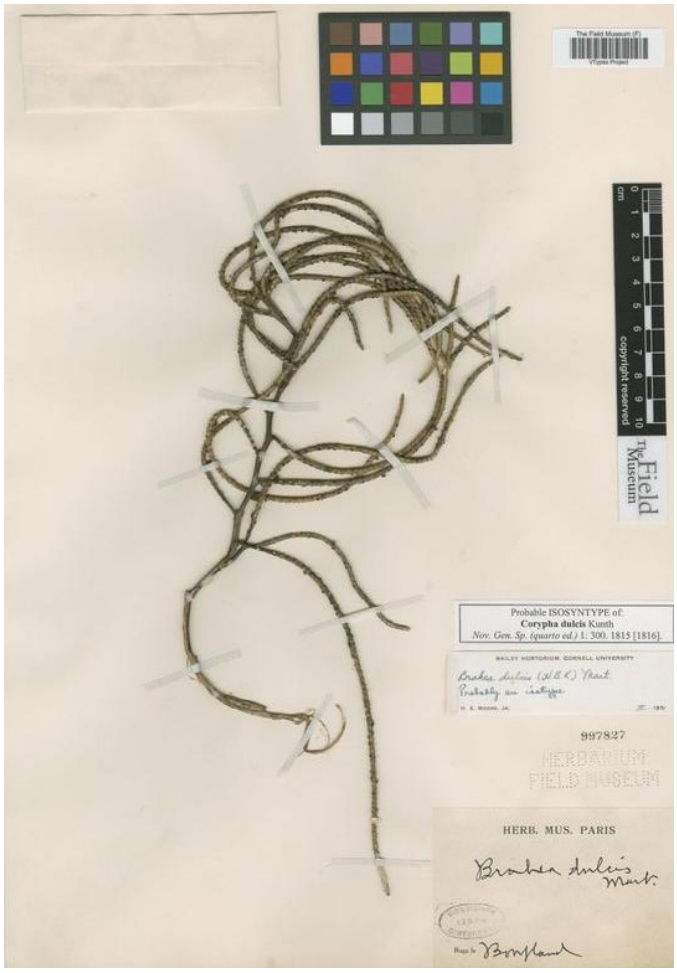


Figura 12. Ejemplar tipo y descripción original de *Brahea dulcis*, clasificada en su momento como *Corypha dulcis.*

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Stamina sex, vix exserta. Filamenta basi dilatata et in urceolum connata, apice subulata, libera; urceolo truncato, calyci interiori adhærente. Antheræ ovatæ. Ovaria tria, connata. Styli tres, connati. Stigma indivisum. Bacca olivæformis, calyce cincta, unilocularis, monosperma.

Florum structura in specimine sicco a me observata est. An forte Chamæropis species?

6. CORYPHA DULCIS. †

C. inermis; frondibus flabellato-multipartitis, plicatis, concoloribus; laciniis filo interjecto; stipite margine spinoso, lanato.

Palma dulce vel Soyale *incolarum*.

Crescit in temperatis Novæ Hispaniæ prope La Moxonera et Alto de las Caxas (Quercubus et Pinis intermixta); item juxta Chilpantzingo et Masatlan, alt. 500—720 *hexap.* ♄ *Floret Aprili.*

Caudex in alta planitie Chilpantzingensi octo- aut octodecimpedalis, diametro sex- aut octopollicari, inermis; in calidioribus inter Acaguisotla et Zumpango caudex fere nullus. Frondes flabellato-multipartitæ, plicatæ, concolores; laciniis bifidis, filo interjecto. Stipes semiteres, margine spinosus, interne lana alba, caduca obductus. Spadices ramosissimi, sex- aut octopedales, penduli, omnes hermaphroditi; ramis alternis, cano-tomentosis; ramulis incrassatis, teretibus, spicæformibus, tri- aut quadripollicaribus, dense cano-tomentosis; inferioribus geminis. Flores minuti, ramulis semiimmersi. Calyx duplex, uterque externe pubescens; exterior suburceolatus, trifidus; laciniis obtusis, apice scariosis et purpurascentibus; interior tripartitus, exteriore triplo longior; laciniis ovato-oblongis, acutis, patentibus. Stamina sex, inclusa. Filamenta basi in urceolum connata, apice libera; urceolo truncato, calyci interiori adnato. Antheræ ovatæ. Ovaria tria, connata. Styli tres, connati. Stigma indivisum. Drupa succulenta, globosa, flava, edulis, magnitudine fructus Jacquineæ armillaris; nuce ovata, utrinque acuta, alba, durissima.

Lignum, ut in *Palma de Sombrero*, durissimum, ponderosissimum, ad domus exstruendas aptissimum: frondes ad tegetes (*exteras*) texendas.

Descriptio floris a me juxta plantam siccam facta est. An vere hujus generis?

CHAMÆROPS. Linn.

Flores hermaphroditi et masculi in distinctis plantis. Calyx duplex, uterque tripartitus. Stamina sex. Filamenta cohærentia. Ovaria tria. Styli tres. Stigma indivisum. Baccæ tres, uniloculares. Endospermum ruminatum. Embryo lateralis.

Frondes profunde palmatæ aut digitatæ. Spadix ramosus.

1. CHAMÆROPS Mocini. †

C. frondibus palmato-multipartitis, plicatis; stipite inermi.

Crescit in littore Mexicano Oceani Pacifici juxta portum Acapulci. ♄ *Floret Aprili.*

Caudex suboctoorgyalis. Frondes palmato-multipartitæ, plicatæ, supra viridis, subtus pallidiores.

https://www.biodiversitylibrary.org/page/4797#page/363/mode/1up

(TRADUCCIÓN)

6. CORYPHA DULCIS. †

C. inermis; frondibus flabellato-multipartitis, plicatis, concoloribus; laciniis filo interjecto; stipite margine spinoso, lanato.

> Corypha sin espinas; con las hojas palmadas, profundamente divididas en numerosos segmentos, plegadas y de color uniforme; con los segmentos atravesados por un filamento; pecíolo [estípite] con el margen espinoso y lanoso.

Palma dulce vel Soyate incolarum.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Palma dulce o “Soyate”, según los habitantes [nombre utilizado por los pobladores].

Crescit in temperatis Novae Hispaniae prope La Moronera et Alto de las Caras (Quercubus et Pinis intermixta); item juxta Chilpantzingo et Mazatlan, alt. 500–720 hexap. Floret Aprilis.

Crece en las regiones templadas de la Nueva España, cerca de La Moronera y Alto de las Caras, mezclada con encinos y pinos; asimismo, junto a Chilpancingo y Mazatlán, a una altitud de 500–720 [unidades indicadas en el original como “hexap.”]. Florece en abril.

Caudex in alta planitie Chilpantzincensi octo- aut octodecim-pedalis, diametro sex- aut octopollucari, inermis; in calidioribus inter Acaguisola et Zumpango caudex fere nullus.

El tronco, en la elevada planicie de Chilpancingo, alcanza de ocho a dieciocho pies de altura, con un diámetro de seis a ocho pulgadas, y es inerme [sin espinas]; en las regiones más cálidas, entre Acagüisola y Zumpango, el tronco es casi inexistente.

Frondes flabellato-multipartitae, plicatae, concolores; laciniis bifidis, filo interjecto.

Las hojas son palmadas y divididas en numerosos segmentos, plegadas y de color uniforme; los segmentos son bífidos y están atravesados por un filamento.

Stipes semiteres, margine spinosus, interne lana alba, caduca obductus.

El pecíolo es semicilíndrico, con el margen espinoso, y por su parte interna está cubierto de una lana blanca que se desprende.

Spadices ramosissimi, sex- aut octopedales, penduli, omnes hermaphroditi; ramis alternis, cano-tomentosis; ramulis incrassatis, teretibus, spiciformibus, tri- aut quadripollicaribus, dense cano-tomentosis; inferioribus geminis.

Las inflorescencias son muy ramificadas, de seis a ocho pies de longitud, péndulas, todas con flores hermafroditas; las ramas son alternas y cubiertas de un tomento grisáceo; las ramillas son engrosadas, cilíndricas, en forma de espiga, de tres a cuatro pulgadas de longitud y densamente cubiertas de tomento grisáceo; las inferiores aparecen por pares.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Flores minuti, ramulis semimmersis.

Las flores son pequeñas, semihundidas en las ramillas.

Calyx duplex, uterque externe pubescens; exterior suburceolatus, trifidus; laciniis obtusis, apice scariosis et purpurascentibus; interior tripartitus, exteriore triplo longior; laciniis ovato-oblongis, acutis, patentibus.

Cáliz doble, ambos externamente pubescentes; el exterior es casi urceolado y trífido, con los segmentos obtusos, de ápices escariosos y que se vuelven purpúreos; el interior está dividido en tres partes, siendo tres veces más largo que el exterior; sus segmentos son ovado-oblongos, agudos y extendidos.

Stamina sex, inclusa.

Estambres seis, incluidos [no sobresalientes del perianto].

Filamenta basi in urceolum connata, apice libera; urceolo truncato, calyci interiori adnato.

Los filamentos están unidos en la base formando una estructura urceolada, pero libres en el ápice; dicha estructura es truncada y está adherida al cáliz interior.

Antherae ovatae.

Anteras ovadas.

Ovaria tria, connata.

Tres ovarios, unidos entre sí.

Styli tres, connati.

Tres estilos, unidos entre sí.

Stigma indivisum.

Estigma indiviso.

Drupa succulenta, globosa, flava, edulis, magnitudine fructus Jacquiniae armillaris; nuce ovata, utrinque acuta, alba, durissima.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Drupa suculenta, globosa, amarilla y comestible, del tamaño del fruto de *Jacquinia armillaris*; con la nuez [semilla/endocarpo] ovada, aguda en ambos extremos, blanca y muy dura.

Usos de la especie

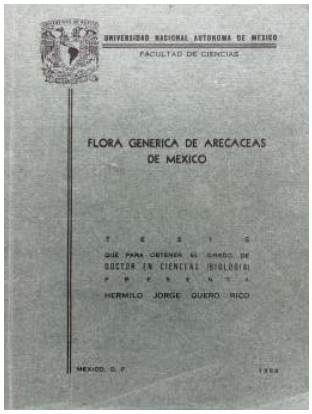
Lignum, ut in Palma de Sombrero, durissimum, ponderosissimum, ad domus extruendas aptissimum: frondes ad tegetes (estera) texendas.

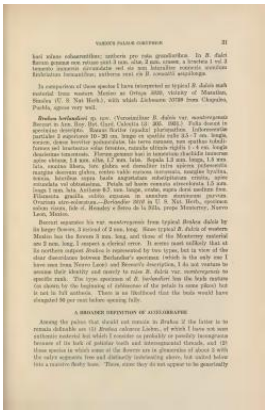
La madera, como en la "Palma de Sombrero", es muy dura y muy pesada, y sumamente apropiada para la construcción de casas; las hojas se utilizan para tejer esteras.

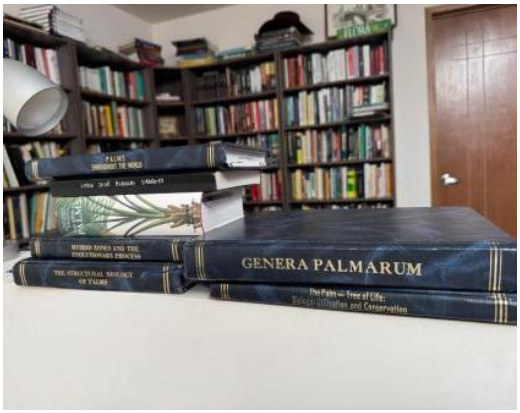
Descriptio floris a me juxta plantam siccam facta est. An vere hujus generis?

La descripción de la flor fue hecha por mí a partir de una planta seca. ¿Es realmente de este género? (esto es una nota del autor de la descripción)

Anexo 11. Referencias bibliográficas y documentales


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
FLORA GENERICA DE ARECACEAS DE MEXICO
T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS
P R E S E N T A
HERMILO JORGE QUERO RICO
MEXICO, D. F.





16. Referencias consultadas

I. Fuentes nomenclaturales primarias

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Bartlett, H. H. (1935). *Brahea berlandieri* Bartlett. *Publications of the Carnegie Institution of Washington, 461*, 31. https://www.biodiversitylibrary.org/item/332193#page/71/mode/1up

Bartlett, H. H. (1935). *Brahea conzattii* Bartlett. *Publications of the Carnegie Institution of Washington, 461*, 30.

Bailey, L. H. (1943). *Brahea bella*. *Gentes Herbarum, 6*, 194–195.

Beccari, O. (1907). *Brahea edulis* var. *montereyensis*. *Webbia, 2*, 99.

Beccari, O. (1931). *Brahea dulcis* var. *montereyensis* (Becc.) Becc. *Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta, 13*, 403.

Humboldt, A. von, Bonpland, A., & Kunth, C. S. (1816). *Corypha dulcis* Kunth. En *Nova genera et species plantarum* (Vol. 1, p. 300). Paris.

Martius, C. F. P. von. (1838). *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. En *Historia naturalis palmarum* (Vol. 3, p. 244, láms. 137, 162). Leipzig.

Corypha dulcis Kunth (1816) → Brahea dulcis (Kunth) Mart. (1838), a la que posteriormente se agregaron nombres que actualmente se consideran sinónimos, entre ellos *B. dulcis* var. *montereyensis*, *B. berlandieri*, *B. conzattii* y *B. bella*.

II. Tratamientos taxonómicos de *Brahea* y Arecaceae en México

Hodel, D. R. (2006). Beautiful *Brahea*. *The Palm Journal, 184*, 4–15.

Hodel, D. R. (2018). *The palms of Mexico*. The International Palm Society.

Quero, H. J. (1994). Arecaceae C. H. Schultz. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, 7*, 5–13. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

Quero, H. J. (2000). *El complejo Brahea-Erythea (Palmae: Coryphoideae)* (Proyecto L216). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Quero, H. J. (2004). Palmae. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes, 129*, 1–29.

Pulido-Silva, M. T., Quero, H., Hodel, D., & López-Toledo, L. (2023). Richness, endemism and floristic affinities of the palms of Mexico. *The Botanical Review, 89*, 250–274. https://doi.org/10.1007/s12229-022-09284-4

Vargas Añorve, J., Méndez Bahena, A., Casas, A., González Soberanis, C., & otros. (2025). Revisión del estado actual del conocimiento sobre el género *Brahea* Mart. en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 16*(88). https://doi.org/10.29298/rmcf.v16i88.1517

III. Evidencia morfológica, genética y biológica de *Brahea dulcis*

Pérez-Valladares, C. X., Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rangel-Landa, S., Blancas, J., Caballero, J., & Velázquez, A. (2020). Ecological, cultural, and geographical implications of *Brahea dulcis* (Kunth) Mart.: Insights for sustainable management in Mexico. *Sustainability, 12*(1), 412. https://doi.org/10.3390/su12010412

Pulido, M. T., & Coronel-Ortega, M. (2015). Ethnoecology of the palm *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. in central Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11*, Article 1. https://doi.org/10.1186/1746-4269-11-1

Ramírez-Rodríguez, R., Tovar-Sánchez, E., Jiménez-Ramírez, J., Vega-Frutis, K., & Rodríguez, V. (2011). Introgressive hybridization between *Brahea dulcis* and *Brahea nitida* (Arecaceae) in Mexico: Evidence from morphological and PCR–RAPD patterns. *Botany, 89*(8), 545–557. https://doi.org/10.1139/b11-043

Ramírez-Rodríguez, R., Mussali-Galante, P., Quero, H., & Tovar-Sánchez, E. (2012). Management and its relation to hybridization, clonality and genetic

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

structure of the Mexican palm *Brahea dulcis*. *Forest Ecology and Management, 285*, 92–100. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.055.

Ramírez Rodríguez, J. Rolando. (2012). Hibridación natural entre *Brahea dulcis* y *B. nitida* (Arecaceae) en México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. https://repositorio.unam.mx/contenidos/85377

Quero, H. J., & López-Toledo, L. (2015). Brahea dulcis. The IUCN Red List of Threatened Species 2015.

https://www.iucnredlist.org/species/55948562/55948580

IV. Fuentes florísticas y de distribución

Bonilla-Barbosa, J. R., & Villaseñor, J. L. (2003). Catálogo de la flora del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. 129 pp. ISBN 968-878-116-7.

Bravo-Avilez, D., Pulido-Silva, M. T., & Osorno-Sánchez, T. G. (2025). Palma soyate: *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. Etnobiología, 23(Suplemento), 108–112.

Flores Franco, G., Rangel Altamirano, M. G., Wehncke Rodríguez, E. V., Bonilla Barbosa, J., Cruz Durán, R., & Valencia-A., S. (2024). Flora nativa y vegetación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Acta Botanica Mexicana, 131, e2388.

https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2388

Galindo Becerril, G., & Fernández Nava, R. (2002). Inventario florístico del municipio de Amacuzac, Morelos, México. Polibotánica, 13, 107–135. https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/663.

García-Lara, F. (2013). Inventario de especies leñosas de la Sierra Monte Negro en los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata, Morelos. Tesis

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

profesional para obtener el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad, 87*(3), 559–902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1.ª ed. digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Rzedowski, J., & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). (1991–2005). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Instituto de Ecología, A. C.

Pulido-Silva, M. T., Quero, H., Hodel, D., & López-Toledo, L. (2023). Richness, endemism and floristic affinities of the palms of Mexico. *The Botanical Review, 89*, 250–274. https://doi.org/10.1007/s12229-022-09284-4

V. Fuentes documentales de ejemplares y registros de distribución

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (s. f.). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB): Registros de especies de flora y fauna de México*. CONABIO.

Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). *Brahea dulcis* (Kunth) Mart., 1838. Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME), Sección Pteridofitas y Fanerógamas.

Global Biodiversity Information Facility. (GBIF). (s. f.). *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. GBIF Secretariat.

Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. *Plants of the World Online*.

Duno de Stefano, R., & Stauffer, F. W. (2024). *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. *eFloraMex: Flora de México en línea*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

VI. Código Internacional de nomenclatura botánica

Turland, N. J., et al. (Eds.). (2025). International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Madrid Code). Regnum Vegetabile 162. International Association for Plant Taxonomy.

Responsable del contenido de este dictamen:

[redacted] _____

Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

DOCUMENTACIÓN JURÍDICA TESTADA EN ESTA VERSIÓN PÚBLICA

La documentación notarial de acreditación de representación se conserva íntegra en el expediente de ingreso. En la copia destinada a consulta pública se suprime su contenido por incluir datos personales, firmas y otros datos de identificación de personas físicas. Esta supresión no modifica el contenido técnico-ambiental de la MIA-P.

VERSIÓN PÚBLICA

ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

AUTORIZACIÓN DE USO DE ÁREA RECEPTORA Y COMPROMISO DE EXCLUSIÓN DE PASTOREO

Ciudad de México, a 18 de septiembre de 2026

GRUPO REPH DE MORELOS, S.A.P.I. DE C.V.
Presente.

Asunto: Autorización para el uso de polígono receptor de 4.50 ha - Proyecto Las Palmas.

Quien suscribe, **Edmundo José Laporte Ramírez**, en mi carácter de apoderado de **ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.**, con facultades para actos de administración, personalidad que acredito mediante Escritura Pública número **75,107**, de fecha 26 de noviembre de 2025, otorgada ante la fe del Lic. José Luis Villavicencio Castañeda, Notario Público número 218 de la Ciudad de México, manifiesto lo siguiente:

ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V., en su carácter de poseedora de la superficie descrita en la presente, **AUTORIZA** de manera expresa a **GRUPO REPH DE MORELOS, S.A.P.I. DE C.V.** para ingresar, ocupar y utilizar el polígono receptor propuesto asociado al Proyecto Las Palmas, con una superficie horizontal de **45,000.00 m² (4.5000 ha)**, exclusivamente para la ejecución de las medidas ambientales y forestales previstas en sus instrumentos de evaluación y gestión ambiental y forestal, incluyendo actividades de rescate y reubicación de flora, reforestación, restauración, establecimiento de vegetación, conservación de suelo y agua, mantenimiento, reposición, monitoreo y seguimiento.

Delimitación del polígono autorizado. Las coordenadas se expresan en WGS84 / UTM Zona 14 Norte (EPSG:32614), en metros:

Vértice	Este (m)	Norte (m)
1	490,942	2,060,675
2	491,092	2,060,675
3	491,092	2,060,375
4	490,942	2,060,375

Alcance de la autorización. La autorización comprende el acceso del personal de la promovente, su responsable técnico forestal, especialistas, contratistas y personal de apoyo que resulte necesario para ejecutar, mantener y verificar las medidas descritas. La autorización se mantendrá vigente durante el periodo necesario para el establecimiento, mantenimiento, reposición y monitoreo comprometido en los instrumentos aplicables.

Compromiso de exclusión de pastoreo. ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V. se compromete a mantener excluido el pastoreo dentro del polígono receptor de 4.50 ha durante el periodo de preparación, establecimiento, mantenimiento y monitoreo de las acciones de rescate, reubicación, reforestación y restauración, y mientras subsista riesgo de daño a los organismos establecidos. Para ello se mantendrá el control de acceso de ganado y, según las condiciones del sitio, se utilizarán o rehabilitarán cercos existentes, delimitaciones temporales y/o protecciones individuales, así como señalización y vigilancia periódica de la efectividad de la exclusión.

Condiciones de uso. La presente autorización no implica transmisión de dominio, cesión de derechos reales ni modificación de la situación de tenencia o posesión del inmueble. Su objeto se limita a permitir el uso ambiental y forestal descrito, con sujeción a las autorizaciones que emitan las autoridades competentes y a las medidas y condiciones contenidas en los instrumentos aplicables.

Se expide la presente para los efectos legales, técnicos y administrativos a que haya lugar, incluida su incorporación al expediente ambiental y forestal del Proyecto Las Palmas.

VERSIÓN PÚBLICA

Edmundo José Laporte Ramírez
Apoderado de ASCP DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

VERSIÓN PÚBLICA