



















RESEARCH ARTICLE

## The UTE-PLANAGEO Project (National Geology Plan of Angola). Objectives, methods, and results

### *El Proyecto UTE-PLANAGEO (Plan Nacional de Geología de Angola). Objetivos, métodos, y resultados*

 José Luis García-Lobón<sup>1\*</sup>,  Enrique Merino-Martínez<sup>1</sup>,  Jorge Fernández<sup>1</sup>,  João Carvalho<sup>2</sup>,  
 Maria João Batista<sup>2</sup>,  Javier Escuder<sup>1</sup>,  Vítor Lisboa<sup>2</sup>,  Raquel Martín-Banda<sup>1</sup>,  Alain Francés<sup>2</sup>,  
 Elsa Ramalho<sup>2</sup>,  Iván Martín-Méndez<sup>1</sup>,  Carmen Rey-Moral<sup>1</sup>,  María del Carmen Fera<sup>3</sup>,  
 Tania Mochales<sup>1</sup>,  Ezequiel Ferreira<sup>1</sup>,  Iván Cuervo<sup>4</sup>,  José Manuel<sup>5</sup>,  
 Américo da Mata Lourenço Victorino<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (CN IGME-CSIC), c/ La Calera 1, 28760 Tres Cantos, España.

<sup>2</sup>Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Estr. da Portela 999, Amadora (Portugal)

<sup>3</sup>Sistemas Avanzados de Tecnología, S.A (SATEC), Av. Europa, 34 A, 28023, Madrid (España)

<sup>4</sup>Impulso Industrial Alternativo, Parque Tecnológico Llanera, 13 A, Asturias, España

<sup>5</sup>Instituto Geológico de Angola (IGEO), Centralidade do Kilamba, Rua Nr, Luanda (Angola)

Corresponding author: [jl.garcia@igme.es](mailto:jl.garcia@igme.es) (José Luis García Lobón)

#### Key point:

The UTE consortium successfully completed the goals of geological mapping and resources prospecting of PLANAGEO.

A better understanding and knowledge of underexplored natural resources across Angola's territory, highly demanded worldwide, was reached.

The outcomes obtained from PLANAGEO will have a significant impact on scientific and technical communities interested in Angola's resources.

#### ABSTRACT

The National Geology Plan of Angola (PLANAGEO) has been one of the most important Angolan infrastructure projects throughout the past twenty years. The objectives of PLANAGEO were: (a) to enhance Angola's geological and mineral resources knowledge; (b) to foster diversification of the national economy; and, (c) to attract foreign investment and promote the country development. The project integrated regional interdisciplinary geological surveys, including geological/aerogeophysical/geochemical mapping, raw materials and mineral resources prospecting, as well as specific studies in target areas. The project was launched by the Angolan government (Presidential Resolution 52/09), and implemented by the Geological Survey of Angola (IGEO), under the oversight of the Angolan Ministry of Mineral Resources, Oil and Gas (MIREMPET). In 2011, UTE consortium, a joint venture of IGME, the National Laboratory of Energy and Geology of Portugal (LNEG) and the Spanish company Impulso Industrial Alternativo (IIA) bid the call for tenders. In 2013 IGEO awarded UTE a contract to undertake PLANAGEO's activities in the southwestern region of Angola, covering roughly 480.000 km<sup>2</sup>. From July of 2014 to the end of 2022, the UTE consortium conducted interdisciplinary studies and investigations that resulted in a comprehensive collection of maps and scientific reports and documents, comprising:

- Airborne geophysical mag/rad mapping.
- Geological mapping at 1:250.000 scale (and 1:500.000 and 1:1.000.000 synthesis).
- Geological mapping at 1:100.000 scale in selected areas.
- Geochemical mapping at 1:250.000 scale.
- Raw materials and Mineral resources mapping in target areas, at 1:50.000 scale.

**Keywords:** Angola; Geological/Geophysical/Geochemical Mapping; Mineral Resources.

#### Article History:

Received: 02/02/2024

Accepted: 05/03/2025

Published: 22/08/2025

#### Puntos clave:

La UTE alcanzó con éxito los objetivos cartográficos y de prospección de recursos de PLANAGEO.

Se logró un mejor conocimiento de recursos naturales poco

#### RESUMEN

El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO) fue uno de los proyectos de infraestructura angolanos más importantes de los últimos 20 años. Sus principales objetivos fueron: a) mejorar el conocimiento de los recursos geológico-mineros de Angola; b) fomentar la diversificación de la economía nacional; y, c) atraer inversión extranjera y promover el desarrollo del país. El proyecto integró estudios regionales geológicos, aerogeofísicos y geoquímicos; y prospección de materias primas y recursos minerales en áreas objetivo. El proyecto fue publicado por el gobierno angoleño (Resolución Presidencial 52/09) e implementado por el Servicio Geológico de Angola (IGEO), bajo la supervisión del Ministerio de Recursos Minerales,

explorados en todo el territorio de Angola, y muy demandados a nivel internacional.

Los resultados de PLANAGEO tendrán un impacto significativo en las comunidades científico-técnicas interesadas en recursos angolanos.

Petróleo y Gas de Angola (MIREMPET). En 2011, el consorcio UTE, formado por el IGME, el Laboratorio Nacional de Energía y Geología de Portugal (LNEG) y la empresa Impulso Industrial Alternativo (IIA) concurrió a su licitación internacional. Finalmente, IGEO adjudicó a la UTE el contrato para ejecutar PLANAGEO en la región suroeste de Angola, cubriendo aproximadamente 480.000 km<sup>2</sup>, que se firmó en octubre de 2013. Entre julio de 2014 y finales de 2022, la UTE realizó estudios e investigaciones interdisciplinarias que resultaron en una colección integral de mapas, informes y documentos científicos, que comprende las siguientes cartografías:

- Geofísica aérea magnética/radiométrica.
- Geológica a escala 1:250.000 (con síntesis 1:500.000 y 1:1.000.000), y 1:100.000 en áreas seleccionadas.
- Geoquímica a escala 1:250.000.
- Mapeo de materias primas y recursos minerales en áreas de interés a escala 1:50.000.

#### Historial del artículo:

Recibido: 02/02/2024

Aceptado: 05/03/2025

Publicado: 22/08/2025

**Palabras clave:** Angola; Cartografía geológica/geofísica/geoquímica; recursos minerales.

**Citation / Cómo citar este artículo:** García-Lobón, J.L., Merino-Martínez, E., Fernández, J., Carvalho, J., Batista, M.J., Escuder, J., Lisboa, V., Martín-Banda, R., Francés, A., Ramalho, E., Martín-Méndez, I., Rey-Moral, C., Fera, M.C., Mochales, T., Ferreira, E., Cuervo, I., Manuel, J., Victorino, A.M.L. (2025). The UTE-PLANAGEO Project (National Geology Plan of Angola). Objectives, methods, and results. *Boletín Geológico y Minero*, 136(1), 001. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin/136.1/001>.

## 1. Introducción. Objetivos

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME, actual IGME-CSIC), el Laboratorio Nacional de Energía y Geología de Portugal (LNEG) y la empresa española Impulso Industrial Alternativo S.A. (IIA), constituyeron en marzo de 2011 una Unión Temporal de Empresas (UTE) para el desarrollo del Plan de Cartografía Geológica, Geofísica y Geoquímica de Angola (PLANAGEO). Los porcentajes de participación en esta UTE son: IGME, 40%; IIA, 30%; LNEG, 30%.

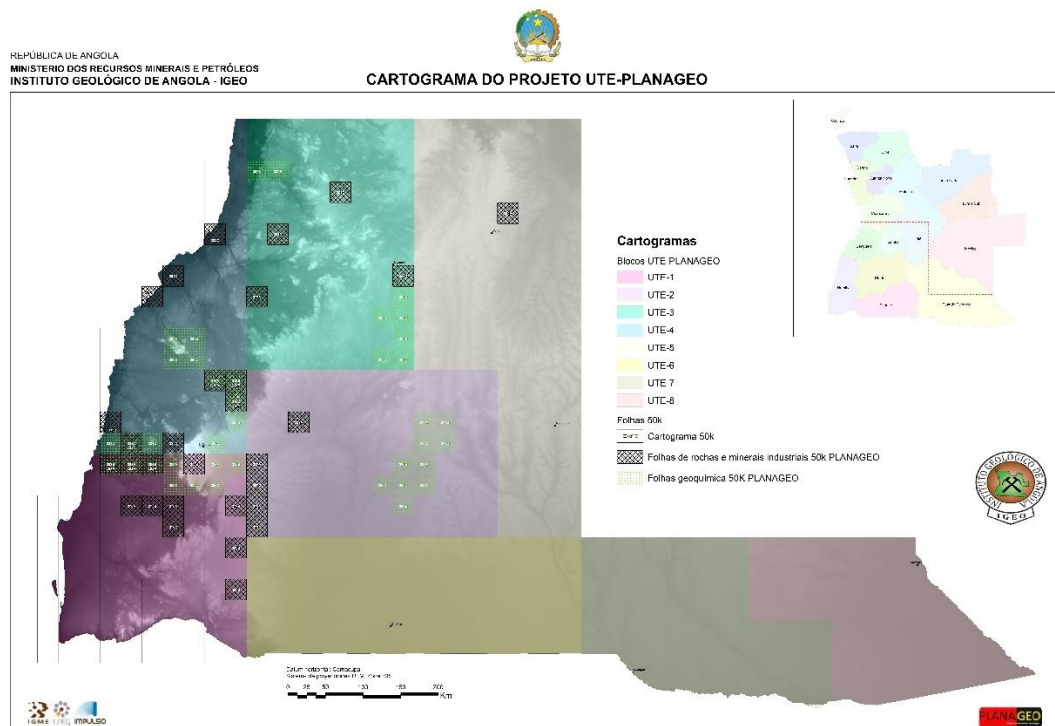
Los objetivos del Plan, creado por Decreto Ley de la República de Angola y dirigido por el Instituto Geológico de Angola (IGEO), eran: (a) profundizar en el conocimiento geológico-minero de Angola, orientado a la gestión equilibrada de sus recursos minerales; (b) promover la diversificación de la economía nacional; y (c) facilitar la inversión extranjera y el desarrollo del país. El proyecto incluyó el levantamiento aerogeofísico regional (magnético/radiométrico) y la cartografía geológica a escala 1:250.000 de todo el país, junto con otras cartografías de detalle, campañas de prospección geoquímica regional y otros estudios específicos en áreas de interés.

Tras licitación internacional, el IGEO, dependiente del MIREMPET "Ministério de Recursos Minerais e Petróleos de Angola", otorgó a la UTE IGME-LNEG-IIA la ejecución del proyecto UTE-PLANAGEO en un área aproximada de 480.000 km<sup>2</sup> (8 bloques del sudoeste del país angolano), denominada Zona 3 (bloques UTE-1 a UTE-8, Fig. 1). El contrato se firmó en octubre de 2013, por un importe de 115.312.500 USD. El inicio real de los trabajos de campo en Angola se produjo en julio de 2014, estableciéndose un plazo de ejecución de 5 años entre 2014-2019, luego ampliado a diciembre de 2020, y posteriormente, hasta finales de 2022, debido a la situación de pandemia mundial covid-19, que también padeció Angola.

Los servicios a prestar al IGEO por la UTE fueron (ver figs. 2A, B):

- Cartografía Geofísica aerotransportada. En todo el área UTE.
- Cartografía Geológica regional a escala 1:250.000 (cartograma 250K) y síntesis geológicas, tectónicas, hidrogeológicas y metalogenéticas a escalas 1:500.000 y 1:1.000.000.
- Cartografía Geológica a escala 1:100.000 (cartograma 100K) en áreas seleccionadas. 15 hojas
- Cartografía Geoquímica a escalas 1:250.000. 9 hojas.
- Cartografía de minerales y rocas industriales a escala 1:50.000 (cartogramas 50K). 30 hojas.
- Cartografía de recursos minerales metálicos a escala 1:50.000 (cartogramas 50K). 39 hojas.
- Estudios Específicos (gravimétricos, hidrogeológicos).
- Capacitación de plantilla del Servicio Geológico de Angola (IGEO).





**Figura 2B.** Cartograma del proyecto UTE-PLANAGEO con los 8 bloques UTE y cartografía a escala 1:50.000.

**Figure 2B.** Cartogram of the UTE-PLANAGEO project with the 8 UTE blocks and cartography at 1:50.000 scale.

Las tareas a desarrollar por cada socio de la UTE quedaron reflejadas en los estatutos y el acuerdo de funcionamiento firmado por las Partes de la UTE a su inicio, que básicamente indicaban que la responsabilidad técnico-científica del proyecto recaía en el IGME y LNEG, mientras que la gestión administrativa y financiera lo hacía en IMPULSO (IIA), que ostentaba la Gerencia Única del Proyecto.

En concreto, las competencias del IGME y LNEG en la ejecución del proyecto eran:

- La dirección técnica del Proyecto.
- La realización, contando con personal estatutario de ambas instituciones, así como del que fuera preciso contratar, de los estudios, investigaciones, y trabajos cartográficos del Proyecto previstos en el Pliego de condiciones del concurso público y otros trabajos similares que fueran solicitados por la Entidad adjudicadora.
- La selección, y formación en su caso, de recursos humanos. En particular, la formación del personal técnico del IGEO.
- La aportación de *know-how* al Proyecto, es decir, del conocimiento adquirido en grandes proyectos cartográficos realizados anteriormente por el IGME y LNEG en todo el mundo y, específicamente, en Angola.

Siendo competencia de Impulso, entre otras:

- La gestión del Proyecto en su vertiente financiera, y de la cuenta de resultados, optimizando ingresos y gastos durante la ejecución del contrato.
- El control jurídico del Proyecto (contratación de asesores jurídicos, licencias, etc.)
- Las negociaciones y acuerdos con entidades financieras, para la financiación del proyecto y la realización de operaciones bancarias (avales, *leasing*, *factoring*, etc.)
- La coordinación de los procesos de selección y contratación de proveedores de bienes o servicios para el proyecto, y la negociación de los respectivos contratos.

El objetivo principal de PLANAGEO fue obtener nuevos datos geofísicos, geológicos y geoquímicos con una resolución suficiente para mejorar el conocimiento de la geología y recursos naturales del país, incrementando la diversificación económica, así como desarrollar y aplicar nuevas tecnologías

para optimizar el conocimiento y aprovechamiento económico de los recursos minerales de Angola. En esencia, PLANAGEO constituyó, junto con el Plan Nacional de Industrialización, el principal vector de diversificación económica para una economía basada, casi en exclusiva en la venta de petróleo. Este proyecto promovió, por tanto, que el país fuese menos vulnerable a los ciclos de variación de precio del crudo, y que caminase hacia una economía más desarrollada y más estable.

La distribución del Presupuesto prevista para cada una de las 4 actividades básicas del proyecto UTE-PLANAGEO fue la siguiente.

Aerogeofísica	Geología	Geoquímica	Estudios Específicos	Total
20.648.594 \$	68.000.000 \$	8.217.312 \$	18.446.593 \$	<b>115.312.500 \$</b>

Desde un punto de vista técnico, el Proyecto se considera totalmente acabado, con 166 entregables finales una vez finalizado el “Período de garantía”, según contrato, en julio de 2023. Se adjunta el listado completo de entregables, al final de este trabajo.

## 2. Técnicas empleadas y trabajos realizados

### 2.1. Aerogeofísica

#### 2.1.1. Adquisición de datos

La UTE contrató como operadora de los vuelos geofísicos a la compañía Xcalibur Geophysics Ltd. (<https://www.xcaliburmp.com/es/xcalibur-multiphysics/>), con probada experiencia en vuelos para la obtención de datos magnéticos/radiométricos en África y específicamente en Angola. Los vuelos se realizaron según normativa IGEO con separación de líneas de un 1 km, altura nominal de 100 m, y dirección predominante N-S. Para llevar a cabo el trabajo, Xcalibur Geophysics Ltd. dispuso de varios aviones (entre dos y cuatro, según los períodos de vuelo) modelo AIR TRACTOR AT-502B, que estuvieron operativos a lo largo de toda la campaña de adquisición. Los vuelos se realizaron bloque a bloque, desde el 1 hasta el 8 (Fig. 1), según prioridad marcada por IGEO de acuerdo con el análisis previo en relación al interés geológico-económico de cada uno de ellos, entre julio de 2014 y diciembre de 2016. El total de kilómetros volados fue 558.333, que corresponde a la superficie volada a 1 km de separación de línea, más un 10% de líneas de control, más los sobrevuelos de superposición de datos entre bloques.

En síntesis, el equipamiento utilizado constaba de: receptor GPS, sistema de navegación, altímetro laser scanner, barómetro, cámara de vídeo, magnetómetro G-822A, compensadores AARC500 y espectrómetro (radiómetro) RS-500, además de una consola de control y sistema de operación automático.

#### 2.1.2. Control de calidad

Atendiendo a las especificaciones del contrato con IGEO, a medida que se desarrollaban los trabajos aéreos, la UTE redactaba un informe de control de calidad de cada bloque que incluía los siguientes apartados:

- Calibraciones pre-campaña. Para el magnetómetro: FOM (Factor of Merit), nivel de ruido, tiempo de retardo y cabeceo. Para espectrómetro: test sensibilidad, determinación del fondo natural, determinación del coeficiente de atenuación por altura, determinación de coeficiente para el efecto de radiación cósmica.
- Calibraciones y controles durante el vuelo. Control del plan de vuelo y de la calidad de los datos diarios en las líneas test.
- Controles de calidad de los datos aéreos. Integridad de datos e línea, intervalo de muestreo, separación entre líneas de vuelo, control de altura y de la diferencia de altura entre los puntos de intersección entre las líneas de vuelo y las líneas transversales. Las tolerancias de altura de vuelo, de +- 20 m sobre 100 m, y de +- 10 m en diferencias de altura en las intersecciones líneas

de vuelo/líneas de control eran muy exigentes y difíciles de cumplir en los bloques de basamento con zonas de alto relieve.

- Calibraciones sobre los datos magnéticos: control de la cuarta diferencia del campo magnético bruto y de las variaciones diurnas máximas en un intervalo de tiempo especificado.

Las tolerancias admitidas en el control de calidad de los datos se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tolerancias admitidas en el control de calidad de los datos geofísicos aéreos.

**Table 1.** Admitted tolerance in the airborne data quality control.

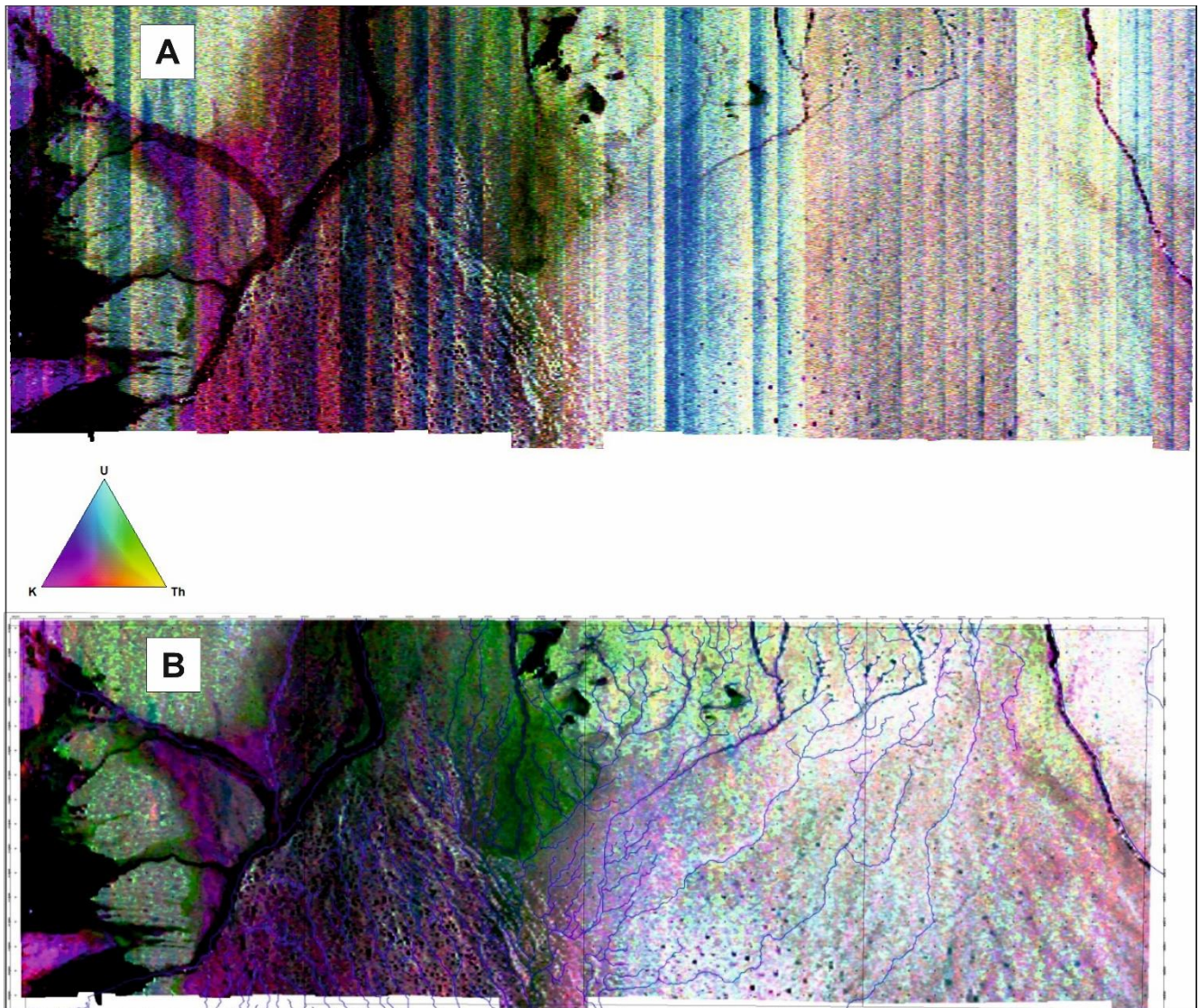
TOLERANCIA	LÍMITE
1. Desvío máximo de altura de vuelo para una distancia especificada	$\pm 20$ m/2000 m
2. Desvío máximo de trayectoria de vuelo para una distancia especificada	150 m/2000 m
3. Separación máxima entre líneas de vuelo principales para una distancia especificada	250 m/2000 m
4. Diferencia de altura entre líneas de vuelo y el punto de intersección con las líneas transversales	$\leq 10$ m
5. Error de posicionamiento según mediciones diarias en tres puntos de coordenadas conocidas	$\leq 10$ m
6. Intervalo de muestreo "en tierra" para medidas magnéticas a lo largo de las líneas de vuelo y de control	$\leq 7 \pm 1$ m
7. Variaciones diurnas del campo magnético durante un tiempo determinado	20 nT/20 min
8. Variaciones a corto plazo del campo magnético en un intervalo de tiempo especificado	$< 5$ nT/5 min
9. Variaciones de la cuarta diferencia normalizada para una distancia específica	0.05 nT/1000 m
10. Ausencia de registros ("gaps") en los datos digitales del magnetómetro para un intervalo de tiempo especificado	10% lecturas/120 segundos

Un ejemplo de datos sin corregir y datos corregidos se muestra en la Figura 3, que corresponde a los datos radiométricos no corregidos (Fig. 3A) y corregidos (Fig. 3B) del Bloque UTE6. La clara mejoría de los datos procesados permite distinguir el quimismo y morfología de las unidades estudiadas. Se distinguen muy bien los complejos plutónicos ricos en potasio y con formas más redondeadas (tonos rojos al oeste de la zona), mientras que las zonas más enriquecidas en U+Th aparecen más dispersas. Las zonas de baja radiación (tonos blancos) corresponden a complejos básicos que quedan muy bien cartografiados a partir de la información geofísica.

### 2.1.3. Interpretación

El proceso de interpretación comenzó con la revisión de los mapas geológicos antiguos, donde generalmente existía una pobre diferenciación de las unidades geológicas (Fig. 4A).

La interpretación de las imágenes ternarias (K+Th+U) proporciona una primera aproximación a la identificación de las formaciones geológicas y zonas de alteración (Fig. 4B). También se usaron las relaciones Th/K, U/Th, U/K etc. A partir de la aproximación anterior, con el mapa de campo magnético reducido al polo y los mapas de las derivadas X, Y y Z (Fig. 4C) se completó la información lito-estructural (anticlinales, sinclinales, diques, zonas de cizallamiento etc.). Las anomalías geofísicas de difícil catalogación fueron etiquetadas para una revisión posterior por los geólogos de campo. El resultado final (Fig. 4D) es un nuevo mapa geológico notablemente mejorado respecto al de partida, con estándares modernos de interpretación aérea. Un resumen de todo el proceso de interpretación puede verse en la Figura 4.



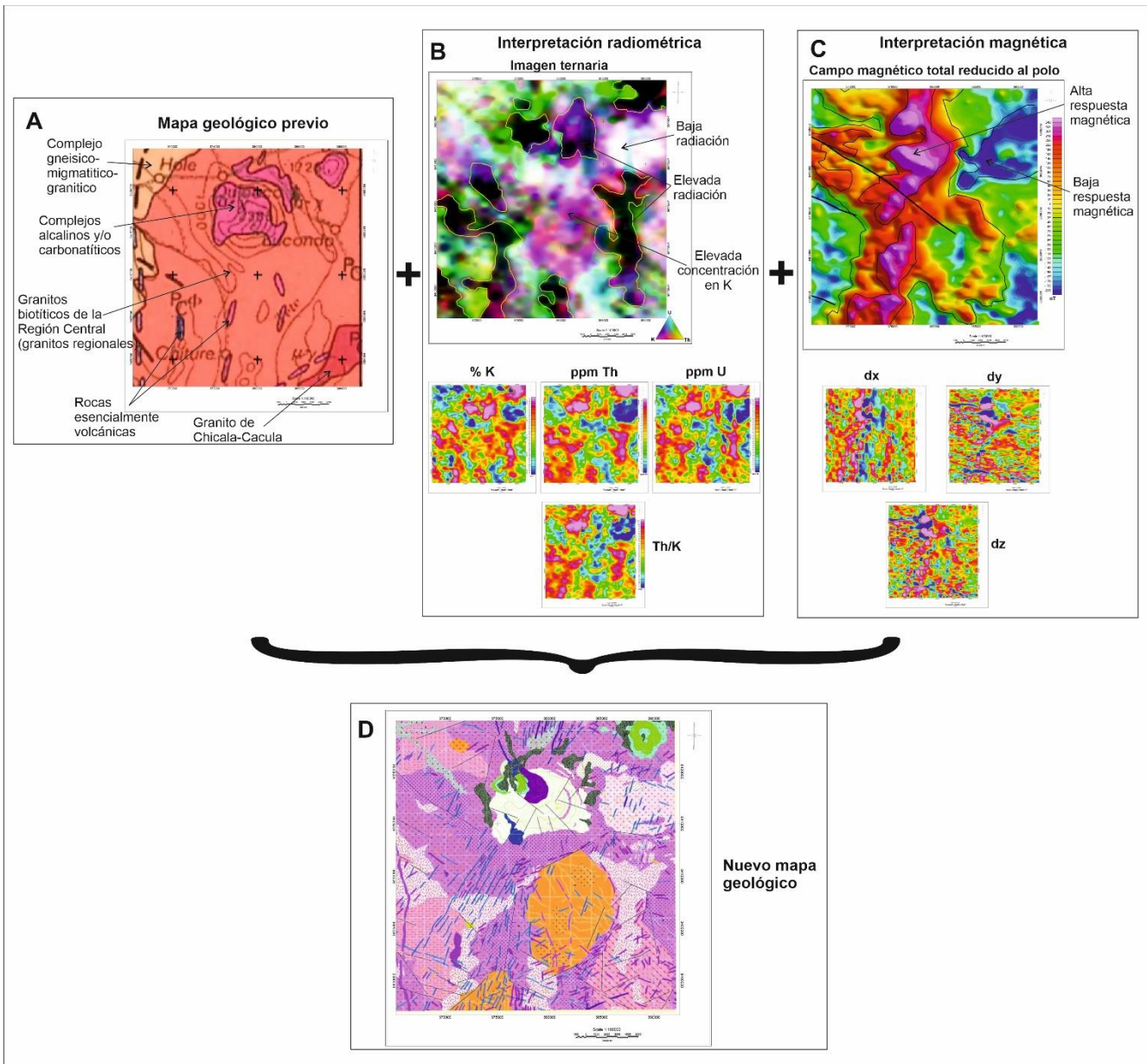
**Figura 3.** Datos radiométricos (K+Th+U) en el bloque UTE-6 con datos sin corregir (A) y con datos corregidos (B).

**Figure 3.** Radiometric data (K+Th+U) in block UTE-6 with non-corrected data (A) and corrected data (B).

## 2.2. Cartografía geológica

El objetivo principal de PLANAGEO fue el de crear una base geológica detallada y actualizada, elaborada con el suficiente detalle y conocimiento científico, que permitiese interpretar adecuadamente las anomalías geofísicas y geoquímicas previamente detectadas, así como los procesos geológicos responsables de las mineralizaciones reconocidas.

Los trabajos de cartografía geológica regional fueron desarrollados en el periodo comprendido entre 2016 y 2018. Comprendieron 44 cartas a escala 1:250.000 que cubrieron toda la superficie de la Zona UTE (Fig. 2). Esta cartografía geológica sirvió de base para la planificación y realización de la cartografía geológico-minera a escala 1:100.000 (15 cartas), así como para los estudios en detalle de recursos minerales metálicos (30 cartas) y rocas industriales (39 cartas) a escala 1:50.000, que fueron desarrollados en fases posteriores de PLANAGEO (2019-2022). Estas actividades se ajustaron rigurosamente a los procedimientos descritos en la normativa y especificaciones técnicas establecidas por el IGEO.

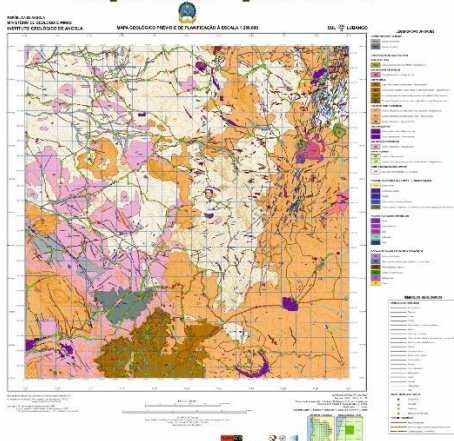


**Figura 4.** Proceso de interpretación de los datos de geofísica aérea.

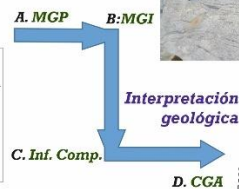
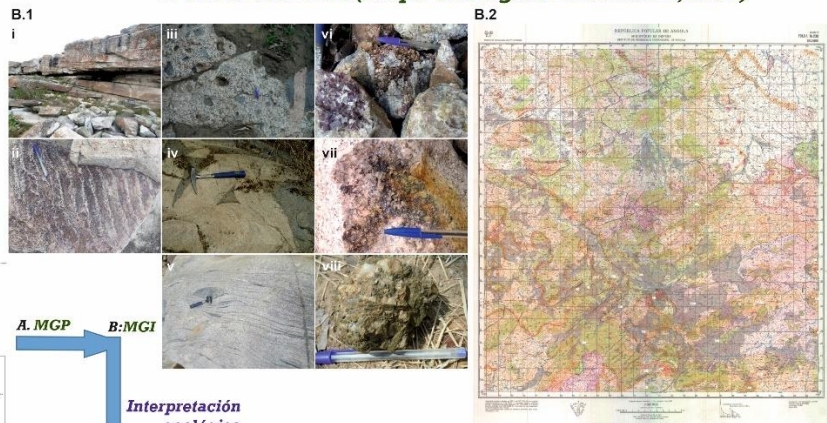
**Figure 4.** Airborne geophysics data interpretation process.

Previo a la elaboración de los trabajos cartográficos, se realizó una recopilación y análisis de la información disponible (geológica, geofísica, geoquímica, teledetección, etc.), así como una interpretación de las unidades geológicas mediante detección remota y geofísica, con la cual se generaron los Mapas Geológicos Preliminares (Fig. 5). Esta información fue indispensable para obtener un conocimiento geológico inicial de la zona de estudio y realizar el planteamiento logístico de los trabajos. Una vez examinada esta información, se llevaron a cabo los trabajos de campo en campañas sucesivas de hasta tres meses de duración, alternando con el trabajo en gabinete y la interpretación de resultados (Fig. 5). Durante esta fase, fueron recogidas más de 10.000 muestras geológicas, depositadas en los laboratorios de IGEO en Congenge (Huíla, Angola), y se analizaron más de 400 muestras mediante técnicas diversas de petrografía, litogeoquímica, geocronología y geoquímica isotópica con diversos sistemas (U-Pb en circón, Ar-Ar en roca total o en separados minerales, Sr-Nd en roca total).

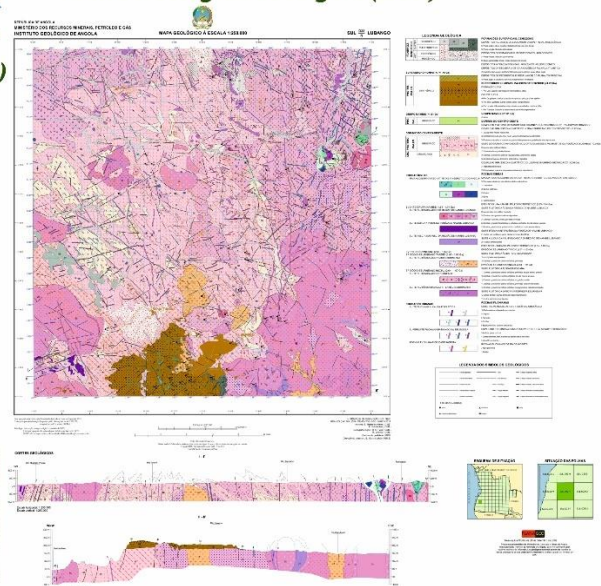
**A. Mapa Geológico Preliminar (MGP):  
Información bibliográfica +  
interpretación + planificación**



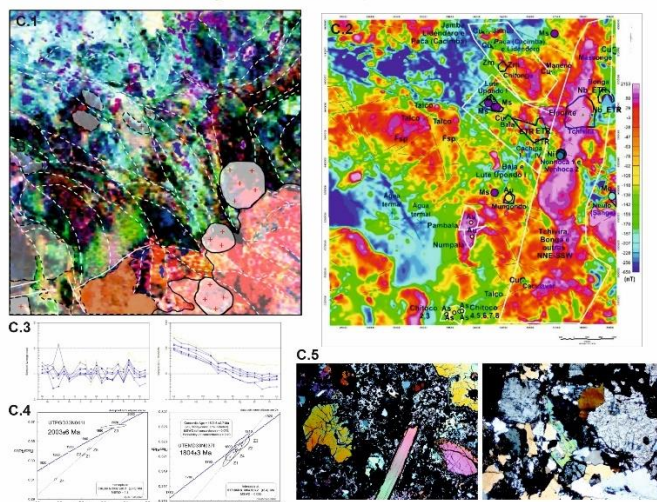
**B. Observaciones (Mapa Geológico Intermedio, MGI)**



**D. Carta Geológica de Angola (CGA)**



**C. Información complementaria (contenida en las memorias)**



**Figura 5.** Resumen de la metodología para la realización de la cartografía geológica a escala 1:250.000 según la Orden de Servicio de IGEO. A) Mapa Geológico Preliminar (MGP, ejemplo de hoja D/33-N de Lubango), generado a partir de información bibliográfica junto con la interpretación de imágenes satelitales y datos aerogeofísicos, incluyendo la planificación de la campaña geológica. B) B.1: Ejemplos de observaciones realizadas en campo (i-ii: rocas y estructuras meta-sedimentarias en Grupo Chela; iii-v: relaciones estructurales rocas ígneas y metamórficas; vi-viii: mineralizaciones de fluorita, galena y turmalina), y Mapa Geológico Intermedio (MGI; Hoja nº 230 de Balombo, a escala 1:100.000). C) Información complementaria, necesaria para la interpretación geológica final, también incluida en las memorias geológicas. Ejemplos: C.1, mapa radiométrico; C.2, mapa magnético; C.3, diagramas de geoquímica de roca total; C.4, geocronología U-Pb en circonio; C.5, petrografía. D) Mapa cartográfico final: Carta Geológica de Angola (ejemplo de carta D-33/N de Lubango a escala 1:250.000).

**Figure 5.** Summary of the methodology for geological mapping at 1:250.000 scale following the IGEO's specifications. A) Preliminary Geological Map (MGP, example of sheet D/33-N Lubango), generated from bibliographic information together with interpretation of satellite images and aerogeophysical data, including the planning of the geological campaign. B) B.1: Examples of field observations (i-ii: meta-sedimentary rocks and structures of the Chela Group; iii-v: structural relationships between igneous and metamorphic rocks; vi-viii: fluorite, galena and tourmaline mineralisations), and Intermediate Geological Map (MGI; Balombo Sheet, No. 230, scale 1:100.000). C) Complementary information, necessary for the final geological interpretation, also included in the geological reports. Examples: C.1, radiometric map; C.2, magnetic map; C.3, whole-rock geochemical diagrams; C.4, U-Pb zircon geochronology; C.5, petrography. D) Final cartographic map: Geological Map of Angola (example of sheet D-33/N of Lubango at a scale of 1:250.000).

Con el fin de utilizar una metodología estandarizada, el IGEO, junto con SATEC (Sistemas Avanzados de Tecnología S.A.), desarrollaron un software específico (Cuaderneta Digital de Campo, CDC) que permitió incorporar toda la información recogida sobre el terreno, siguiendo los requisitos técnicos establecidos. La información adquirida en campo, por tanto, se encuentra reunida en más de 22.400 estaciones de recogida de datos (ERDs) en formato digital, que se encuentra a completa disposición del IGEO.

Los mapas geológicos intermedios, que reunían fundamentalmente la información geológico-estructural y/o estratigráfica obtenida en los trabajos de campo, fueron posteriormente actualizados a partir de la información petrográfica, geoquímica, geocronológica, geofísica, estratigráfica y paleontológica, hasta obtener el mapa geológico definitivo, que incorpora la información adquirida a partir de todos los estudios temáticos multidisciplinares. Los trabajos finales consistieron en la representación cartográfica uniforme y simplificada de los mapas a escala 1:250.000 y en la elaboración de mapas temáticos a escalas 1:500.000 (8 mapas, uno por bloque; Fig. 1), denominados Mapa de Áreas de Levantamientos Intensivos, y mapas de síntesis a escala 1:1.000.000: Geológico, Tectónico, Hidrogeológico y Metalogenético.

Cada Mapa Geológico, independientemente de la escala, es acompañado de una Memoria Geológica ("Noticia Explicativa") donde se detallan todos los elementos representados en el mapa, los datos y los resultados obtenidos en los estudios realizados, además de explicar la evolución geológica de la zona de estudio y los procesos geológicos que tuvieron lugar en ella (Fig. 5). Por tanto, los mapas y memorias que acompañan a cada carta reúnen todo el conocimiento generado durante PLANAGEO, siendo un manual de referencia geológica y un modelo para futuros estudios geológico-mineros en la región. De hecho, los datos geológicos, geocronológicos y geoquímicos isotópicos, complementados por la interpretación de megaestructuras mediante aerogeofísica, muestran que el sustrato precámbrico del SW de Angola se encuentra dividido en varios dominios geológicos, cada uno con evoluciones geológicas diferentes.

Toda la información derivada de los trabajos de cartografía geológica y sus productos fue reunida y entregada al IGEO tanto en formato físico como digital, con el objetivo de crear una "base de datos de conocimiento geológico", denominada BADAGEO. Esta base de datos contiene, por tanto, todos los elementos específicos de las cartas geológicas e información geocientífica asociada, junto con toda la información procedente de estudios de campo, gabinete y de resultados de laboratorio. La Carta Geológica de Angola es, por tanto, un producto que incluye toda la información geológica relevante, producida eficientemente, aprovechando las ventajas de la tecnología digital.

### 2.3 Geoquímica regional y estudios específicos

Como resultado de los estudios cartográficos, fue posible enmarcar todo el trabajo inicial de recopilación de información sobre indicios o yacimientos minerales, en un marco geotectónico más completo y, por lo tanto, establecer modelos metalogenéticos preliminares que fueron esenciales para planificar otros estudios específicos. Es por ello que, dentro del proyecto PLANAGEO, fueron desarrollados varios programas de exploración geológico-minera a diversas escalas, con el objetivo de aportar la información y los conocimientos básicos para definir áreas potenciales de exploración en recursos naturales. Estos trabajos se centraron, por tanto, en la prospección geoquímica regional a escala 1:250.000 ("Carta Geoquímica de Angola", CGA), así como en estudios detallados de recursos minerales metálicos ("Cartas de Recursos Minerales Metálicos de Angola", CRMMA) y de rocas y minerales industriales ("Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola", CARMINA) a escala 1:50.000. De manera similar a los trabajos de cartografía geológica, fue utilizado un *software* específico para el registro digital de las muestras recolectadas, de acuerdo con las especificaciones aportadas por IGEO. La finalidad última es que toda la información registrada durante estos trabajos fuese una herramienta útil para que las entidades públicas y privadas prosiguiesen con la investigación de los recursos o zonas anómalas encontradas, promoviendo el desarrollo sostenible conjuntamente a la ordenación del territorio y al encuadramiento natural de cada región.

#### 2.3.1. Carta Geoquímica de Angola (CGA)

Los trabajos de muestreo geoquímico regional CGA se centraron en nueve cartas de potencial interés a escala 1:250.000, en las que se realizó un muestreo geoquímico representativo de la superficie de cada región, cuya distribución espacial permitiría evaluar la variabilidad geoquímica multielemental, directamente relacionada con los factores geológicos y metalogenéticos regionales.

Para garantizar el control de calidad en el muestreo geoquímico, los protocolos de muestreo siguieron estrictamente las indicaciones de las “Especificaciones Técnicas para el Levantamiento Geoquímico Regional” y el “Procedimiento de Control de Calidad (CC) de los Datos Adquiridos durante el Estudio Geoquímico”, de acuerdo con los requisitos técnicos emitidos por el IGEO. En aquellas cartas de elevado potencial para albergar mineralizaciones de interés fueron ejecutados conjuntamente con los trabajos CRMMA, realizándose un muestreo exhaustivo en las regiones de mayor interés (p.ej., áreas alcalino-carbonatíticas, cuerpos básicos a ultrabásicos, campos pegmatíticos enriquecidos en Li-Be-Nb-Ta). En suma, fueron recolectadas un total de 4.758 muestras, repartidas entre los distintos medios de muestreo (sedimentos de corriente, concentrados y suelos). Todo el muestreo geoquímico fue entregado al IGEO, el cual fue el responsable de su recepción, inspección y posterior análisis en sus laboratorios.

### 2.3.2. Cartas de Recursos Minerales Metálicos de Angola (CRMMA)

Para los trabajos del subprograma CRMMA, fueron seleccionadas cuatro grandes áreas de interés, que comprendían 39 Hojas o cartas a escala 1:50.000, en función de los recursos minerales descritos en ellas:

1. Cluster 1: Au-Fe - Regiones de Cuíma-Samboto, Chipindo, Jamba y M'Popo-Tchamutete.
2. Cluster 2: Tierras Raras (REE) - Regiones de Catanda, Serra da Neve y Tchivira-Bonga.
3. Cluster 3: Cr-Ni-(EPG), Cu y Nb-Ta-Be - Región de Giraúl, Humpata y Chibía-Hamutenha.

En todas estas Hojas, se realizó un total de 4.693 mediciones *in situ* mediante equipos de fluorescencia de rayos X portátil (FRXp, modelo Hitachi X-MET8000 Expert Geo), utilizando los protocolos de calibración MINING-FP y ETR, en función del interés de las regiones y materias primas que se iban a investigar, junto con un total de 874 análisis geoquímicos en laboratorios acreditados (ALS Chemex, Sudáfrica). El resumen de resultados por cada región y medio de muestreo se encuentra en la Tabla 2. Igualmente, se estudiaron alrededor de 230 láminas delgadas de muestras mineralizadas o de potencial interés. En regiones específicas (Tchivira-Bonga), el trabajo de campo se complementó con 219 mediciones *in situ* de radiación gamma natural (K-Th-U), empleando un medidor portátil Super-Spec GT-32. Igualmente, se realizaron campañas de prospección geofísica en detalle de cuerpos máficos y ultramáficos, previamente definidos por su potencial en mineralizaciones de Cr, Ni y/o EPG, en las regiones de Tchivira-Bonga y Chibía-Hamutenha.

**Tabla 2.** Resumen de resultados obtenidos en los trabajos CRMMA. FRXp: análisis *in situ* mediante fluorescencia de rayos X portátiles. ALS: análisis geoquímicos realizados en laboratorios.

**Table 2.** Summary of results obtained in the CRMMA program. FRXp: in situ analysis by portable X-ray fluorescence. ALS: geochemical analysis carried out in laboratories.

		Rocas		Suelos		Sedimentos	
		FRXp	ALS	FRXp	ALS	FRXp	ALS
<b>Cluster 1</b> <b>Au-Fe</b>	M'Popo-Tchamutete	133	70	556	50	19	-
	Chipindo	20	17	333	47	15	3
	Cuíma-Samboto	48	19	369	54	17	1
	Jamba	117	46	384	37	-	-
<b>Cluster 2</b> <b>ETR</b>	Serra da Neve	202	142	57	-	174	-
	Tchivira-Bonga	35	14	104	41	470	46
	Catanda	20	10	50	4	128	31
<b>Cluster 3</b> <b>Cr-Ni-(EPG)</b> <b>Cu, Nb-Ta-Be</b>	Giraúl	65	17	355	89	277	14
	Humpata	74	19	254	41	10	-
	Chibía-Hamutenha	118	21	276	38	13	1

El resultado final de los estudios CRMMA fue el de evaluar y proponer zonas de potencial interés para la prospección mineral, utilizando criterios geoquímicos multielementales, resultantes de análisis *in situ* mediante FRXp, junto con los análisis geoquímicos realizados en laboratorios, en combinación con la información geofísica y geológica. Algunos ejemplos de los trabajos de exploración geoquímica realizados durante el subprograma CRMMA están incluidos en el presente volumen (Martín-Méndez *et al.*, 2025; Prazeres *et al.*, 2025).

### **2.3.3. Cartas de Rocas y Minerales Industriales de Angola (CARMINA)**

El subprograma CARMINA fue ejecutado con los objetivos de: i) impulsar el sector minero nacional; ii) mejorar el conocimiento geológico y el potencial de los recursos minerales del país; y iii) garantizar el desarrollo sostenible del país mediante, el aumento de la contribución del sector minero, en el presente caso, centrado en el importante sector económico de las rocas y minerales industriales y de la roca ornamental. Se realizó, por tanto, el estudio en detalle de 30 cartas a escala 1:50.000, en las que se tomaron un total de 1.423 observaciones simples o de detalle, junto con un amplio muestreo litológico de 836 muestras, para su estudio y caracterización petrofísica en el país, a partir de la creación de un centro propio de Valorización de Rocas en Congenge (provincia de Huíla, Angola). Estos trabajos dieron lugar a la propuesta de diversas zonas de potencial para exploración de rocas y minerales industriales, definidos en mapas y memorias explicativas de elevado rigor científico-técnico. A su vez, fue elaborada una base de datos, denominada ARMINA, en la que se encuentra toda la información específica de las muestras, estado de afloramientos y características petrofísicas de las rocas y minerales industriales. Una descripción detallada de estos trabajos se encuentra en el presente volumen (Fernández-Suárez *et al.*, 2025).

### **2.3.4. Espesores de Kalahari. Estudio hidrogeológico en la provincia de Cunene (sistema acuífero KOH)**

Durante el trabajo de campo de cartografía geológica, se realizaron 174 estaciones de sismica pasiva con unos 15 km de separación (ruido sísmico: unos 2.500 km de perfiles) para estimar el espesor de la cubierta sedimentaria de la cuenca intracontinental del Kalahari, sobre el sustrato precámbrico en los bloques UTE 2, 5, 6, 7 y 8 (Fig. 1; localización y resultados en Borges *et al.*, 2018; mapas de espesores en informes de geofísica de esos bloques, p.ej., García-Lobón *et al.*, 2017b).

A su vez, en el marco de los estudios hidrogeológicos específicos realizados en la provincia de Cunene, se llevó a cabo una campaña de sondeos electromagnéticos (en el dominio del tiempo, TDEM; 112 sondeos organizados en 6 perfiles) de mayo a julio de 2021. La geofísica de superficie (TDEM) permitió validar datos de espesores del Kalahari y obtener información sobre la hidrogeología de la cuenca de Cunene (bloque UTE 6; Francés *et al.*, 2021), que contiene importantes reservas acuíferas en una extensión de unos 30 000 km<sup>2</sup> (acuíferos KOH-0, KOH-1, KOH-2). Se reinterpretaron los datos de 482 sondeos eléctricos verticales (SEV) de época colonial, heredados de HIDROMINAS en los años 60, y se realizó un procesamiento e inversión geofísica conjunta de sondeos TDEM y SEV, respectivamente, en 2D y 3D, que ayudaron a establecer la cartografía del subsuelo de las arenas del Kalahari y las zonas de mayor potencialidad de los acuíferos estudiados.

A partir de las mediciones de resistividad TDEM y de los procesamientos mencionados, se decidió la perforación de 5 sondeos para el estudio de los distintos acuíferos KOH. Las perforaciones profundas y diagráfias correspondientes (SP, SPR, RN16", RN64", radiación gamma natural, temperatura y conductividad eléctrica del fluido) proporcionaron información detallada sobre las formaciones geológicas perforadas, y la presencia de niveles acuíferos intermedios y del acuífero de interés del sistema (KOH-2, ampliamente explorado y explotado en Namibia, pero pobremente conocido en Angola). Con todo ello, se realizó una correcta interpretación estratigráfica de la cuenca del Kalahari en Angola, así como de las profundidades y características de los niveles KOH-1 y KOH-2 en el país (informes de perforación e hidrogeológico en Ramalho *et al.*, 2021a, b).

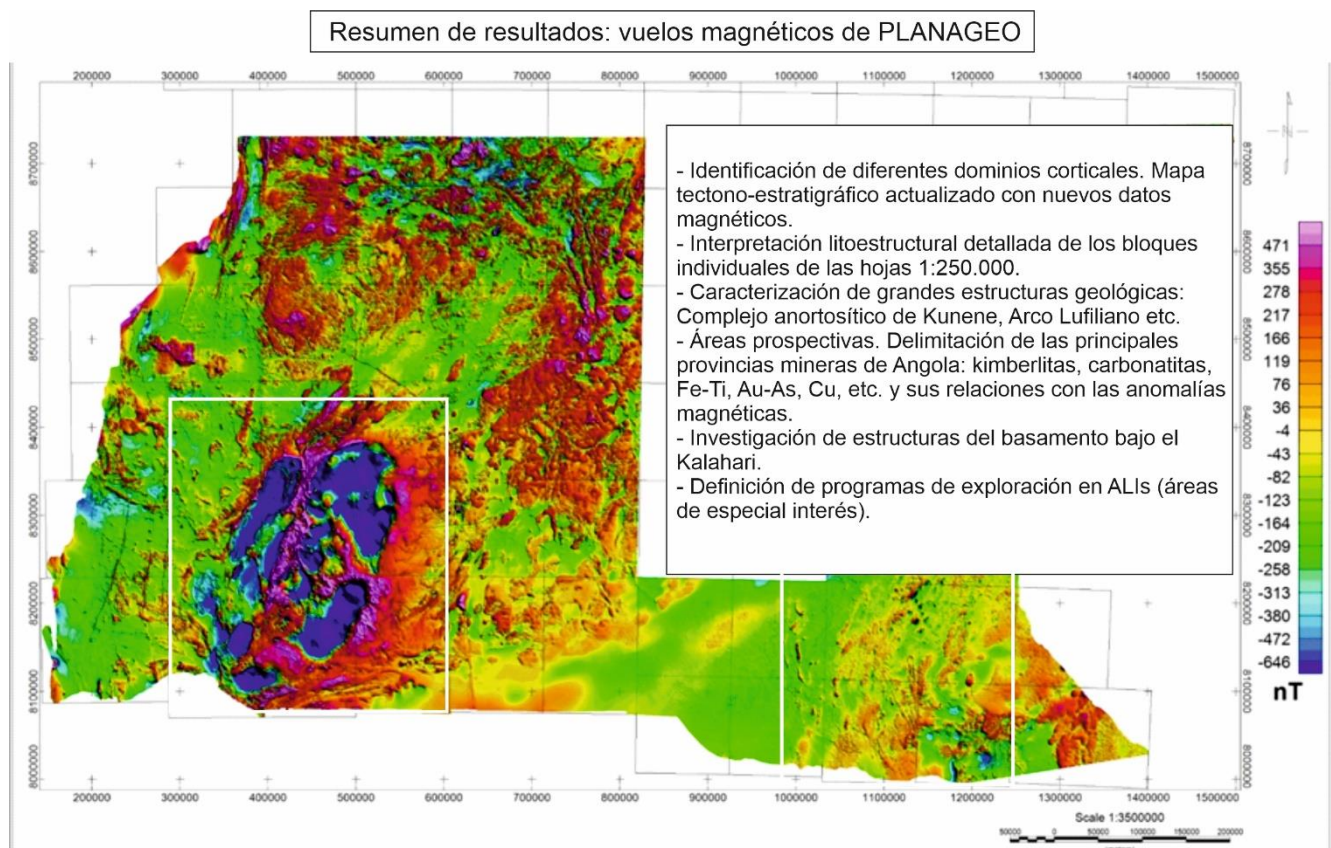
### 3. Resultados del Plan Nacional de Geología en la Zona UTE-PLANAGEO: Series Cartográficas y Trabajos Específicos

#### 3.1. Resumen de resultados UTE-PLANAGEO

Entre los años 2014 y 2022, la UTE realizó de manera exitosa numerosos trabajos multidisciplinares, usando metodologías clásicas de investigación geológica y técnicas geofísicas y geoquímicas punteras, resultando en un amplio catálogo de mapas, memorias y documentación complementaria.

Los trabajos de aerogeofísica (2014-2016) consistieron en la elaboración de la cartografía geofísica fundamental (regional) del campo magnético total y de radiación gamma natural, a partir de datos registrados desde avión, según líneas de vuelo separadas 1 km, a una altura de 100 m.

Los datos adquiridos en los vuelos magnéticos y de radiación gamma son de calidad excelente, contienen multitud de zonas anómalas, y los resultados interpretativos están aportando novedades de gran interés respecto a la geología y recursos minerales del país (Fig. 6). En los dos últimos bloques volados, se detectó, oculta bajo Arenas del Kalahari, la muy probable presencia de la unidad mineralógicamente fértil del Arco Lufiliano Centro-africano. Esta Unidad (también conocida como Faja Cuprífera de Katanga, o *Copper-Belt* de Congo-Zambia), podría tener una extensión en Angola del orden de 80 000 km<sup>2</sup>, y contener importantes recursos de Cu-Co y U (García-Lobón *et al.*, 2017a, b). La noticia fue recibida con gran optimismo por las Autoridades Ministeriales de Angola, que eran desconocedoras de la existencia y posibilidades de la faja cuprífera congoleña en Angola. El *Copper Belt* del extremo SE de Angola fue reconocido por equipos de geología de UTE-IGME-LNEG a finales de 2017 y en 2018, y los trabajos geofísicos de sismica pasiva han mostrado que se encuentra cubierto por una fina capa de Arenas del Kalahari, que en muchas zonas no supera un espesor de 50 m (García-Lobón *et al.*, 2017b; Borges *et al.*, 2018).



**Figura 6.** Mapa magnético reducido al polo de los 8 bloques UTE. Recuadros en blanco: Complejo Anortosítico de Kunene (al SW) e interpretación del *Copper Belt* en Angola (al SE) bajo los sedimentos del Kalahari.

**Figure 6.** Reduced to the pole magnetic map of the studied UTE blocks. Outlined in white: Anorthosite Kunene Complex (SW) and interpretation of the Copper Belt in Angola (SE) under the Kalahari sediments.

La información obtenida a partir de los vuelos geofísicos resultó esencial para los trabajos de interpretación geológico-estructural del basamento, tanto en superficie como en profundidad, y desveló grandes anomalías magnéticas regionales bajo la cobertera sedimentaria de la cuenca del Kalahari, tales como el ya mencionado prolongamiento del Arco Lufiliano en el borde suroriental de Angola, o la extensión real del Complejo Anortosítico de Kunene, resultando ser uno de los mayores complejos básicos-ultrabásicos del mundo (Rey-Moral *et al.*, 2022; Fig. 6).

Los trabajos de Cartografía Geológica consistieron en la toma de datos de campo y muestras de rocas, necesarios para la elaboración de fichas, cartografías y memorias de geología de PLANAGEO.

Todos los trabajos aéreos y de toma de datos de campo y muestreo se desarrollaron en Angola, de acuerdo con las especificaciones técnicas y controles de calidad establecidos por el IGEO. El programa de geología a escala 1:250.000 se efectuó en el período 2016-2018 en tres campañas de campo por año, en promedio, cada una de dos meses y medio de duración. El trabajo cartográfico, con hasta una veintena de equipos IGME-LNEG desplegados simultáneamente en Angola (Fig. 7), avanzó a buen ritmo a pesar de las dificultades logísticas del país. Los programas cartográficos y geotemáticos a escala 1:100.000 y 1:50.000, más reducidos que el anterior, se ejecutaron en campo en 2019 y 2021-2022.



**Figura 7.** Ejemplo de equipo multidisciplinar en los trabajos de campo.

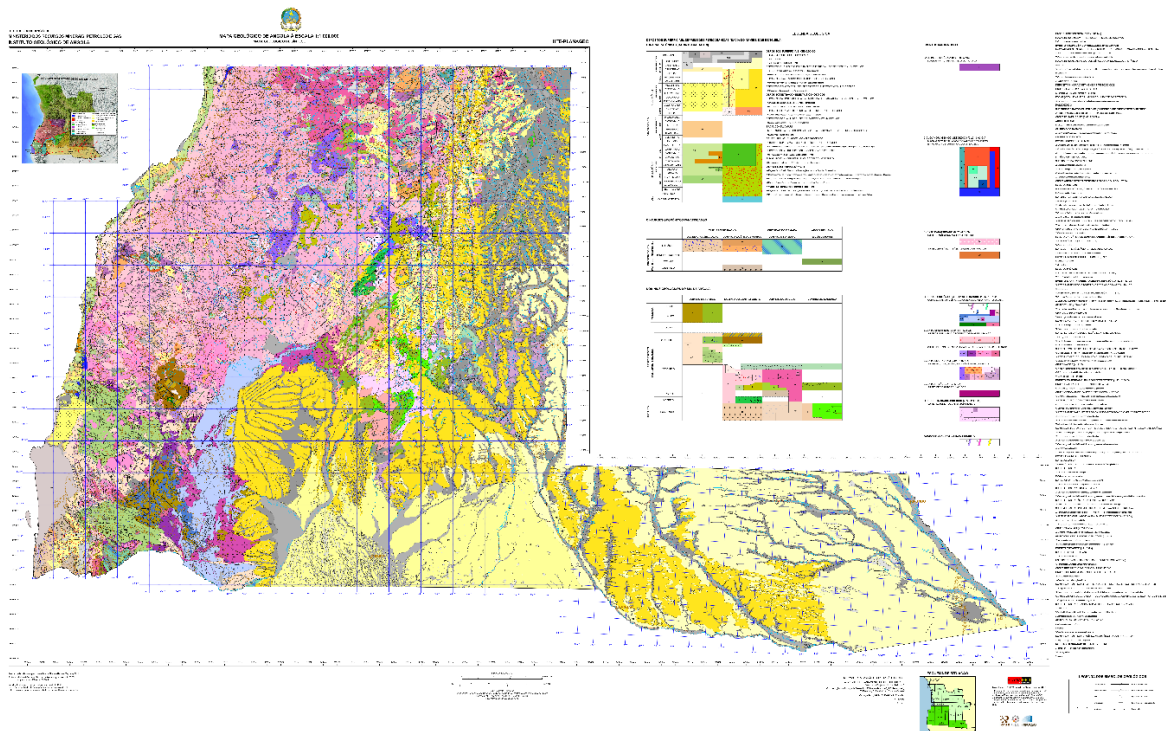
**Figure 7.** Example of multi-disciplinary team during fieldwork.

Los principales retos de la ejecución de los trabajos geológicos en el terreno incluyeron: un cronograma acelerado, impuesto por el IGEO, que obligaba a trabajar en periodos de lluvias e inundaciones estacionales; escasez de información geológica previa; ausencia de bases logísticas para el trabajo de campo en áreas muy distantes y despobladas; dificultad de accesibilidad en caminos y vías poco transitadas y en mal estado; presencia de dispositivos militares en varias áreas abandonados desde la guerra civil (1975-2002); así como imprevistos o riesgos inherentes al trabajo de campo en áreas remotas. El empleo de las más modernas técnicas de trabajo geológico en campo, que incluyó el uso de *tablets* ruggedizadas, *software* de adquisición de datos geológicos georreferenciados *in situ*, dispositivos GPS y magnetómetros, entre otros, junto con completos equipos de alojamiento, manutención, prevención y seguridad, tanto del personal involucrado como de los vehículos todoterreno utilizados (coches-tienda para campamentos móviles), complementaron las metodologías clásicas de levantamiento cartográfico.

Los trabajos de investigación geológica resultaron en la toma de unas 10.000 muestras geológicas, representativas de la gran diversidad de unidades que componen la geología del sur de Angola (Fig. 8; Merino-Martínez *et al.*, 2022a). Un importante volumen de muestras fue procesado para su estudio petrológico, obteniéndose más de 500 análisis litogeoquímicos y unas 400 medidas de geoquímica isotópica en diversos sistemas (U-Pb en circón, Ar-Ar en separados minerales, Sr-Nd en roca total). Esta información fue indispensable para la definición de los distintos eventos magmáticos

y tectono-metamórficos registrados en la región, que abarcan desde el Neoarcaico al Cenozoico, reflejando los procesos de reciclaje cortical continuo acontecidos en el Escudo de Angola, como porción suroccidental del cratón del Congo. Todo ello permitió el reconocimiento de los dominios geológicos del sur de Angola (Fig. 9; Rodrigues *et al.*, 2021; Merino-Martínez *et al.*, 2022a), y deducir su historia geológica, como base conceptual en la elaboración del catálogo cartográfico (figs. 1 y 2). Gran parte de los trabajos de laboratorio de las muestras exportadas a España, al igual que diversas dataciones isotópicas vía U-Pb TIMS fueron realizados en los Laboratorios del IGME en Tres Cantos.

En las zonas cubiertas por los depósitos sedimentarios de la cuenca del Kalahari, localizadas en el extremo sur y suroccidental de Angola (Fig. 8), se realizaron diversos trabajos específicos con fines hidrogeológicos y de apoyo a los trabajos aerogeofísicos y cartográficos: 2.000 km de perfiles de sismica pasiva (SP; Borges *et al.*, 2018), una campaña de sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo (TDEM; Francés *et al.*, 2021) y un muestreo sedimentario para su datación por técnicas de Luminiscencia Ópticamente Estimulada (OSL). A partir de las medidas de SP y de resistividades, junto con la reinterpretación de los datos obtenidos en 482 sondeos eléctricos verticales (SEVs) antiguos, se realizó una interpretación estratigráfica y del espesor de la secuencia sedimentaria del Grupo Kalahari, obteniéndose la localización precisa del nivel piezométrico de los acuíferos naturales, altamente demandados por la sequía del país.

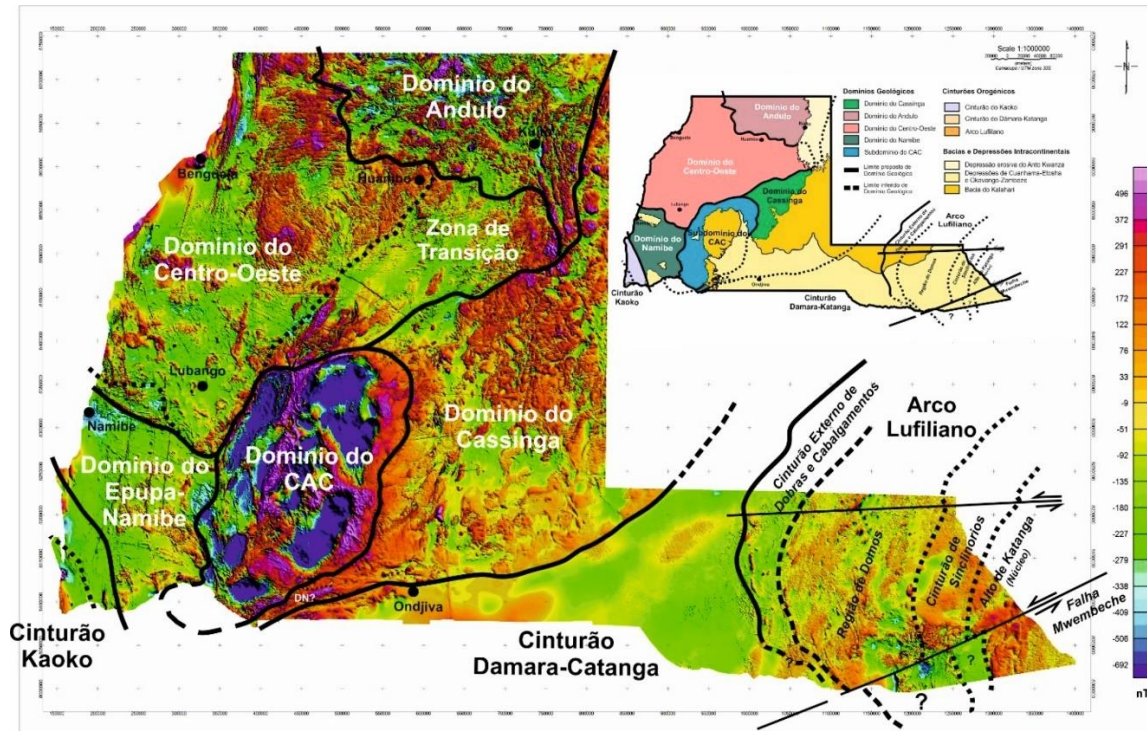


**Figura 8.** Mapa geológico a escala 1:1.000.000 del proyecto UTE-PLANAGEO. Síntesis geológica realizada a partir de los intensos trabajos cartográficos y aerogeofísicos efectuados por el consorcio UTE-PLANAGEO en el SW de Angola.

**Figure 8.** Geological map at a scale of 1:1.000.000 from the UTE-PLANAGEO project. The geological compilation is obtained after the intense works in cartography and aerogeophysical studies carried out from the UTE-PLANAGEO consortium in SW Angola.

Fueron seleccionadas 9 hojas geológicas a escala 1:250.000, que representan la variedad geológica y geoquímica de la región, para la realización de los trabajos de prospección geoquímica regional (Carta Geoquímica de Angola). En paralelo, fueron ejecutados dos programas específicos de investigación minera a escala 1:50.000: Cartas de Rocas y Minerales Industriales de Angola (CARMINA; p.ej., Fernández *et al.*, 2021, 2025) y Cartas de Recursos Minerales Metálicos de Angola (CRMMA, Fig. 10, Merino-Martínez *et al.*, 2022b, Martín-Méndez *et al.*, 2025; Prazeres *et al.*, 2025). En las diversas áreas de interés minero del SW de Angola, particularmente las que incluyen mineralizaciones de Au-Fe, ETR(REE)-Nb-Ta y Ni-Cr-Pt, se realizó un muestreo geológico-petrofísico

de 850 muestras y un exhaustivo estudio geoquímico (4.800 muestras recolectadas y 2.600 análisis químicos *in situ* mediante equipos portátiles de Fluorescencia de Rayos X). Estos trabajos proporcionaron la información básica para delimitar áreas de potencial minero y zonas de interés para exploración de recursos minerales metálicos, a partir de criterios geológicos, geofísicos y geoquímicos multielementales (Fig. 11; Merino-Martínez *et al.*, 2022c). Como parte de los estudios específicos, la UTE creó el laboratorio del Centro de Valorización de Rocas en Congenge (Huíla, Angola).



**Figura 9.** Estructuras geológicas de primer orden (regionales) deducidas de la interpretación conjunta geofísica-geológica del área UTE-PLANAGEO.

**Figure 9.** First order geological structures (regional) deduced from the geophysics-geological joint interpretation, in the UTE-PLANAGEO area.

### 3.2. Balance de Ejecución del Proyecto

A pesar de las dificultades y los retrasos que acumuló el proyecto con más de un año de suspensión de los trabajos de campo en Angola debido a la pandemia mundial covid-19, a finales de 2022 se alcanzó un grado de avance del 99.9 % del mismo.

Hay que destacar que los entregables del Proyecto (más de 400 *items* de facturación; entre ellos, 166 memorias finales listadas en este volumen), han pasado los controles de calidad y verificación de prescripciones técnicas por fiscalizadores internacionales, de acuerdo con los pliegos de condiciones de todas las actividades del contrato (especialmente, toda la aerogeofísica y todas las series cartográficas a distintas escalas, con sus respectivas memorias).

La ejecución del proyecto ha supuesto beneficios anuales en promedio superiores al millón de euros para cada una de las partes de la UTE, debido a: 1) los buenos precios del contrato (por las dificultades logísticas y riesgos del país, reconocidos por las autoridades angolanas; ver Goicoechea & Merino-Martínez, 2025); 2) la acertada gestión institucional y empresarial; 3) la gran rapidez de ejecución de un proyecto de la magnitud de UTE-PLANAGEO; y 4) la economía de medios utilizada (tanto de personal, como materiales).

En conclusión, el impacto del proyecto PLANAGEO para las cuentas de los miembros del consorcio UTE-PLANAGEO ha sido importantísimo en términos de tesorería y crédito generado, a lo largo de toda la vida del proyecto, a falta de liquidar la UTE el presente año 2024.

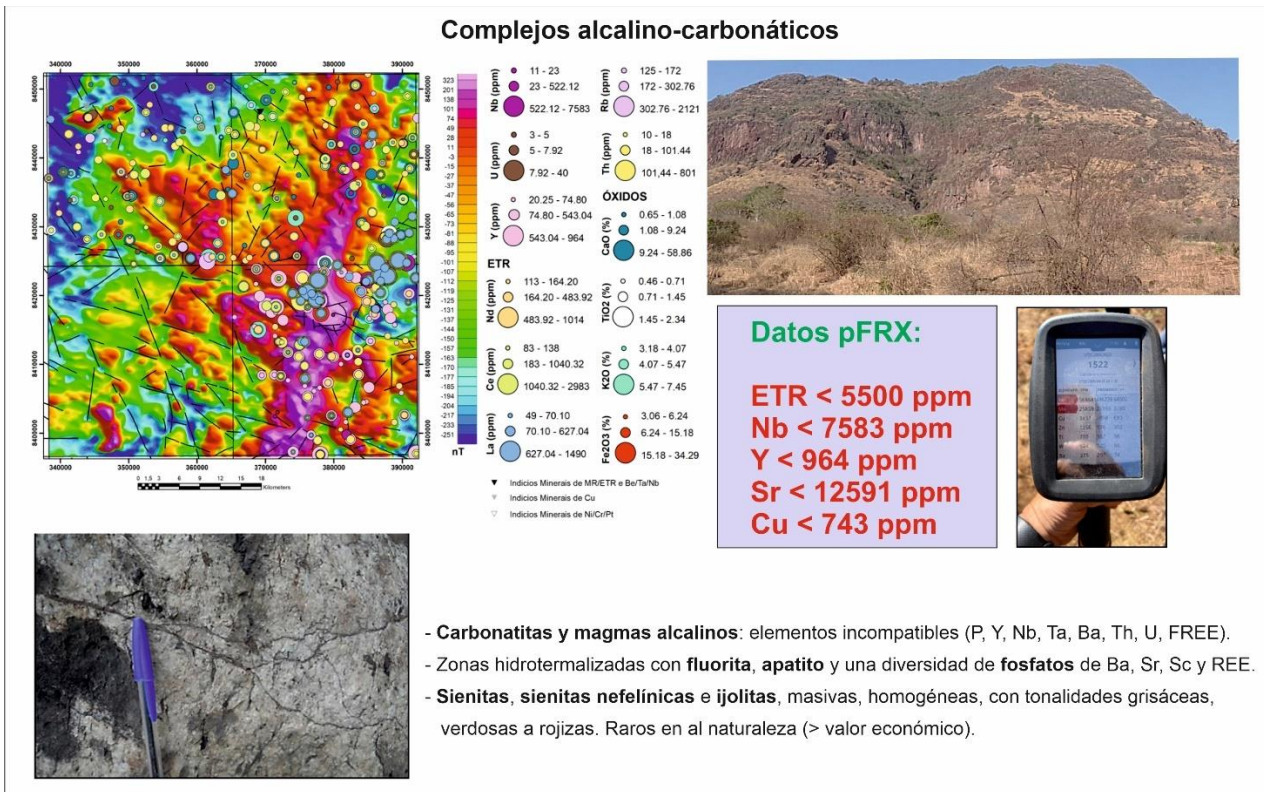


Figura 10. Carta de Recursos Minerales Metálicos. Escala 1:50.000. Cluster ETR-Nb-Ta. Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca. Carta 316-B.

Figure 10. Metallic Mineral Resources Map. Scale 1:50.000. Cluster ETR-Nb-Ta. Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca. Sheet 316-B.

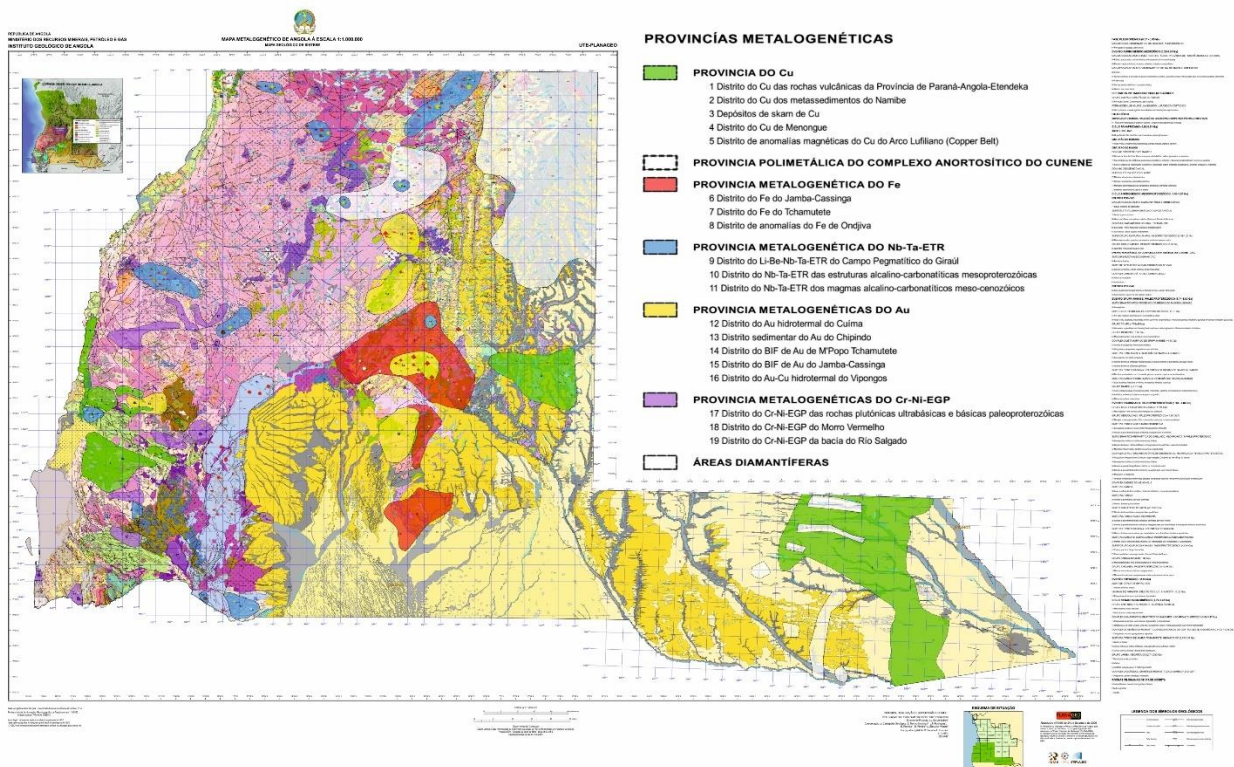


Figura 11. Provincias metalogenéticas, a partir de criterios geológicos, geofísicos y geoquímicos multielementales.

Figure 11. Metallogenetic provinces, based on geology, geophysics and multielemental geochemistry.

#### 4. Conclusión. Impacto nacional e internacional de PLANAGEO

El consorcio UTE-PLANAGEO ha realizado de manera exitosa un proyecto extremadamente difícil, en tiempo breve, y a satisfacción del Cliente. En la Zona 3, fueron cubiertos los objetivos planteados por la Administración Angolana en el programa PLANAGEO. De hecho, la UTE liderada por el IGME (CSIC) fue, de los tres consorcios adjudicatarios en 2013 (los otros dos fueron CITIC y CN, Fig. 1), el único que ha concluido los trabajos de campo y gabinete, alcanzando su ejecución casi el 100% previsto.

La Unión Temporal de Empresas UTE-PLANAGEO, formada por instituciones de investigación públicas y una empresa de ingeniería nacional, ha sido el primer consorcio público-privado de Investigación constituido en España, en asociación con Portugal, y es un claro ejemplo de creación de equipos de trabajo multidisciplinarios, de liderazgo y de eficiencia, que puede abrir futuras colaboraciones con otras entidades para abordar diversos proyectos científico-técnicos.

Además, la participación en proyectos de infraestructura básica en países en vías de desarrollo, es un mérito añadido para el consorcio Ibérico UTE-PLANAGEO, como promotor tanto del avance del conocimiento de recursos geológico-mineros, como del desarrollo económico de países con información geológica deficiente/antigua.

Este proyecto ha promovido el empleo y desarrollo de técnicas analíticas y de prospección de última generación, multidisciplinarias y de elevada resolución (p.ej. geofísica aérea radiométrica y magnética, equipos portátiles analíticos de Fluorescencia de Rayos X; equipos gravimétricos de alta resolución), y el uso de las infraestructuras y técnicas analíticas propias del IGME-CSIC (laboratorios de geoquímica y geocronología de Tres Cantos) y del LNEG, aumentando la visibilidad internacional del centro y de sus instalaciones. Cabe mencionar también las colaboraciones establecidas con grupos y centros de investigación nacionales (Laboratorios IBERSIMS-SHRIMP de la Universidad de Granada; Unidad de Geocronología y Geoquímica Isotópica, Universidad Complutense de Madrid; Grupo de Geociencias Oceánicas, Universidad de Salamanca; Departamento de Geología, Universidad de Oviedo) así como internacionales (ACMELabs Bureauveritas, Canadá; ALS Geochemistry, Johannesburgo, Sudáfrica; Pacific Center for Isotopic and Geochemical Research, Universidad de British Columbia, Canadá; Laboratorio de Geocronología de Alta Resolución, Universidad de São Paulo, Brasil), que facilitaron exitosamente la obtención de resultados analíticos, indispensables para el aumento del conocimiento geológico y geoquímico del suroeste de Angola y para el correcto funcionamiento del proyecto.

Por otro lado, la UTE-PLANAGEO ha promovido la contratación de técnicos y especialistas españoles, portugueses y angoleños, así como ha fomentado la construcción, gestión y desarrollo de infraestructuras científico-técnicas y laboratorios analíticos (Centro de Valorización de Rocas en Congenge; Huíla, Angola), con el fin de que los profesionales propios del país pudieran desenvolverse de manera autónoma una vez finalizado el proyecto PLANAGEO. Por todo ello, puede decirse que el IGME-CSIC, junto al LNEG e Impulso, han sido promotores activos en la creación de infraestructuras de conocimiento en ámbito internacional.

Los trabajos realizados durante el proyecto PLANAGEO en Angola, en colaboración con las instituciones nacionales e internacionales ya citadas, generaron un gran volumen de datos y resultados de alto interés científico. Esta información está actualmente reflejada en un amplio número de mapas y memorias geológicas y geotemáticas, a disposición del Instituto Geológico de Angola (IGEO), y ha sido presentada en diversos congresos de ámbito nacional (4th MMH Sevilla, España, 10/2022; *1st Scientific-Technical Conference of the Geological and Mining Institute of Spain–National Center* (IGME, CSIC), Madrid, España, 07/2022; *10ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*, Toledo, España, 11/2022; *XV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales*, León, España, 10/2023; y *XI Congreso Geológico de España*, Ávila, 2024, con una Sesión dedicada que comprendió 26 comunicaciones y posters), e internacional (*GIC: Geoscience Information Consortium*, Madrid, España, 05/2019; *Conferência Internacional e Exposição das Rochas Ornamentais*, Lubango, Angola, 2019; Feria de la Piedra de Verona, 2019, 2022; *VII Global Stone Congress Batalha–Portugal*, 2023; *INDABA Largest African Mining Investment Event*, Cape Town, Sudáfrica, 2018, 2019; *The 29th Colloquium of African Geology*, Namibia 2023; *EU and Global South International Cooperation based*

on reciprocity, Madrid, España, 2023; y X Congresso Nacional de Geologia, Coimbra, Portugal 07/ 2023, donde se presentaron diversos abstracts relativos a PLANAGEO.

En un futuro cercano, el conocimiento citado tendrá un elevado impacto científico-técnico, no sólo por la promoción de los citados mapas y memorias, sino también por la publicación de los resultados en revistas científicas de índole nacional e internacional. En este momento, se está trabajando en 6 publicaciones científicas en revistas internacionales SCI del primer cuartil (p.ej., *Precambrian Research, Geology, Lithos, American Journal of Science*); y en dos volúmenes monográficos, uno del Boletín Geológico y Minero (publicación propia del IGME-CSIC, Q4), y otro de Comunicações Geologicas (publicación propia del LNEG, Q4), todas relacionadas con resultados científico-técnicos de PLANAGEO; así como en diversas contribuciones para congresos científicos nacionales (pe, quinta edición del Salón Internacional de la Minería MMH, 2024 en Sevilla) e internacionales (*Indaba 2024*, Ciudad del Cabo; *Goldschmidt 2024*, Chicago; EGU 2024; 37th Congreso Internacional de Geología, Busan, 2024). Gran parte de estos trabajos son liderados por investigadoras del IGME-CSIC y del LNEG, cumpliendo con los objetivos de igualdad, no discriminación y promoción de género de los planes de igualdad nacionales y europeos.

Para finalizar, PLANAGEO ha sido una importante fuente de ingresos para el IGME-CSIC que, en la actualidad, continúa financiando acciones directas e investigaciones dirigidas al estudio de elementos críticos en Angola y en España, a través de un gran proyecto intramural. Por tanto, puede afirmarse que PLANAGEO sitúa al IGME-CSIC a la vanguardia del conocimiento de los recursos naturales de una enorme extensión del territorio de Angola, muy poco explorados, y sobre los que existen notables expectativas de materias primas estratégicas, de gran atractivo para compañías nacionales e internacionales de exploración minera. El proyecto PLANAGEO, de esta forma, ha promovido y promueve las relaciones políticas y económicas entre España, Portugal y Angola, siendo el IGME-CSIC uno de los principales enlaces y actores para las mismas, como se ha visualizado en la reciente visita de los Reyes de España a ese país (febrero de 2023).

## Agradecimientos

Este proyecto contó con el apoyo financiero del Gobierno de la República de Angola y fue ejecutado por la UTE IGME-LNEG-IIA bajo la supervisión del Servicio Geológico de Angola (IGEO), y del Ministerio angoleño de Recursos Minerales, Petróleo y Gas (MIREMPET). Nos gustaría expresar nuestra gratitud por la inestimable ayuda prestada por el personal local, que facilitó las difíciles condiciones de ejecución del Proyecto durante nuestro trabajo de campo y la toma de muestras geológicas.

## Authorship contribution statement

**José Luis García Lobón:** Writing - Original Draft, Conceptualization, Methodology, Visualization, Supervision, Project administration, Writing – review & editing.

**Merino Martínez:** Writing - Original Draft, Methodology, Investigation, Data Curation, Visualization, Validation, Supervision, Writing – review & editing.

**Jorge Fernández:** Writing - Original Draft, Methodology, Investigation, Data Curation, Validation, Supervision.

**Maria João Batista:** Methodology, Data Curation, Investigation, Formal analysis.

**João Carvalho:** Formal analysis, Supervision.

**Javier Escuder-Virute:** Methodology, Investigation, Formal analysis, Supervision.

**Vitor Lisboa:** Formal analysis, Investigation, Supervision.

**Raquel Martín-Banda:** Data Curation, Formal analysis, Investigation.

**Alain Francés:** Software, Formal analysis, Investigation.

**Elsa Ramalho:** Writing - Original Draft, Formal analysis, Investigation.

**Carmen Rey-Moral:** Formal analysis, Investigation.

**Iván Martín Méndez:** Writing - Original Draft, Formal analysis, Investigation.

**María del Carmen Feria:** Software, Data Curation, Investigation.

**Tania Mochales:** Formal análisis, Investigation.

**Ezequiel Ferreira:** Methodology, Formal analysis, Investigation.

**Iván Cuervo:** Supervision.

**José Manuel:** Funding acquisition, Supervision.

**Américo da Mata Lourenço Victorino:** Supervision.

## Referencias

- Araújo, A.G., Perevalov, O. V., Guimarães, F., Kondratiev, A.I., Tselikovski, A.F., Khódriev, V.L., Polskoi, F.R., Agueev, Y.I., Voinovski, A.S., Sunda, P., & Joaquim, A. (2001). Catálogo de Recursos Minerais de Angola. Instituto Geológico de Angola, Luanda.
- Borges, J., Alves, D., B. Caldeira, Machadinho, A., Oliveira, A., Carvalho, J., Ramalho, E., Pereira, E., Labaredas, J., & Feliciano, J. (2018). Relatório de aquisição, processamento e interpretação dos dados de ruído sísmico adquiridos na região dos blocos UTE-2, UTE-6 A UTE-8. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 70 p.
- Carvalho, H. (Coordenador) (1982). Carta Geologica de Angola a escala 1: 1.000.000. Publicações do Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- Fernández-Suárez, J., Iglesias-Martínez, M., Goicoechea, P. P., & Gumiel-Gutiérrez J.C. (2021). Notícia explicativa da carta de rochas e minerais industriais Lobito, folha 228-C, escala 1:50.000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 145 p.
- Fernández, J., Lisboa, J.V., Iglesias-Martínez, M., Gumiel, J.C., Feria, M.C., Francés, A., Merino-Martínez, E., Manuel, J., & García-Lobón, J.L. (2025). Maps of Industrial Rocks and Minerals of Angola: CARMINA Project. Products obtained and main results. In: Merino-Martínez, E., and Ramalho, E. (eds.), El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO), Número Monográfico. Boletín Geológico y Minero (136).
- Francés, A., Ramalho, E., Llorente, J. M., García-Lobón, J.L., & Cuervo, I. (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório geofísica terrestre. 2021. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 40 p.
- García-Lobón, J.L., Carvalho, J., Rey-Moral, C., Navas, J, Mochales, T., Machadinho, A., Martín-Banda, R., Alves, D, Gumiel, J.C., López Bahut, M.T., Feria, M.C., & Quental, L. (2017a). Levantamento aerogeofísica área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledeteção. Bloco UTE-7. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 324 p.
- García-Lobón, J.L., Carvalho, J., Rey-Moral, C., Navas, J, Mochales, T., Machadinho, A., Martín-Banda, R., Alves, D, Gumiel, J.C., López-Bahut, M.T., Feria, M.C., & Quental, L. (2017b). Levantamento aerogeofísica área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledeteção. Bloco UTE-8. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 278 p.
- Goicoechea, P.P., & Merino-Martínez, E. (2025). PLANAGEO: breve intrahistoria de un reto. In: Merino-Martínez, E., and Ramalho, E. (eds.), El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO), Número Monográfico. Boletín Geológico y Minero (136).
- Martín-Méndez, I., Merino-Martínez, E., Batista, M.J., Feria, M.C., Prazeres, C., Gumiel, J.C., Iglesias-Martínez, M., Fernández, J., Chinchilla-Benavides, D., Gutiérrez-Medina, M., Buzzzi-Marcos, J., & Manuel, J. (2025). Geochemical exploration using portable X-ray fluorescence (pXRF) analysers in the Giraúl region (Namibe, SW Angola). In: Merino-Martínez, E., and Ramalho, E. (eds.), El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO), Número Monográfico. Boletín Geológico y Minero (136).
- Merino-Martínez, E., Rodrigues, J.F., Ferreira, E., Chamizo, M., Potti, J., Labaredas, J., Francés, A., Morais, A., Oliveira, A., & Pereira, E. (2022a). Notícia Explicativa do Mapa Geológico de Angola,

- escala 1:1.000.000. Zona UTE (Região Sul de Angola). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 111 p.
- Merino-Martínez, E., Martín-Méndez, I., Feria, M.C., Rey-Moral, M.C., Buzzi, J., Rubio, F.M., & Chinchilla, D. (2022b). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos. Escala 1:50.000, Cluster ETR-Nb-Ta. Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca. Carta 316-A. Instituto Geológico de Angola, Ministério de Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, Angola. 220 p.
- Merino-Martínez, E., Buzzi, J., Chinchilla, D., Potti, J., Batista, M.J., & Rodrigues, J.F. (2022c). Notícia Explicativa do Mapa Metalogenético de Angola, escala 1:1.000.000. Zona UTE (Região Sul de Angola). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 136 p.
- Prazeres, C., Batista, M.J., Lopes, R., Barros, B., Labaredas, J., Rodrigues, J.F., & Cordeiro, D. (2025). Portable X-Ray Fluorescence and Gamma Ray Spectrometry exploration in the Serra da Neve Calc-Alkaline Complex, SW Angola. In: Merino-Martínez, E., and Ramalho, E. (eds.), El Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO), Número Monográfico. Boletín Geológico y Minero (136).
- Ramalho, E., Francés, A., Martin-Banda, R., Mateus, T., Llorente J. M., & García-Lobón, J.L., & Cuervo Suárez, I. (coords.) (2021a). Relatório da perfuração dos furos Nº 1, 2, 3, 4, 5. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola), 89 p.
- Ramalho, E., Francés, A., Martin-Banda, R., Mateus, T., Llorente J. M., & García-Lobón, & Cuervo Suárez, I. (coords.) (2021b). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola Relatório Final dos Trabalhos de Hidrogeologia. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola), 56 p.
- Rey-Moral, C., Mochales, T., Merino-Martínez, E., García-Lobón, J.L., López-Bahut, M.T., Martín-Banda, R., Feria, M.C., Ballesteros, D., Machadinho, A., & Alves, D. (2022). Recording the largest anorthositic complex worldwide: The Kunene Complex (KC), SW Angola. Precambrian Research, 379, 1-22.
- Rodrigues, J.F., Merino-Martínez, E., & Ferreira, E. (coords.) (2021). Mapa Tectónico de Angola à escala 1:1.000.000, e Notícia Explicativa. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleo e Gás, UTE-PLANAGEO (IGME-LNEG-Impulso) - Instituto Geológico de Angola (IGEO), Luanda (Angola), 101 p.

## LISTADO DE MEMORIAS, MAPAS E INFORMES PROYECTO UTE-PLANAGEO

### Cartografía aerogeofísica a escala 1:250.000 (8)

- UTE IGME/LNEG/IIA (2015). *Levantamento aerogeofísico área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-1.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 315 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2015b). *Levantamento aerogeofísico área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-2.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 337 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2015a). *Levantamento aerogeofísico área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-3.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 338 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2015c). *Levantamento aerogeofísico área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-4.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 395 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2016). *Levantamento aerogeofísico área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-5.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 439 p.

- UTE IGME/LNEG/IIA (2016). *Levantamento aerogeofísica área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-6*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 346 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2017). *Levantamento aerogeofísica área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-7*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 324 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2017). *Levantamento aerogeofísica área UTE. Relatório de interpretação geofísica (voos MAG/RAD) e teledetecção. Bloco UTE-8*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 278 p.

### Cartografías geológicas a escala 1:250.000 (44)

- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Ngunza, Folha SUL C-33/T (metade Sul), escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 132 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Ucu Seles, Folha SUL C-33/U (metade Sul), escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 175 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Andulo (metade Sul), Folha SUL C-33/X (metade Sul), escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 218 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Benguela, Folha SUL D-33/B, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 160 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Bocoio, Folha SUL D-33/C, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 167 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Kuito, Folha SUL D-33/E, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 194 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Caconda, Folha SUL D-33/J, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 187 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Chitembo, Folha SUL D-33/K, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 192 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Munhino, Folha SUL D-33/M, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 225 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Lubango, Folha SUL D-33/N, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 230 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Quipungo, Folha SUL D-33/O, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 194 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Matala, Folha SUL D-33/P, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 159 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Menongue, Folha SUL D-33/R, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 110 p.

- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Namibe, Folha SUL D-33/S e SUL D-32/Z, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 188 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Cassinga, Folha SUL D-33/X, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 140 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Oncócuá, Folha SUL E-33/B e SUL E-33/H, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 173 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Cahama, Folha SUL E-33/C e SUL E-33/I, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 249 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Ondjiva, Folha SUL E-33/D e SUL E-33/J, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 203 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Nehone-Cafima, Folha SUL E-33/E e SUL E-33/K, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 190 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Savate, Folha SUL E-33/F e SUL E-33/L, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 163 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Rito, Folha SUL E-34/B, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 101 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Anhanra-Uefo, Folha SUL E-34/D, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 99 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Rivungo, Folha SUL E-34/E, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 96 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Calai, Folha SUL E-34/H, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 83 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Mucusso, Folha SUL E-34/J, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 134 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Luiana, Folha SUL E-34/K e SUL D-34/L, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 93 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Uaco-Cungo, Folha SUL C-33/V, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 195 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Gamba, Folha SUL C-33/Z, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 178 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Huambo, Folha SUL D-33/D, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 195 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Camacupa, Folha SUL D-33/F, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 170 p.

- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Equimina Folha SUL D-33/G , escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 296 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Chongorói, Folha SUL D-33/H, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 232 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Cubal Folha SUL D-33/I , escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 179 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2020). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Mutumbo Folha SUL D-33/L , escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 179 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Jamba, Folha SUL D-33/Q, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 259 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Chibia Folha SUL D-33/T , escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 256 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Chibemba, Folha SUL D-33/U, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 208 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Cuvelai, Folha SUL D-33/V, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 211 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Caiundo, Folha SUL D-33/Z, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 168 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Espinheira, Folha SUL E-33/A, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 325 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Bondo, Folha SUL E-34/A, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 121 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Luengue, Folha SUL E-34/C, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 141 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Cuangar, Folha SUL E-34/G, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 122 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Dirico, Folha SUL E-34/I, escala 1: 250.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 133 p.

### **Cartografías geológicas a escala 1:100.000 (15)**

- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Ngungo, Folha 207, escala 1:100.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 167 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica da Amboiva, Folha 208, escala 1:100.000*. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 158 p.

- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica da Benguela, Folha 250-251, escala 1:100.000.* (2021). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 157 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Passe, Folha 252, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 136 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2022). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica da Lola, Folha 316, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 174 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2022). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica da Pescaria Baba, Folha 333, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 151 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2022). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica de Munhino, Folha 334, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 156 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2022). *Mapa e Notícia Explicativa da Carta Geológica do Lubango, Folha 336, escala 1:100.000.* Inst. Geológico de Angola. Minist. dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 171 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa Da Carta Geológica de Capira, Folha 295, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 194 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa Da Carta Geológica de Jamba, Folha 341, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 215 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa da Carta Geológica de Humpata-Cainde, Folha 355, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 208 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa da Carta Geológica de Chibia, Folha 356, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 198 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa da Carta Geológica de Macota, Folha 376, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 146 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa da Carta Geológica de Chibemba, Folha 378, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 174 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021). *Mapa e Noticia Explicativa da Carta Geológica de Expinheira, Folha 417, escala 1:100.000.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 235 p.

### **CARMINA: Cartas de Rocas y Minerales Industriales de Angola a escala 1:50.000 (30)**

- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 228C Lobito, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 131 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 228B Monte-Belo, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 72 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 251C Dombe Grande, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 91 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 316A Cacimbas, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 71 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 316B Bonga-Vombo, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 84 p.

- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 316D Tchivira-Bonga, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 94 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 333B Piambo, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 73 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 334C Chípia, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 78 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 335C Assunção, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 85 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 338A Bembere, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 69 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 353B Mirapraia, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 114 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 354A Naobva, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 94 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 354B Cuanhangue, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 131 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA. Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 375A Vitumba, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 98 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 375B Virei, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 114 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 398B Gambe, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 69 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 420B Otchindjau, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 82 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 209C Cossongue, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 90 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 235A Ringoma, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 84 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 256D Huambo, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 106 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 274B Equimina, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 117 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 277A Cubal, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 99 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 355B Humpata, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 102 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 357A Dongue Norte, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 102 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 357C Dongue Sul, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 103 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 376A Macota, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 95 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 376C Macota, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 93 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 377B Chiange, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 84 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 378A Chibemba Norte, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 124 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Cartas de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 378C Chibemba Sul, e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, 107 p.

### Cartografías geológicas a escala 1:500.000 (8)

- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE-1 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 222 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE-2 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 138 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE-3 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 172 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE-4 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 186 pp
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE-5 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Luanda, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas . Luanda. 145 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE6 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 186 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2020). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE7 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 114 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Carta Geológica de Angola à escala 1:500 000, Bloco UTE8 e Notícia Explicativa (1ª edição). IGEO, Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas. Luanda, 104 p.

#### **Cartografías geotemáticas a escala 1:1.000.000 (4)**

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Mapa Geológico de Angola à escala 1:1.000.000, e Notícia Explicativa. Zona UTE (Região Sul de Angola). (Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). Luanda, 105 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Mapa Metalogenético de Angola à escala 1:1.000.000, e Notícia Explicativa. Zona UTE (Região Sul de Angola). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). Luanda, 128 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Mapa Tectónico de Angola à escala 1:1.000.000, e Notícia Explicativa. Zona UTE (Região Sul de Angola). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). Luanda, 101 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Mapa Hidrogeológico de Angola à escala 1:1.000.000, e Notícia Explicativa. Zona UTE (Região Sul de Angola). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). Luanda, 54 p.

#### **CARMMA: Cartas de Recursos Minerales Metálicos de Angola a escala 1:50.000 (39)**

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Cuíma-Samboto, Carta 280B, Calonda, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 157 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Cuíma-Samboto, Carta 280C, Mande, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 170 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Cuíma-Samboto, Carta 280D, Ngovi, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 159 p.

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Chipindo, Carta 300B, Sacalombo, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 148 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Chipindo, Carta 300C, Calondada, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 157 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de Chipindo, Carta 300D, Chipindo, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 144 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster da Jamba, Carta 341A, Jamba, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 113 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster da Jamba, Carta 341B, Jamba, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 82 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster da Jamba, Carta 341C, Jamba, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 78 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster da Jamba, Carta 341D, Jamba, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 76 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1–Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 360B, M'Popo, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 81 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 360C, M'Popo, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 86 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 360D, M'Popo, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 103 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 361A, Tchamutete, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 175 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 361C, Bambi, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 176 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 1 – Au-Fe, Subcluster de M'Popo-Tchamutete, Carta 381D, M'Popo, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 89 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 207A, Calipi, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 158 p.

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 207B, Catanda, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 154 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 295A, Capira, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 111 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 295B, Capira, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 104 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 295C, Capira, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 108 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Catanda, Carta 295D, Capira, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 113 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca, Carta 316A, Cacimbas, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 214 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca, Carta 316B, Bonga-Vombo, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 215 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca, Carta 316D, Tchivira-Bonga, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 217 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca, Carta 336B, Nocanda, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 191 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 2 – ETR-Nb-Ta, Subcluster de Tchivira-Bonga-Nonhoca, Carta 336C, Arimba, escala 1:50 000. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 196 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 333D, Manome, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 166 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 334C, Chípia, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 167 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 334D, Tchonga, escala 1:50 000. Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 162 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 353B, Mirapraia, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 170 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 354A, Naobva, escala 1:50 000. (2022). Inst.

- Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 171 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Giraúl, Carta 354B, Cuanhangué, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 166 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Humpata, Carta 355A, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 79 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Humpata, Carta 355C, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 76 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Humpata, Carta 355D, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 77 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Chibia-Hamutenha, Carta 356A, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 68 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Chibia-Hamutenha, Carta 356B, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 67 p.
  - UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Notícia Explicativa da Carta de Recursos Minerais Metálicos, Cluster 3 – Cr-Ni-EGP, Subcluster de Chibia-Hamutenha, Carta 356D, Humpata, escala 1:50 000. (2022). Inst. Geológico de Angola. Minist. Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 114 p.

### **Cartografia Geoquímica a escala 1:250.000 (9)**

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/D, Huambo. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Inst. Geológico de Angola. Minist. dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 29 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/H, Chongorói. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Inst. Geológico de Angola. Minist. dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 37 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/I, Cubal. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 32 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/M, Munhino. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Inst. Geológico de Angola. Minist. dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 31 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/N, Lubango. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Inst. Geológico de Angola. Minist. dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 31 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/O, Quipungo. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 29 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/P, Matala. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 30 p.

- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/S, Namibe. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 31 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2022). Carta Geoquímica de Angola. Folha Sul D-33/T, Chibia. Escala 1:250.0000. Relatório Final dos Trabalhos da Amostragem Geoquímica. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola). 34 p.

### Informes investigación hidrogeológica en el Kalahari de la provincia de Cunene (8)

- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório da perfuração do furo hidrogeológico N°1. Furo F2. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 20 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório da perfuração do furo hidrogeológico N°2. Furo F1. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 18 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório da perfuração do furo hidrogeológico N°3. Furo F4. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 17 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório da perfuração do furo hidrogeológico N°4. Furo F5. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 17 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório da perfuração do furo hidrogeológico N°5. Furo F6. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 18 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório Final Hidrogeologia. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 56 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2021). Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero KOH em Angola. Relatório geofísica terrestre. Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 40 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2018). *Relatório de aquisição, processamento e interpretação dos dados de ruído sísmico adquiridos na região dos Blocos UTE-2, UTE-6 A UTE-8 em outubro de 2017.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 70 p.
- UTE IGME, LNEG, IIA (2018). *Relatório de aquisição, processamento e interpretação dos dados de ruído sísmico adquiridos na região dos Blocos UTE-5, UTE-6, UTE-7 E UTE-8 em maio-junho de 2018.* Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, 77 p.