



Capítulo 4

Experimentación forense: la historia de un proyecto

COBUPEJ

Contribución arbitrada

En México, desde hace años ha ido en aumento el número de personas desaparecidas, resaltando los fenómenos de desapariciones forzadas y desapariciones cometidas por particulares, así como su relación con la existencia de fosas clandestinas (Castro, 2021; González et al., 2019).

Para la localización de personas en escenarios post mortem, en el occidente del país, ha prevalecido el uso de técnicas tradicionales como el varillado e interpretación del paisaje (suelo removido, coloración del suelo, existencia de montículos o depresiones, cambio en la vegetación).

Sin embargo, ante el reconocimiento de los retos que la situación implica y desde el ámbito de la defensa de los derechos humanos, actores como la Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco (CEDHJ) solicitó en 2018, a las autoridades gubernamentales, la generación de “un sistema técnico de búsqueda de fosas clandestinas, considerando que los hallazgos [...] muestran patrones [...] y que existen condiciones físicas del territorio que permiten o no la existencia de ellas” (Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco, 2018, p. 183).

A inicios de 2023, luego del hallazgo de una fosa clandestina en el Bosque de la Primavera, al sur del área metropolitana de Guadalajara (AMG), la Dirección de Análisis y

Contexto de la Comisión de Búsqueda de Personas del Estado de Jalisco (COBUPEJ) comenzó un planteamiento descriptivo de elementos físicos y químicos del sitio, con el propósito de entender el comportamiento de éstos ante el proceso de descomposición humana.

A partir de entonces, y ante el aprendizaje de diversas investigaciones sobre inhumaciones ilegales que relacionan factores bioambientales, geoespaciales, socioeconómicos, fisicoquímicos, políticos, biológicos, geológicos, geográficos, entre otros, que intervienen en el tema (Ruiz et al., 2022), se proyectó la realización de una investigación interinstitucional que permitiera analizar distintos parámetros existentes en inhumaciones ilegales:

- Identificación genética.
- Vegetación.
- Entomología.
- Parámetros físicoquímicos del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, pH, humedad y temperatura).
- Resistividad eléctrica.
- Forma, tamaño y posición de la zona de experimentación (topografía).
- Análisis espectral.
- Susceptibilidad magnética y reflexión de ondas de radar (magnetometría y radar de penetración terrestre).

Así, dos espacios de experimentación se materializaron en instituciones del AMG.

Por una parte, en las instalaciones del Centro Universitario Tonalá (CUTonalá) de la Universidad de Guadalajara (UdeG) –localizado en la ciudad del mismo nombre– se consolidó físicamente un proyecto forense, constituyéndose el “Polígono 1”.

Ahora bien, en la Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara (UPZMG) sede Cajititlán, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, se destinó un área para la investigación del proceso inhumación para conformar el “Polígono 2”.

Junto a la creación de los polígonos se desarrolló una cartografía basada en la interpretación de las características geológicas¹, geomorfológicas², edafológicas³ y climáticas del AMG —incorporadas por su importancia para el hallazgo de inhumaciones clandestinas—, a partir del procesamiento de bases de datos e información vectorial.

A este ejercicio se le denominó como Análisis Geomorfoedafoclimatológico (GMEC)⁴.

El reto de definir la información de geomorfología implicó la división de la metrópoli en unidades de un kilómetro cuadrado. En total, se obtuvieron tres mil 461 cuadrantes en los que se implementaron los métodos de disección vertical y horizontal del relieve, los cuales funcionan para conocer la relación entre las pendientes del terreno y cómo drenan los escurrimientos en un área determinada.

Polígonos: a detalle

El Polígono 1 —de 14.58 m x 40.31m x 14.83m x 39.96m— está situado en las coordenadas 20°33'59"N, -103°13'42"O, al oriente del AMG. Se encuentra a mil 530 metros sobre el nivel del mar⁵.

Presenta suelo Vertisol, que se caracteriza por su alto contenido de arcilla, la cual retiene mucha agua y se expande al humedecerse. Y, por el contrario, al secarse, se contrae, por lo que es proclive a formar grietas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2004, p.20; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021c).

La fase física a la que corresponde el suelo se denomina como lítica profunda, lo cual se refiere a una capa de roca dura y continua, o bien, “a un conjunto de rocas abundantes que impiden la penetración de raíces” (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2004, p.7; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021c).

Aunado, tiene presencia de roca toba ígnea (Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021a; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021d). Ésta se forma

-
- 1 La Geología estudia la composición, estructura e historia de la Tierra; las rocas son una parte relevante en esta comprensión.
 - 2 La ciencia encargada del estudio de la superficie de la Tierra y sus alteraciones.
 - 3 La Edafología estudia la constitución y naturaleza del suelo.
 - 4 Se consideraron los límites oficiales del estado de Jalisco y sus municipios, establecidos de forma oficial en el Decreto 2687, del año 2012.
 - 5 El mar es una referencia que se toma para dimensionar la altura, debido a que es una superficie uniforme y estable.

con la compactación de cenizas volcánicas; es ligera, porosa y cuenta con la capacidad de absorber líquidos en su superficie⁶ (Hernández et al., 2010).

Predomina un clima templado subhúmedo (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2023): la temperatura media que se presentó durante el tiempo de experimentación fluctuó de los 18 a los 25 grados centígrados, mientras que, la precipitación promedio, fue de 50.63 milímetros (mm)⁷ (Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ, 2024)⁸.

Por su parte, el Polígono 2 se localiza en las coordenadas 20°26'24.37"N-103°18'29.22"O, al sur del AMG. En dicha parte de la ciudad —a una altura de mil 540 metros sobre el nivel del mar— también es característico el clima templado subhúmedo (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2023). La temperatura media anual que se registró, durante el proceso de investigación, fue de los 17 a los 23 grados centígrados. Y la precipitación promedio, de 40.6 milímetros (mm)⁹ (Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ, 2024).

El suelo es igualmente Vertisol pélico de textura fina (Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021c). En el componente geológico no se distingue una roca predominante, pero sí formaciones aluviales, es decir, constituidas por materiales transportados (Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021b; Instituto de Información Estadística y Geográfica 2021d).

El Polígono 2 presenta las siguientes dimensiones: 38.80m x 24.42m x 6.20m x 25.86m x 12.69m.

6 La toba es un material geológico constantemente identificado en sitios de inhumación clandestina. Las características que posee permiten un campo grande de documentación, ya que funciona como el material de una esponja, reteniendo líquidos que, a su vez, aportan información relevante.

7 Cada milímetro de precipitación puede entenderse como el espesor de líquido que se formaría al arrojar un litro de agua en una superficie de un metro cuadrado. Como referencia, la precipitación media anual de México es de 777 mm; la de Jalisco, es de 850 mm.

8 Considerando el periodo del 11 de mayo de 2023 al 26 de enero de 2024. Se conjuntó la información de datos abiertos de la Comisión Nacional del Agua, así como los registros de las instituciones educativas que albergan a los polígonos de estudio.

9 Tomando en cuenta el periodo del 7 de septiembre de 2023 al 15 de marzo de 2024. El proceso para la obtención de datos partió de las mismas fuentes que en el caso del Polígono 1.



La investigación, en marcha

Distribuidas entre ambos polígonos, se realizaron 32 fosas en las que se colocaron ejemplares porcinos.

Para el proyecto conjunto se utilizaron 27 cerdos de granja —provenientes de una donación realizada desde la región de Los Altos de Jalisco—, con un rango de edad de seis a ocho meses y un peso calculado entre los 40 y 65 kilogramos —cada uno—. Su alimentación fue una dieta líquida (leche) hasta cumplir su primer semestre de vida, posteriormente se les suministraron alimentos sólidos de alta calidad, así como vitaminas y minerales.

Los ejemplares fueron trasladados a las instalaciones del Rastro Público, donde se garantizó un tratamiento ético y normativo para que los animales tuvieran una muerte rápida, sin sufrimiento innecesario. Se utilizó el método de punción al miocardio y se conservaron los órganos, líquidos y sangre de los animales.

La primera inhumación se efectuó el 31 de mayo del año 2023. Se depositaron 14 de los porcinos, en un mismo número de fosas.

Los ejemplares se acondicionaron por pares, para replicar siete características recurrentes identificadas en cuerpos recuperados de escenas criminales (véase Tabla 1). A dos de los cuerpos se les cubrió con cal; a otros dos se les colocaron bolsas plásticas negras. Otro par fue cubierto con cobijas de algodón y poliéster; los cuerpos quemados se rociaron con gasolina y, para la inhumación de los ejemplares en reducción esquelética, se desprendió la piel con un instrumento tipo cuchillo.

La orientación de los cerdos fue en una sola posición: de sur a noreste.

Adicionalmente, se realizaron dos cavidades más que se dejaron completamente vacías, de manera que fungieran como puntos de control: es decir, para que la información que arrojaran, funcionase como un contraste respecto al comportamiento de las excavaciones con porcinos.

En total, se realizaron 16 fosas distribuidas en cuatro filas, separadas por un intervalo de 1.8 metros. Y, a su vez, cada línea de excavaciones espaciada entre sí, por una distancia de 3.92 metros (véase Figuras 1-3).

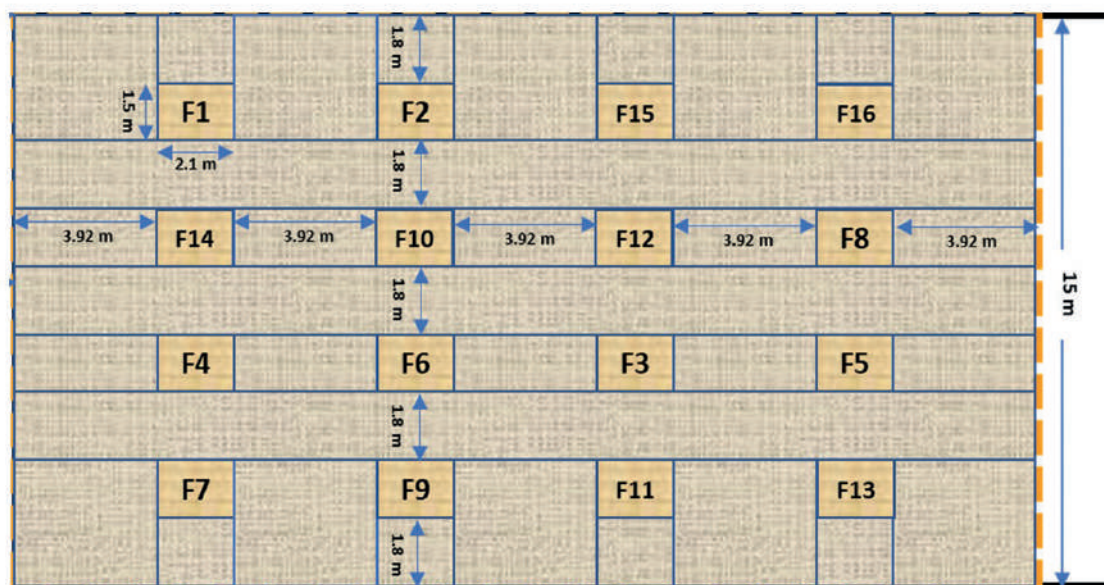
La mitad de las cavidades se realizó a una profundidad de 0.75 metros y, el resto, a 1.25 metros. Las dimensiones de cada una: 1.6 metros de ancho por 2.1 metros de largo.

Tabla 1. Tratamiento aplicado, profundidad e identificación de fosa por cada ejemplar en el Polígono 1

TRATAMIENTO DEL CUERPO	PROFUNDIDAD (m)	IDENTIFICACIÓN DE FOSA
SIN CUERPO	0.75	F1
SIN CUERPO	1.25	F2
CUERPO COMPLETO (CC)	0.75	F3
CUERPO COMPLETO (CC)	1.25	F4
CUERPO SECCIONADO (CS)	0.75	F5
CUERPO SECCIONADO (CS)	1.25	F6
CUERPO CON CAL (CL)	0.75	F7
CUERPO CON CAL (CL)	1.25	F8
CUERPO DENTRO DE BOLSA (CB)	0.75	F9
CUERPO DENTRO DE BOLSA (CB)	1.25	F10
CUERPO CON COBIJA (CJ)	0.75	F11
CUERPO CON COBIJA (CJ)	1.25	F12
CUERPO QUEMADO (CQ)	0.75	F13
CUERPO QUEMADO (CQ)	1.25	F14
REDUCCIÓN ESQUELÉTICA (RE)	0.75	F15
REDUCCIÓN ESQUELÉTICA (RE)	1.25	F16

Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 1. Distancia entre fosas del Polígono 1



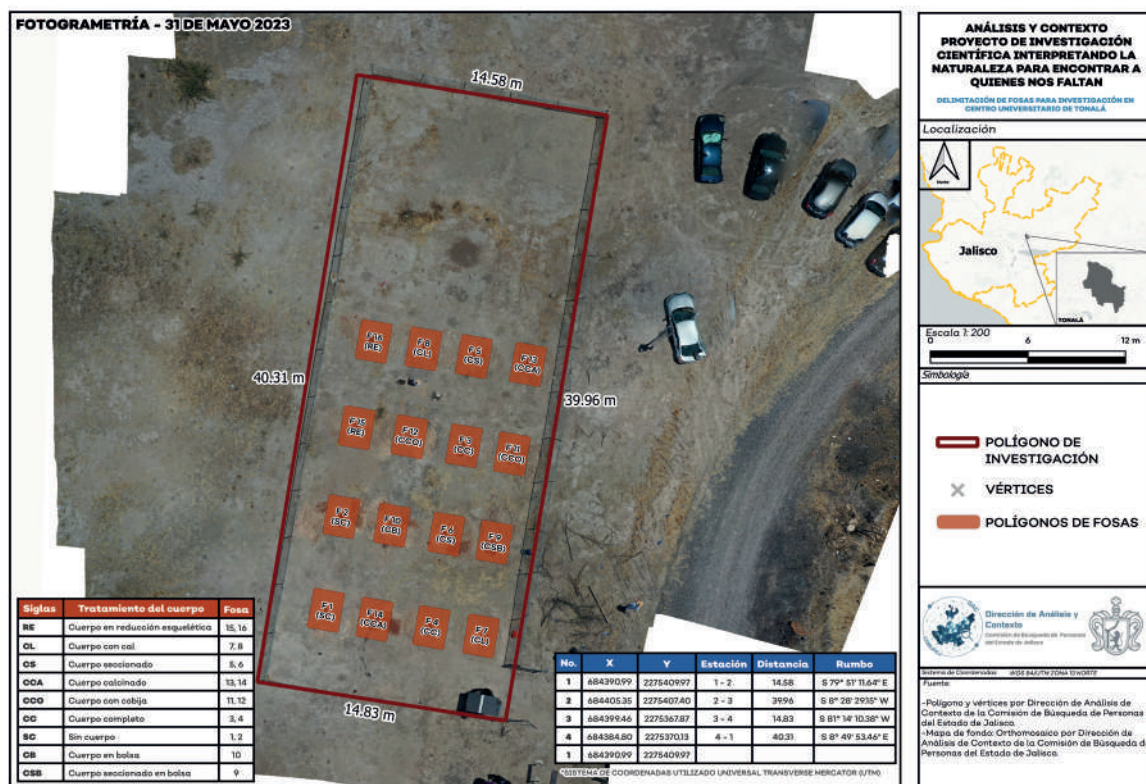
Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 2. Dimensiones en el Polígono 1



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 3. Distribución de fosas en el Polígono 1



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Antes y después de la primera inhumación se llevaron a cabo siete muestreos de los parámetros de estudio. Éstos se realizaron los días 11 y 22 de mayo, 26 de junio, 11 de agosto, 2 de octubre y 6 de noviembre de 2023; así como el 13 de febrero de 2024.

El 11 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la UPZMG, se creó el Polígono 2 para concretar las otras 16 fosas. Nuevamente, se apartaron dos oquedades para dejarlas vacías y, en las 14 restantes, se distribuyeron 13 cerdos.

A diferencia del espacio en CUTonalá, la investigación en Tlajomulco de Zúñiga se previó para replicar nuevas características: a dos de los cuerpos se le agregaron piedras; y, a dos más, se les colocó cemento (véase Tabla 2).

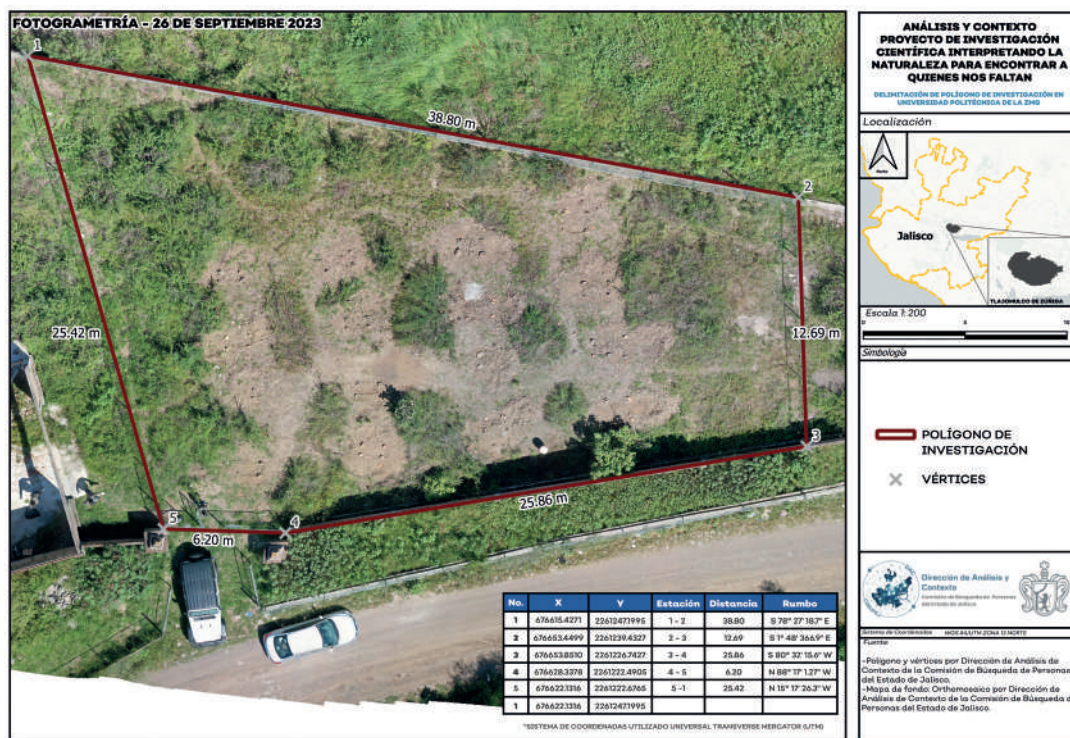
También, uno de los ejemplares previamente segmentado se distribuyó entre dos excavaciones —cuidando un parámetro estándar de 50 kilogramos por fosa—. Esto, para emular la experiencia de los hallazgos de víctimas en los que perpetradores se aseguran de fraccionar y dispersar fragmentos, de un mismo cuerpo, en diferentes ubicaciones (Martínez, 2018; Rodríguez, 2023) con el probable propósito de complejizar la identificación de las personas desaparecidas.¹⁰

10

De esta forma, un solo ejemplar ocupó dos fosas de las 16 fosas.

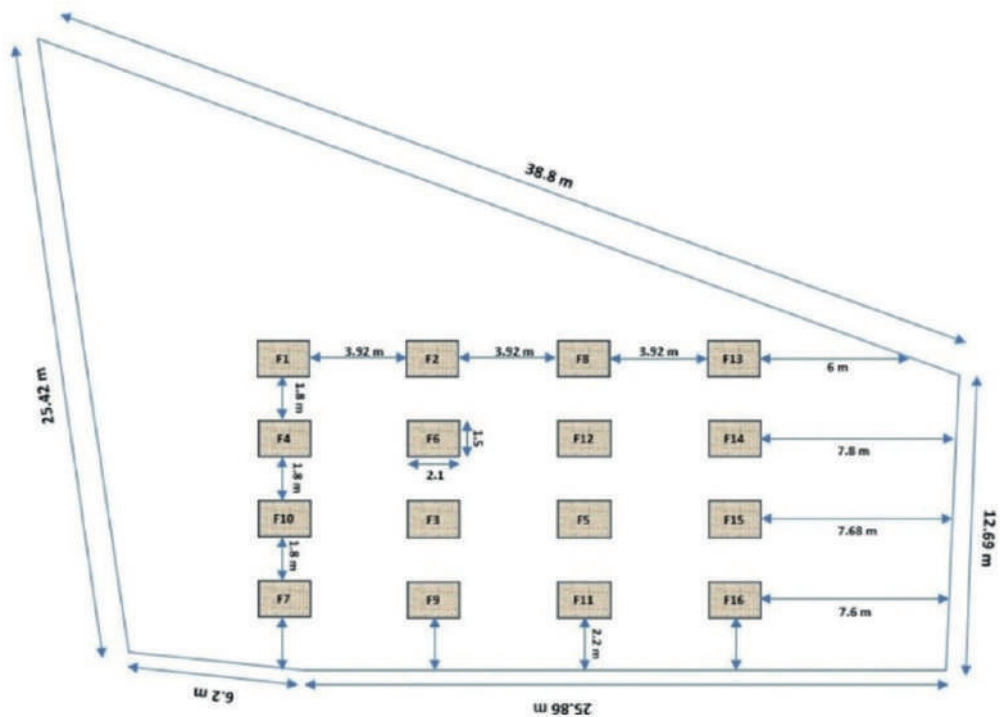


Figura 4. Dimensiones en el Polígono 2



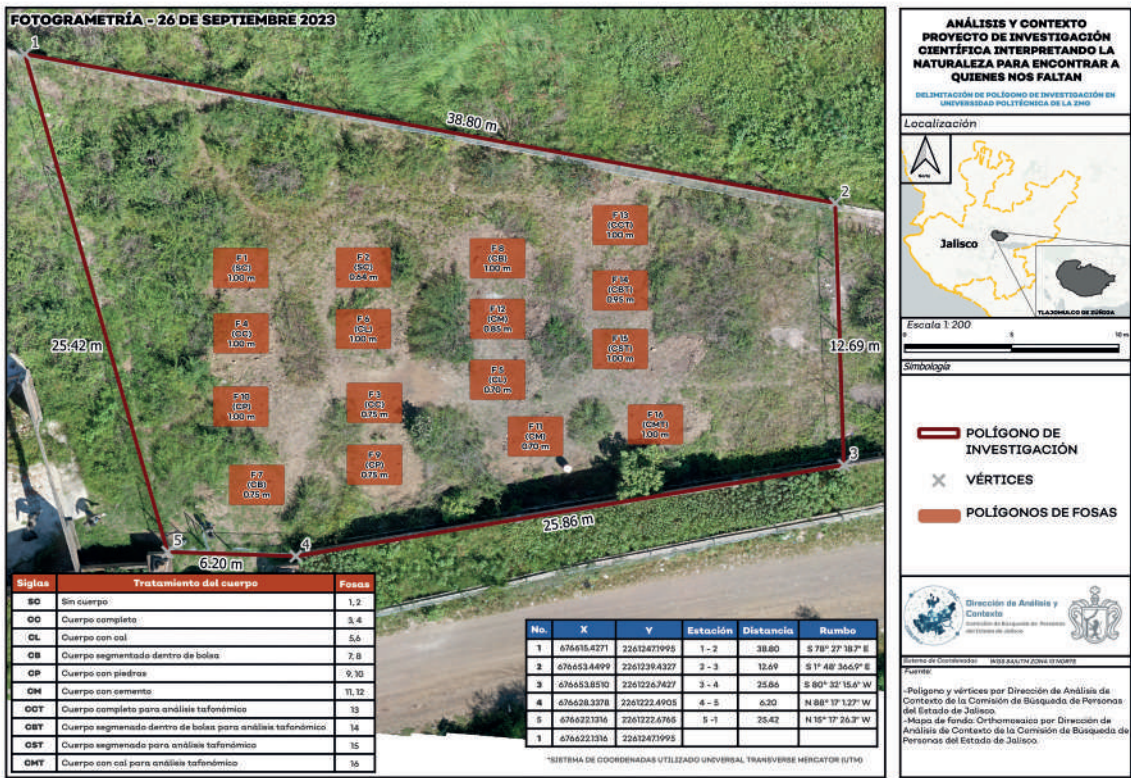
Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 5. Distancia entre fosas en el Polígono 2



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 6. Distribución de las fosas en el Polígono 2



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

En seis de las inhumaciones se alcanzó una profundidad de 0.75 metros, en otra media docena, se cavaron hasta los 1.25 metros. Sin embargo, en 4 fosas se colocó a los porcinos a 1 metro de la superficie. Lo anterior, con el propósito de realizar un análisis tafonómico por parte del Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (IJCF): un tipo de estudio que permite entender las modificaciones que acontecen después de que fallece un organismo.

Para la distancia entre las fosas se conservaron las mismas medidas que en el Polígono 1, de CUTonalá (véase Figura 7).

Tabla 2. Tratamiento aplicado, profundidad e identificación de fosa por cada ejemplar en el Polígono 2

TRATAMIENTO DEL CUERPO	PROFUNDIDAD	IDENTIFICACIÓN DE FOSA
SIN CUERPO (SC)	0.75	F1
SIN CUERPO (SC)	1.25	F2
CUERPO COMPLETO (CC)	0.75	F3
CUERPO COMPLETO (CC)	1.25	F4
CUERPO CON CAL (CL)	0.75	F5
CUERPO CON CAL (CL)	1.25	F6
CUERPO SEGMENTADO DENTRO DE BOLSA (CB)	0.75	F7
CUERPO SEGMENTADO DENTRO DE BOLSA (CB)	1.25	F8
CUERPO CON PIEDRAS (CP)	0.75	F9
CUERPO CON PIEDRAS (CP)	1.25	F10
CUERPO CON CEMENTO (CM)	0.75	F11
CUERPO CON CEMENTO (CM)	1.25	F12
CUERPO COMPLETO PARA ANÁLISIS TAFONÓMICO (CCT)	1	F13
CUERPO SEGMENTADO DENTRO DE BOLSA, PARA ANÁLISIS TAFONÓMICO (CBT)	1	F14
CUERPO SEGMENTADO, PARA ANÁLISIS TAFONÓMICO (CST)	1	F15
CUERPO CON CAL, PARA ANÁLISIS TAFONÓMICO (CMT)	1	F16

Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

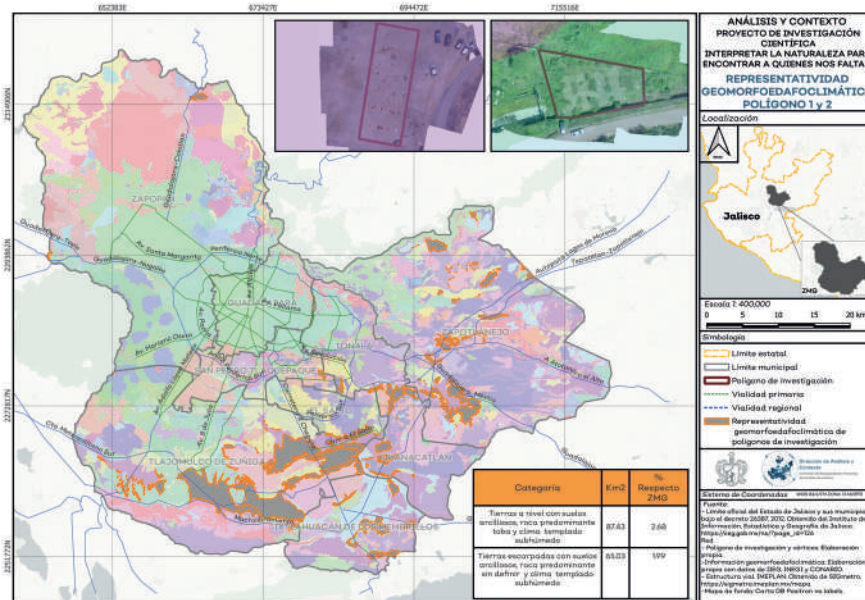
Los muestreos realizados en el segundo espacio se ejecutaron los días 7 y 26 de septiembre, 27 de octubre y 9 de noviembre de 2023, además del 17 de enero de 2024.

El potencial

A partir del Análisis GMEC se identificó que el Polígono 1 es representativo del 2.8 % del AMG (es decir, que esa proporción del territorio comparte las mismas características): tierras a nivel con suelos arcillosos, roca predominante toba y clima templado subhúmedo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f.; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021c; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021d; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2023).

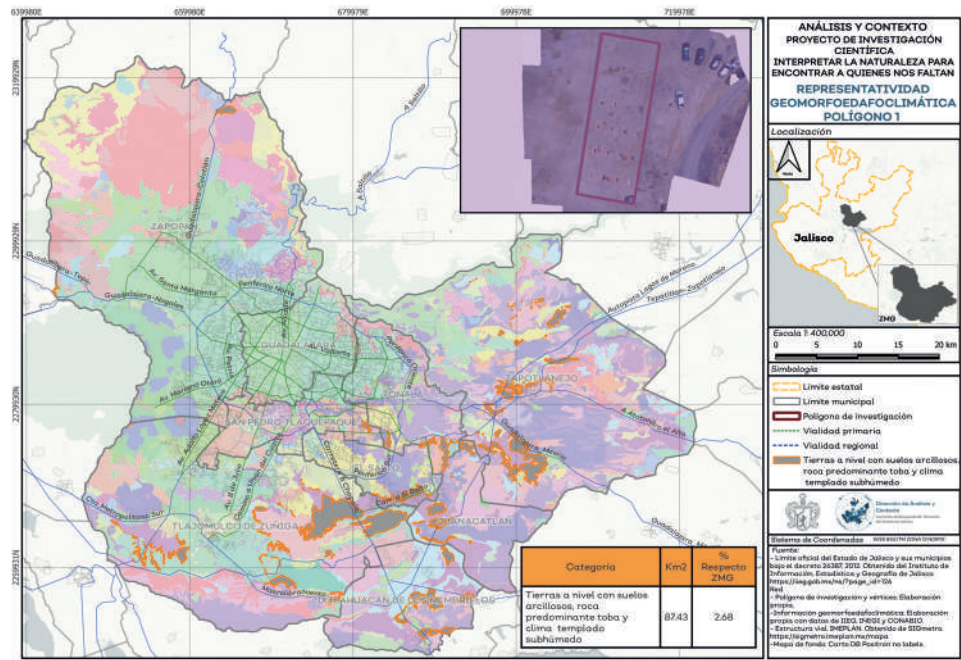
Mientras que, las categorías del Polígono 2, tierras escarpadas con suelos arcillosos, roca predominante sin definir y clima templado subhúmedo, concurren de forma conjunta con 1.9 % de la metrópoli (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f.; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021c; Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2021d; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2023).

Figura 7. Representatividad de los polígonos 1 y 2 respecto al Análisis GMEC



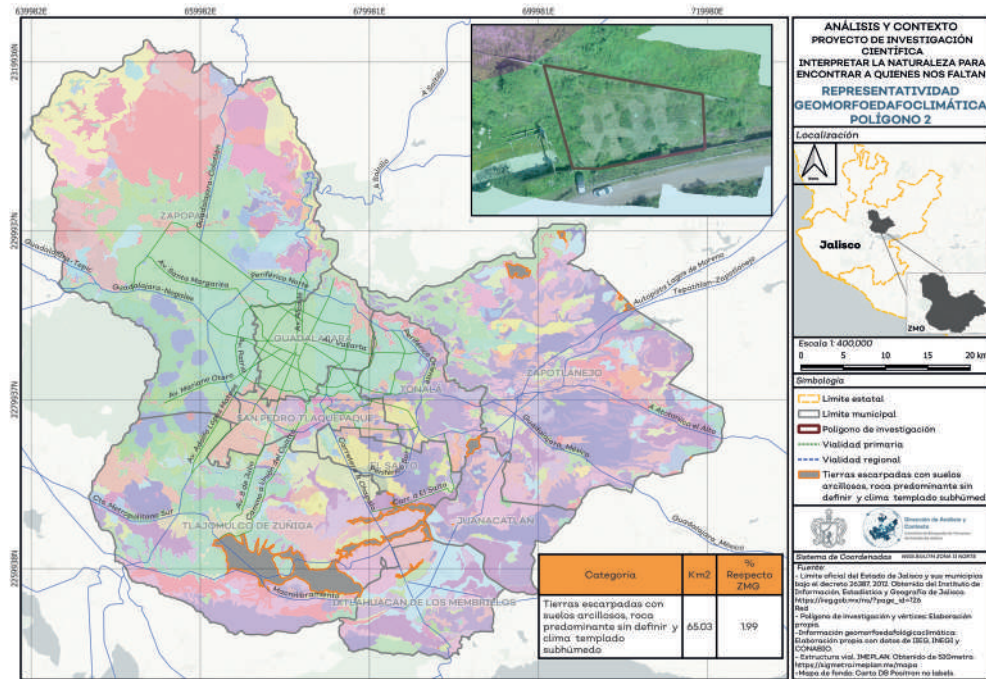
Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 8. Representatividad del Polígono 1 respecto al Análisis GMEC



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Figura 9. Representatividad del Polígono 2 respecto al Análisis GMEC



Fuente: elaboración propia de la Dirección de Análisis y Contexto de la COBUPEJ.

Derivado del trabajo colectivo, se comenzaron a estudiar los hallazgos iniciales que permitirán la configuración de una certeza científica en los trabajos de búsqueda y localización de personas desaparecidas.

Referencias

- CASTRO SAM, A. S. (2021). *Desapariciones forzadas y hallazgo de fosas clandestinas en México: el caso del Colectivo Madres Buscadoras de Sonora*. Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global, 2 (4), 95-109. <https://doi.org/10.46652/pacha.v214.53>
- COMISIÓN ESTATAL DE DERECHOS HUMANOS JALISCO (CEDHJ). (2018). *Recomendación General*. 03/2018. http://historico.cedhj.org.mx/recomendaciones/emitidas/2018/Recos%20Gral/Reco%20Gral_3%202018.pdf
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). (2023). *Portal de geoinformación*. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw
- DIRECCIÓN DE ANÁLISIS Y CONTEXTO DE LA COBUPEJ. (2024). *Parámetros de polígonos de experimentación*. [Base de datos]. (Material no publicado).
- GONZÁLEZ, D., RUIZ, J., CHÁVEZ, L. Y GUEVARA, J. (2019). *Violencia y terror. Hallazgos sobre fosas clandestinas en México 2006-2017*. <https://cmdpdh.org/publicaciones-pdf/cmdpdh-violencia-y-terror-hallazgos-fosas-clandestinas-2006-2017.pdf>
- HERNÁNDEZ, M., ROJAS, F., LARA, V., PORTILLO, R., CASTELÁN, R., PÉREZ, G., AND SALAS, R. (2010). *Estructura porosa y propiedades estructurales de mordenita y clinoptilolita. Superficies y vacío*. <https://www.redalyc.org/pdf/942/94248264011.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). (2004). *Guías para la Interpretación de Cartografía Edafología*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736_1.pdf
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). (s.f.). *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM)*. <https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/>
- INSTITUTO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA (IIEG). (2021a). *Tonalá, diagnostico municipal*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2023/02/Tonal%C3%A1-1.pdf>
- INSTITUTO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA (IIEG). (2021b). *Tlajomulco de Zúñiga, diagnostico municipal*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Tlajomulco-de-Z%C3%BA%C3%B1iga-1.pdf>



- INSTITUTO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA (IIEG). (2021c). *Edafología*. https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=1227
- INSTITUTO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA (IIEG). (2021d). *Geología*. https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=1224
- LÓPEZ, J. (2002). *Geología aplicada a la Ingeniería Civil*. https://www.academia.edu/42066638/GEOLOGIA_APLICADA_A_LA_INGENIERIA_CIVIL_JUAN_MANUEL_LOPEZ_MARINAS
- MARTÍNEZ, I. (2018, 31 de agosto). *Falta presupuesto para Comisión de Búsqueda en Jalisco: CNDH*. El Informador. <https://www.informador.mx/jalisco/Falta-presupuesto-para-Comision-de-Busqueda-en-Jalisco-CNDH-20180831-0076.html>
- RODRÍGUEZ, L. (2023, 8 de noviembre). *Localizan osamentas en predio de Zapopan*. Diario NTR. https://www.ntrguadalajara.com/post.php?id_nota=205700
- RUIZ, R., PICHARDO, J. Y CAMPOS, K. (2022). *La especialización de las áreas forenses como factor clave en el tratamiento digno para las víctimas encontradas en fosas clandestinas*. <https://www.bing.com/ck/a?!&p=a1795710a5dc2f9bJmltdHM9MTcxNDYwODAwMCZpZ3VpZD0xYjcwNTdhZC1iOTNmLTU4NDctMWFhMi00M2I5YjgzNzY5NmMmaW5zaWQ9NTQzNA&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=1b7057ad-b93f-6847-1ab2-43b9b837696c&p sq=Ruiz+et+al.%2c+2022%2c+La+especializaci%c3%b3n+de+las+%c3%a1reas+for enses+como+factor+clave+en+el+tratamiento+digno+para+las+v%c3%adctimas+ encontradas+en+fosas+clandestinas%2c+Universiada+Aut%c3%b3noma+de+Quer% c3%a9taro.&u=a1aHR0cHM6Ly9kaWFsbmV0LnVuaXJpb2phLmVzL2Rlc2NhcmdhL2F ydGljdWxvLzgzOTY0NTkucGRm&ntb=1>

Clima



