

RESEARCH ARTICLE

PLANAGEO: a brief inside story of a challenge

PLANAGEO: breve intrahistoria de un reto

 Pedro Pablo Goicoechea García^{1*},  Enrique Merino-Martínez²

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

²Departamento de Geología y Subsuelo, Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), c/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España

Corresponding author: pp.goicoechea@igme.es (Pedro Pablo Goicoechea García)

Key point:

Challenges and adversities in an inhospitable environment for the pursuit of geological knowledge in Angola.

Brief list of PLANAGEO Project's work, difficulties and achievements.

Importance of the team's commitment to overcoming the challenges of an extremely demanding project.

ABSTRACT

This article takes an intimate look at the PLANAGEO Project, the National Geological Plan of Angola. The aim is to give a close and human view, based on personal experiences, of what has been an enormous scientific challenge that has brought order and geological knowledge to an important part of the territory of the Republic of Angola. To this end, the sensations, fears and setbacks that occurred are described, from the first journeys to the brilliant achievement of the objectives of geological mapping of 480 000 km². This article reflects the conditions of the country, the difficulty of access, the climatic adversities, diseases, as well as other problems of accommodation, supply and various mishaps that occurred during the different phases of the project. The complexity of the geology of the southern part of the country, the grandeur of the environment, and its faunal and ethnological diversity are briefly explained and illustrated, as is the commitment and enthusiasm of the participants in the challenge.

Keywords: Angola; PLANAGEO; Geological Mapping Challenges; Project achievements; UTE IGME/LNEG/IIA participants.

Article History:

Received: 08/06/2024

Accepted: 05/03/2025

Published: 22/08/2025

Puntos clave:

Retos y adversidades en un medio inhóspito para la consecución de conocimiento geológico en Angola.

Breve enumeración de trabajos, dificultades y logros del Proyecto PLANAGEO.

Importancia del compromiso del equipo humano de trabajo para superar los retos de un proyecto extremadamente exigente.

RESUMEN

El presente artículo nos acerca de forma íntima al Proyecto PLANAGEO, el Plan Nacional de Geología de Angola. Se pretende dar en él una visión cercana y humana, a partir de diversas experiencias propias, de lo que ha sido un enorme reto científico que ha dado lugar a un profundo conocimiento geológico en una parte importante del territorio de la República de Angola. Para ello, se narran las sensaciones, temores y contratiempos acontecidos desde los primeros viajes hasta la consecución, de forma brillante, de los objetivos de cartografía geológica de una extensión de 480 000 km². Queda reflejado el estado en que se encontraba el país, la dificultad de los accesos, las adversidades climáticas, enfermedades, así como otros problemas de alojamiento, abastecimiento y diversos percances acaecidos durante las distintas fases del proyecto. Se expone, de forma breve, lo complejo de su geología y se enseña en imágenes la grandiosidad del entorno, su diversidad faunística y etnológica, así como del buen hacer y entusiasmo de los participantes en el reto.

Palabras clave: Angola; PLANAGEO; Geología; Logros del Proyecto; Participantes UTE IGME/LNEG/IIA.

Historial del artículo:

Recibido: 08/06/2024

Aceptado: 05/03/2025

Publicado: 22/08/2025

Citation / Cómo citar este artículo: Goicoechea García, P.P., Merino-Martínez, E. (2025). PLANAGEO: a brief inside story of a challenge. Boletín Geológico y Minero, 136(1), 002. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin/136.1/002>.

1. Introducción

Angola es un país rico en recursos a tal punto que, a principios de los años setenta, destacaba como el tercer productor de café a nivel mundial (Hodges, 2001). En las últimas décadas y desde el fin de la guerra civil en el año 2002, su economía se basa en dos recursos naturales: hidrocarburos y diamantes. Sin embargo, las crisis económicas acontecidas a nivel mundial desde el año 2005 golpearon fuertemente su economía. Para sortear esta situación de dependencia, el gobierno de la República de Angola lanza el reto de invertir en la cartografía geológica de la totalidad del territorio de Angola con el fin de incrementar un rápido desarrollo y favorecer la atracción de inversores para la explotación de materias primas de minerales y rocas. Sin el conocimiento geológico del terreno, su historia y procesos, no se podía planificar la modernización de Angola y llevar a cabo la ordenación del territorio que permitiese una mejora efectiva de las condiciones socioeconómicas. Para este fin, fue creado el Plan Nacional de Geología de Angola (PLANAGEO) en el año 2009 (Diário da República, I Série, n.º 181, de 24 de septiembre de 2009).

El proyecto PLANAGEO ha sido uno de los proyectos de investigación geológica más ambiciosos de la última década a nivel mundial. El consorcio UTE Planageo, formado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Laboratório Nacional de Geologia e Energia (LNEG) y la empresa Impulso Industrial Alternativo S.L. (IIA) obtuvo en el año 2013 el contrato para ejecutar los trabajos de geología, geofísica y geoquímica en la región sur del país, el Bloque UTE (Fig. 1), que se extiende desde el sur de la provincia de Cuanza Sul y el norte de Bié hasta la frontera con Namibia, con una superficie total de unos 480000 km². La Zona UTE fue dividida en diversos bloques de trabajo a escala 1: 500000 y, a su vez, en cartas geológicas a escala 1: 250000 (Fig. 1). Cartas geológicas de superficies inmensas (ca. 12000 km²), cada una de las cuales con características geológicas peculiares y rasgos geomorfológicos y climáticos que condicionaron los paisajes, los accesos, las poblaciones, y los diversos contratiempos que los equipos de campo tuvieron que afrontar.

El proyecto PLANAGEO, con un plazo inicial de ejecución de 5 años (2014-2019), sufrió de diversos atrasos, debido a factores inherentes al proyecto y al país, y otros relacionados con factores externos, como fue el caso de la pandemia mundial COVID-19, lo que obligó a retrasar la finalización de los trabajos, -de manera exitosa-, a mediados del año 2022. Este relato quiere poner en valor el gran esfuerzo dedicado por todo el personal que participó en el proyecto, una parte importante de personal propio del IGME, tanto realizando trabajos de campo o en gabinete dando soporte técnico al personal en campo (las *Tablet* y PCs se “cocían”), como para la consecución de los objetivos y las entregas, y al resto de personal autóctono contratado para la ocasión.

2. Unas breves reseñas de Angola

Angola se sitúa en la parte occidental de África Austral (ver recuadro en Fig. 1), entre la zona de climas tropicales próxima al Ecuador y la zona de sabana y desierto. Climatológicamente pueden distinguirse dos regiones bien diferenciadas: la baja y cálida franja costera, seca y árida en el sur, y la gran altiplanicie interior, cubierta de bosques y sometida a un régimen de lluvias intenso (Diniz, 1991). La temperatura, aunque tropical, se halla suavizada en la costa por la corriente fría de Benguela, y en el interior por la altura. El área de trabajo en la Zona UTE (Fig. 1) cubría las regiones de la orla litoral Atlántica y llanuras costeras áridas del suroeste del país; la zona interior del país, cuya topografía varía de los 500 hasta los 2400 m desde las superficies intermedias hasta las regiones planálticas, en las Mesetas de Humpata y de Bié; (Feio, 1981), encontrándose regiones selváticas, al norte; zonas de sabana, hacia el sur; y las zonas desérticas del Kalahari, situadas preferentemente al sureste de la región (Fig. 2).



Figura 1. Localización de Angola en el África Austral (polígono rojo en recuadro) y formas de relieve del país. El área limitada con línea roja muestra el bloque de trabajo asignado al consorcio UTE PLANAGEO. Se indica también la división de bloques de trabajo a escala 1:500 000 (líneas amarillas) y la división de cartas a escala 1: 250 000 (líneas blancas punteadas). Se muestra la localización de las provincias del país (texto en negro con línea blanca) y la localización de las principales localidades o lugares emblemáticos citados en el texto (texto blanco en cursiva y texto negro en cursiva, respectivamente).

Figure 1. Location of Angola in Southern Africa (red polygon in figure inset) and landforms of the country. The area limited with a red line shows the working area assigned to the UTE PLANAGEO consortium. The division of blocks at a scale of 1:500 000 (yellow lines) and the division of geological sheets at a scale of 1: 250 000 (dotted white lines) are also indicated. Also shown is the location of the country's provinces (black text with fine white line) and the location of the main localities or landmarks cited in the text (white text in italics and black text in italics, respectively).

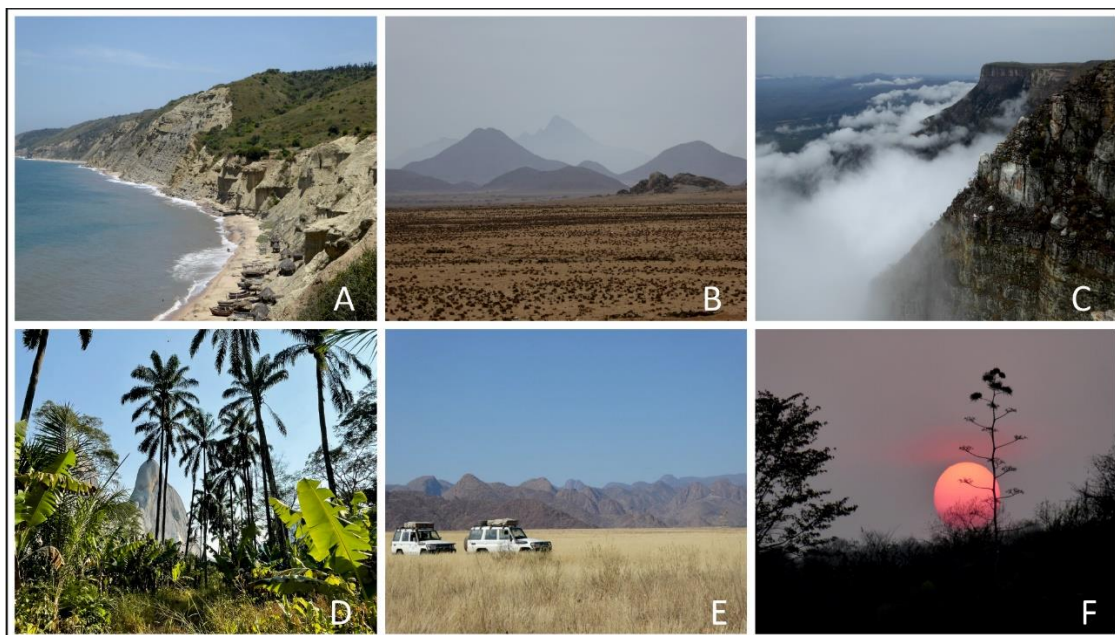


Figura 2. Diversidad de ambientes geológicos, climas y orografías: A) Estratos del Albiense en la costa norte de Lobito. B) Relieves residuales de domos o *inselbergs* en la Superficie Intermedia. C) Gran Escarpe en la Sierra de Chela. D) Selva tropical en Ucu Seles. E) Vehículos 4x4 de la UTE atravesando la sabana y montañas desérticas de la provincia de Namibe. F) Atardecer en Chiange-Tomba.

Figure 2. Diversity of geological environments, climates and orography: A) Albian strata on the north coast of Lobito. B) Dome or inselberg residual reliefs on the Intermediate Surface. C) Great Escarpment in the Chela Mountains. D) Tropical rainforest in Ucu Seles. E) UTE 4x4 vehicles crossing the savannah and desert mountains of Namibe province. F) Sunset at Chiange-Tomba.

Angola es el sexto país en extensión de África (1 246 700 km², contando la extensión del enclave de la provincia noroeste de Cabinda, de 7 283 km²). La población de Angola supera actualmente los 36 millones de habitantes, si bien, este censo es difícil de considerarse como fiable dadas las circunstancias del país. Es un territorio con población principalmente joven. Su índice de fecundidad es de 5.4 hijos por mujer, con una media de edad que se sitúa por debajo de los quince años, aunque su esperanza de vida apenas alcanza los cincuenta (García Rodríguez *et al.*, 2014). Existen más de cincuenta etnias distribuidas por el país entre las que sobresalen los *ovimbundu*, con casi un 40% de habitantes, seguidos de los *kimbundu* que son un cuarto de la población, siendo el resto minoritarias, inferiores al 10% o menos cada una de ellas (Redinha, 1975). La lengua oficial es el portugués, hablada por tres cuartas partes de la población, pero existen en el país más de 20 lenguas consideradas nacionales. Aun así, el acceso a la escolarización y educación secundaria es relativamente bajo, derivado también del desigual reparto de la riqueza entre sus habitantes, por lo que el índice de analfabetismo y el número de personas que viven por debajo del umbral de la pobreza es bastante elevado (García Rodríguez *et al.*, 2014), siendo mucho más acusado en los poblados remotos a las ciudades principales (Fig. 3A, B).

El impacto en las infraestructuras tras la independencia del país en 1975 y, en mayor medida, tras la guerra civil inmediatamente posterior (1975-2002) es evidente. Numerosas edificaciones y estructuras portuguesas de la época colonial se encuentran generalmente destruidas o mal conservadas, aunque algunas todavía se utilizan como viviendas, escuelas o iglesias, entre otros usos (Fig. 3C, D). Los puentes, las carreteras y las vías de tránsito también sufrieron las consecuencias de este largo periodo bélico (Fig. 3E, F). De acuerdo con los datos del Instituto Español de Comercio Exterior de 2017, la red de carreteras de Angola cubre alrededor 76 000 km, siendo un 57% de las carreteras de tierra (*picadas*), mientras que únicamente el 27% se encuentra asfaltada. El resto de carreteras se encuentra en proceso de construcción o de restauración, en gran medida realizado a partir de 2018. Aun así, el 45% del total de las carreteras se encuentra en estado deteriorado o en condiciones críticas (ICEX, 2017), lo cual fue un gran obstáculo a la hora de realizar los trabajos de campo.



Figura 3. Estado de las infraestructuras: A) Pequeño poblado (*kimbo*) en la región de Bibala (provincia de Namibe). B) Espacio utilizado como escuela en la región de Dinde-Lola (Quilengues). C) Ruinas de una escuela colonial en Botera (Cuanza Sul). D) Ruinas de una iglesia colonial en Chila (Benguela). E) De algunos puentes solamente quedaban los pilares. Región de Lola (Quilengues). F) El deterioro de los puentes y caminos obligaba a pasar los cauces de ríos vadeando.

Figure 3. State of the infrastructure: A) Small village (*kimbo*) in the Bibala region (Namibe province). B) Space used as a local school in the Dinde-Lola region (Quilengues). C) The ruins of a colonial school in Botera (Cuanza Sul). D) Ruined building of a colonial church in Chila (Benguela). E) Of some bridges, only the pillars remained. Lola region (Quilengues). F) The deterioration of the bridges and roads meant that riverbeds had to be waded across.

3. La primera toma de contacto con Angola en el año 2015

ANGOLA. Una y otra vez en nuestros pensamientos, en nuestras vivencias, en nuestra memoria. ANGOLA. A quienes nos embarcábamos en el proyecto, Angola sonaba a selvas, animales salvajes, a aventuras en África. Nos inquietaba la terrible historia sufrida por el pueblo angoleño, las guerras coloniales de independencia, la fratricida guerra civil. Por motivos personales o familiares, teníamos conocimiento de los episodios vividos durante la descolonización y de los años posteriores, muchos años, demasiados años, de guerra y hambrunas vistas en parte en los noticiarios televisivos.

El proceso de desminado ya llevaba años ejecutándose y gran parte de las minas se había retirado. Las zonas desminadas solían estar señaladas con carteles o pintadas rojas de advertencia (Fig. 4A, B, C); aunque, en general, eran zonas sospechosas de riesgo. Los lugares en que aún se hacía constar la presencia de las minas explosivas se encontraban localizados, pues habían sido puntos estratégicos militares, entornos de puentes, ciudades o pueblos, y zonas de frentes limitados. No obstante, veíamos personas mutiladas. Y llamativamente la presencia de armas, sobre todo del mítico “AK-47, Kalashnikov” (Fig. 4D). Lo portaban guardias de seguridad en la puerta de cualquier establecimiento, bancos, hoteles, gasolineras, farmacias, supermercados, edificios, etc. Aunque ya se habían retirado miles de armas en diversas campañas, aún permanecían otras muchas en la calle, con el correspondiente peligro de la delincuencia. La desmovilización en los acuerdos políticos que pusieron fin a la guerra trajo la necesidad de emplear a exsoldados como guardias de seguridad, en un contexto socio-económico destacado por una economía muy deficiente y una sociedad necesitada de medios de subsistencia.



Figura 4. La herencia de la guerra civil sigue presente: A) Cartel de advertencia de presencia de minas explosivas. B) Estaca de madera (casi invisible) pintada delimitando el desminado. C) Marca de área desminada en un árbol. D) Guardia de seguridad en la puerta de una gasolinera.

Figure 4. Legacy of civil war still present: A) Explosive mine warning sign. B) Painted (almost invisible) wooden stake bounding the mine clearance site. C) Demining area mark on a tree. D) Security guard at the door of a petrol station.

Encontrar profesionales de la geología con disposición y disponibilidad para formar los equipos de trabajo de campo no fue fácil. El miedo a los campos minados (se calcula que se habían enterrado más de un millón de minas durante las guerras), a los animales salvajes (finalmente, casi inexistentes a excepción de en la zona fronteriza con Namibia y de en los parques nacionales o reservas; p.ej., en los Parques Nacionales de Kissama o de Bicuar, o en los recintos protegidos del Kimbo do Soba o Pululukwa, entre otros), a las numerosas y diversas serpientes, los innumerables insectos, (que desde mosquitos, hormigas “bisondes”, avispas alfareras a alacranes y escorpiones, por citar algunos, podían acechar en cualquier momento) (Fig. 5); las posibles enfermedades que se pudieran contraer (a la cartilla de vacunación le faltaban hojas para anotar todas las que nos tuvimos que inocular, junto con las que no disponían de vacuna) y la duración de los períodos de trabajo desplazados (campañas de trabajo de campo de 2-3 meses, espaciadas entre 1 y 2 meses) hicieron que un gran número de colegas renunciaran a enrolarse.



Figura 5. Fauna fotografiadas durante los trabajos en Angola: A) alacrán negro (escorpión plano de roca o escorpión gigante) liquidando una escolopendra tigre, encontrados al levantar una roca; B) nido de avispas negras africanas; C) araña camello; D) saltamontes cebra amarillo; E) escarabajo *Petascelis remipes* (también denominado “ramita gigante Wilter”); F) lagarto de fuego (agama agama); G) lagarto agama de cabeza azul; H) rana payaso reticulada; I) camaleón africano; J) víbora cornuda (foto de J. Labaredas). K-R) Diversos animales exóticos encontrados en los trabajos de campo o protegidos en parques nacionales y recintos privados: K) gallina pintada, denominada “galinha do mato”, común en todos los poblados de Angola; L) primate catarrino (tipo cercopiteco verde o vervet; P.N. de Kissama); M) antílope del Cabo o imbabala (P.N. de Kissama); N) antílope Kudu (P.N. de Kissama); O) cocodrilo africano occidental o cocodrilo del desierto (Kimbo do Soba, Lubango); P) antílope ñu azul (P.N. de Kissama); Q) cebra pastando en el recinto protegido del Pululukwa (Lubango); R) elefante africano (P.N. de Kissama).

Figure 5. Fauna photographed during the fieldwork in Angola: A) black scorpion (flat rock scorpion or giant scorpion) killing a tiger scolopendra, found when picking a stone; B) nest of African black wasps; C) camel spider; D) yellow zebra grasshopper; E) *Petascelis remipes* bug (also known as Giant Twig Wilter); F) fire lizard (agama agama); G) blue-headed agama lizard; H) reticulated clown tree frog; I) African chameleon; J) horned adder (photo of J. Labaredas). K-R) Various exotic animals from Angola, found in the field or protected in national parks and private enclosures: K) Guinea fowl, known as “Galinha do mato”, common in all Angolan villages; L) catarrhine primate (green cercopithecine or vervet type; Kissama N.P.); M) Cape bushbuck or imbabala (Kissama N.P.); N) Kudu antelope (Kissama N.P.); O) West African crocodile or desert crocodile (Kimbo do Soba, Lubango); P) blue wildebeest antelope (Kissama N.P.); Q) zebra grazing in the Pululukwa protected area (Lubango); R) African elephant (Kissama N.P.).

Tres geólogos portugueses y cuatro geólogos españoles habíamos sido contratados a finales de 2014, inicios de 2015 (Fig. 6A, B). En principio éramos cuatro españoles (uno se había retirado del proyecto) puesto que el primer bloque de hojas geológicas a realizar (el grupo de cartas del extremo suroeste del país) se componía de ese número. La fecha de comienzo efectiva de los trabajos de campo se estimaba a principios de 2015, pero el proyecto ya iba con retraso por motivos ajenos al consorcio (principalmente, por falta de financiación tangible por parte del Gobierno de Angola). Desde entonces nuestro trabajo había consistido, de forma intermitente, en recopilar información, adaptarnos a la metodología y medios informáticos de los registros mediante una *Tablet*, planificar las campañas de campo y esperar a que los trabajos de campo pudiesen iniciarse. Mientras tanto, se realizaron los vuelos aerogeofísicos regionales y se generaron diversos mapas radiométricos y magnéticos para los bloques de trabajo, que tuvieron bien entretenidos a los equipos de geofísica y teledetección, y cuyos resultados tanto nos servirían para la interpretación geológica en fases posteriores del proyecto.



Figura 6. Primer viaje y serie de contrastes en el país: A) Noviembre 2015. De derecha a izquierda: J. Labaredas, A. Oliveira, Pombal, J. Feliciano, P. González, L. Quintana, P.P. Goicoechea. B) Como se puede ver en la foto de la derecha, no estábamos delante de una roca. C) Matorrales de espinos salvajes. D) Termitero catedral (altura aproximada de 2 metros). E) Carretera internacional en el tramo de Lubango a Benguela, con numerosos agujeros y baches, y peatones caminando por sus márgenes. F) Restos de vehículo siniestrado, completamente saqueado tras su abandono. G) Panorámica de la Sierra de Chela, observándose las casas y *musseques* de la ciudad de Lubango a pie de montaña. H) La impresionante carretera serpenteante de la Sierra de Leba.

Figure 6. First trip and a series of contrasts in the country: A) November 2015. From right to left: J. Labaredas, A. Oliveira, Pombal, J. Feliciano, P. González, L. Quintana, P.P. Goicoechea. B) The image on the right shows we were not standing in front of a rock. C) Thorny prickly bush. D) Cathedral Termite Mound (approximately 2 metres high). International highway on the section from Lubango to Benguela, with numerous holes and potholes, and pedestrians walking along the side of the road. F) Remains of a wrecked vehicle, completely looted after being abandoned. G) Panoramic view of the Sierra de Chela, showing the houses and *musseques* of the city of Lubango at the foot of the mountain. H) The impressive winding road of the Leba Mountains.

Tras la larga espera, finalmente volábamos hacia allí. Era nuestro primer viaje, noviembre de 2015. Miles de lucecitas de los *musseques* (barrios de infraviviendas) que conforman el entorno del aeropuerto de Luanda nos anunciaban que ya llegábamos. Algo más al oeste, mezcla de casitas y edificios de cristal modernos con la línea del puerto y buques dispersos anclados emitiendo reflejos de un océano calmo de luz de amanecer. Y al desembarcar del avión, el choque térmico; un calor abrumador y sofocante, húmedo y de bochorno. Lentitud de revisión de pasaportes, miradas de guardias uniformados y mezcla de satisfacción, inquietud y novedad. Nos trasladan a la sede de la oficina del proyecto. Por el camino, gente y más gente, coches, motocarros y *carrinhas* (*pickups*) por doquier. Tomamos un café. Nos presentamos el equipo de tres españoles y de tres portugueses con los que vamos a trabajar, y a un angoleño, Pombal (Fig. 6A, B). La finalidad de este primer viaje era la de recorrer tanto las áreas de las primeras hojas como las zonas colindantes para reconocer el estado de las comunicaciones existentes de carreteras y caminos (*estradas* y *picadas* en portugués) y, sin solución de continuidad ni descanso, partimos esa misma mañana en dos vehículos, una *carrinha* y un Land Cruiser Toyota. Y, ahora sí, vemos lo que es una ciudad y sus kilómetros de entorno tras años de estancamiento. La población se había multiplicado en las ciudades al escapar de las zonas en guerra (Fig. 6G). Poco a poco nos alejamos rumbo al sur y el paisaje se va abriendo.

Durante los siguientes dieciocho días, recorrimos la costa y el interior, especialmente las regiones de Cuanza Sul, Namibe, Huíla y Cunene pasando por ciudades, pueblos y aldeas como Sumbe, Lobito, Benguela, Lubango, Chibia, Virei, Namibe, Chiange, Cahama, Ondjiva, Cataratas de Ruacanã, Menongue, Matala, Quilengues, Lucira, quedando fuera prácticamente toda la región de Cuando-Cubango y la de Huambo que también estaban dentro del proyecto (ver Fig. 1). Más de 5000 km en los que la variedad de rocas, morfologías y procesos geológicos parecían no tener fin. Fueron los primeros encuentros con cucarachas, polillas, lagartos y lagartijas, gallinas *do mato*, vacas famélicas y gentes de las muy distintas y variadas etnias que pueblan Angola. También con las arenas del borde del inicio del desierto del Kalahari.

En los pocos mapas geológicos de que disponíamos a gran escala (ver ejemplos en Fig. 7), realizados en tiempos coloniales y alguno en épocas posteriores, los nombres que aparecían eran las designaciones portuguesas: Nova Lisboa (Huambo), Sá da Bandeira (Lubango), Vila de Almoester (Chiange), Vila João de Almeida (Chibia), Pereira d'Eça (Ondjiva) por citar algunos; en principio parecían tener un punto de romanticismo, luego leyendo e informándonos, muchos tenían reminiscencias sangrientas y esclavistas por lo que no nos extrañó su sustitución de la toponimia en las nuevas hojas.

El viaje, fue todo un adelanto de lo que nos esperaba a nosotros y a los y las que vinieran a hacerse cargo de más hojas geológicas. Espacios infinitos, unas veces abiertos, otras tortuosos entre montañas y valles interminables con poblaciones y puebluchos, arbustos de espinos e *imbondeiros* gigantes (árbol baobab; Fig. 6A, B), vados de ríos (la mayoría de los puentes habían sido volados), restos de casas coloniales en general maltratadas por el tiempo y los avatares de la guerra (Fig. 3). Y tomamos nota del peligro de *estradas* y *picadas*, puesto que vimos accidentes mortales, y sobre todo la imprudencia de conducir de noche, ya que podía haber cualquier cosa, animal, persona o vehículo a oscuras sin luces en mitad del camino. No obstante, tras ese primer acercamiento, los ánimos eran buenos y la sensación de participar en un proyecto de "Última Frontera Geológica" nos fortalecía mentalmente.

4. Las campañas de cartografía geológica regional de PLANAGEO (2016-2018)

Sería en julio de 2016 cuando de verdad nos vimos sobre el terreno poniendo en práctica nuestros conocimientos y resistencia. Llegó un segundo equipo español de tres geólogos y una geóloga, y otro equipo equivalente de geólogos portugueses. Luego otros 8 geólogos más y, por tanto, ya se ampliaba el estudio a más hojas. Hojas a escala 1:250 000, ni más ni menos, equivalentes cada una de ellas a una superficie de alrededor de 12 000 km² (mayor que la superficie de Asturias); y algunas, como las de Espinheira u Oncócuá (si tienes curiosidad, mira dónde caen; figs. 1 y 7A, D), poseen además un gran extra de territorio por motivos de frontera con Namibia. Hojas que aumentaban cada vez más las distancias en que nos encontrábamos separados los equipos de trabajo en cientos de kilómetros.

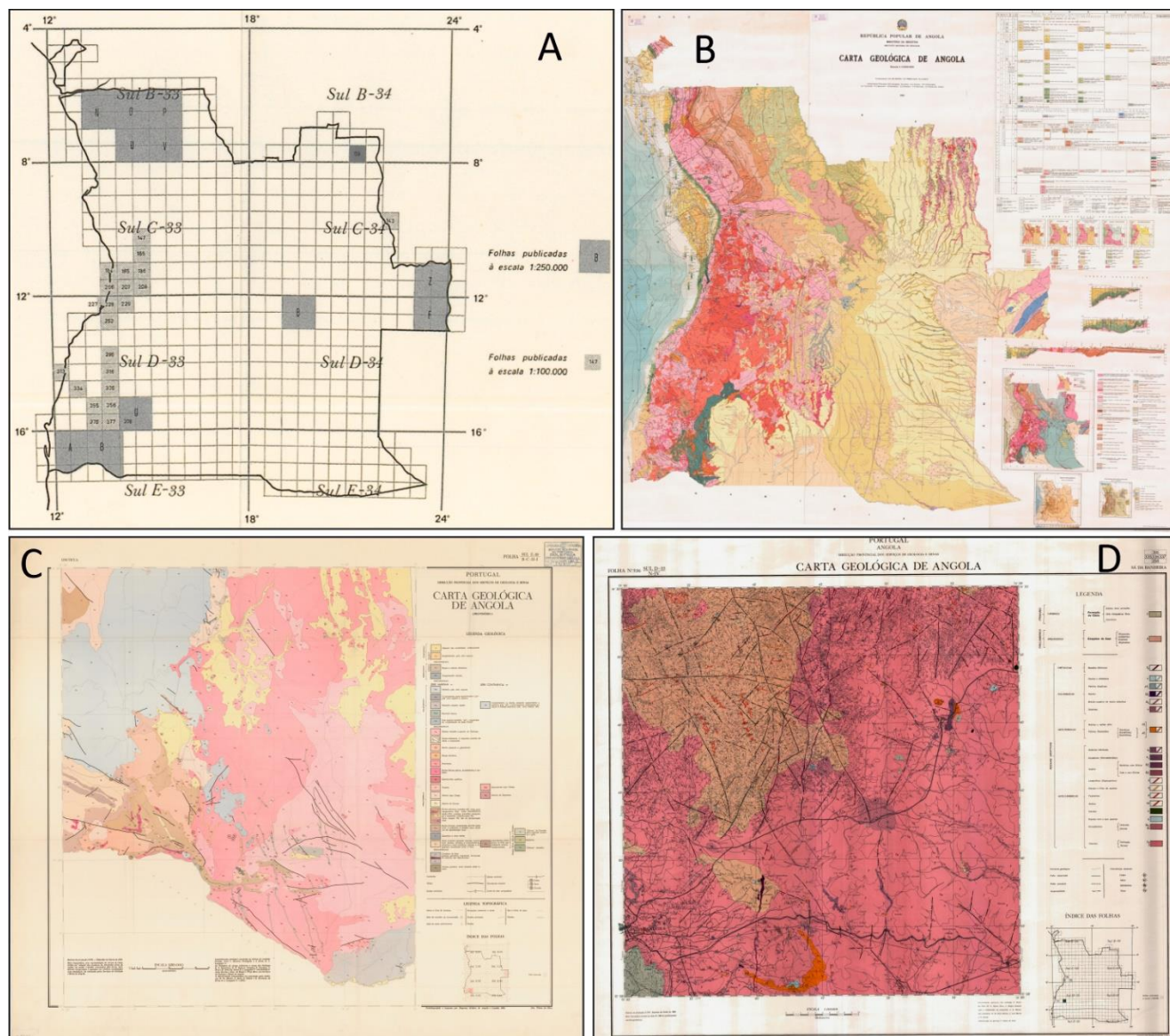


Figura 7. Estado de la cartografía geológica al inicio del Proyecto: A) Índice de Hojas previamente publicadas a escala 1:250 000 y 1:100 000. B) Carta Geológica de Angola a escala 1: 1 000 000 (Araújo *et al.*, 1988). C) Carta Geológica de Oncócuia (SUL E-33/B-C-H-I) a escala 1: 250 000 (Robertson *et al.*, 1961). D) Carta Geológica de Sá da Bandeira (336) a escala 1: 100 000 (Vale *et al.*, 1972).

Figure 7. Status of geological mapping at project start: A) Index of Sheets already published at scales of 1: 250 000 and 1: 100 000. B) Geological Map of Angola at scale 1: 1 000 000 (Araújo *et al.*, 1988). C) Geological Map of Oncócuia (SUL E-33/B-C-H-I) at scale 1: 250 000 (Robertson *et al.*, 1961). D) Geological Map of Sá da Bandeira (336) at scale 1: 100 000 (Vale *et al.*, 1972).

Cada región tiene una etnia dominante (a veces, varias) y costumbres diversas. Algunas tribus se adornan con prendas de múltiples colores; visten pañuelos, cuerdas u otros adornos en sus cuerpos semidesnudos; otras lucen distintos peinados hechos de barro, fruta y corteza de árbol, entre otras mezclas, y adornos. El contraste cultural es abrumador en algunas zonas (Fig. 8). En cada día de trabajo atravesábamos decenas de aldeas y poblados. La mayoría de las poblaciones externas a las ciudades eran agricultores (también disponían de ganado menor, y algunos de ganado bovino), y los aldeanos se inquietaban al vernos trabajar en sus tierras. La curiosidad hacía que se reuniesen en torno a nosotros (Fig. 8A), expectantes, cautelosos, en ocasiones, desconfiados. Algunos de los aldeanos más longevos se sorprendieron al ver pasar por primera vez un coche por sus tierras; otros nos confundían con vehículos del censo poblacional, esperando con su identificación en mano días tras día, con la esperanza que pasasen por su poblado.



Figura 8. Imágenes del estado rural y de subsistencia general de Angola: A) Población reunida por la curiosidad de vernos trabajar por sus tierras durante las labores de cartografía en los alrededores de Lubango. B) Grupo de mujeres moliendo grano en un gran afloramiento granítico en la región de Cubal. C) Puesto ambulante de venta de mangos al pie de la Sierra de Chela. D) Mercado local en la región de Kuito. E) Mujer vendiendo carne de serpiente (*jiboia*, especie de boa constrictor) a pie de carretera en el mercado de Canjala, al norte de Lobito. F) Mujeres y niños bañándose y lavando la ropa en un pequeño arroyo en la región de Bocoio. G) *Carrinha* llena de jóvenes en su ruta a la escuela (se contaban al menos 28 personas). Todas las caras de niños y niñas han sido cubiertas por motivos de protección de imagen del menor.

Figure 8. Images of Angola's rural and general subsistence status: A) People gathered out of curiosity to see us working on their land during the mapping work around Lubango. B) Group of women grinding grain on a large granite outcrop in the Cubal region. C) Street stall selling mangoes at the foot of the Chela Mountains. D) Local market in the Kuito region. E) Woman selling snake meat (*jiboia*, a species of boa constrictor) at the roadside market in Canjala, north of Lobito. F) Women and children bathing and washing clothes in a small stream in the Bocoio region. G) Small van (*carrinha*) full of pupils on their way to school (at least 28 persons were counted). All children's faces have been covered for child image protection reasons.

En algunas zonas, veíamos cómo molían durante horas los granos de cereal mediante herramientas rudimentarias de madera contra un afloramiento rocoso (en ocasiones era el único existente en el área, por lo que se hacía obligatorio acercarse e interrumpir sus labores; Fig. 8B). Pasaban las horas vendiendo frutas diversas, huevos cocidos, frutos secos, animales (vivos o muertos) u otros productos, en puestos ambulantes a pie de carretera o en grandes mercados más organizados (Fig. 8C-E); o en esperas interminables de autobuses, taxis o motocicletas, para desplazarse desde o hacia los mercados. Sorprendíamos muchas veces a la población dándose un baño en cualquier lámina de agua turbia que corría por los ríos y arroyos (Fig. 8F), y nos quedábamos atónitos al cruzarnos en las carreteras y caminos con camionetas llenas de personas o animales (cuya carga era muy superior a la permitida; Fig. 8G); también al ver a los niños portando sus sillas de plástico durante kilómetros para ir a la escuela, o a las mujeres trasladando en la cabeza grandes baldes cargados (de decenas de kilos) de fruta, leña o agua, entre otros menesteres, normalmente llevando también a sus hijos en la espalda atados con una simple tela.

Los equipos de trabajo de campo viajábamos en compañía de un asistente angoleño que, además de conducir y ayudar en la recogida de muestras, también nos facilitaron el entendimiento con los habitantes locales, ya que en muchos lugares recónditos no hablaban el portugués (los geólogos españoles fuimos aprendiéndolo y desenvolviéndonos con el tiempo, puesto que partimos con cierta penuria idiomática respecto de los geólogos portugueses, como se comprenderá, pero los idiomas locales eran más complicados de asimilar). Numerosas conversaciones (decenas, sino cientos) con los jefes tradicionales (*sobas*) y la población local fueron necesarias para continuar el trabajo de campo, generalmente reanudando la ruta amistosamente, dejando atrás semblantes sonrientes, saludos de afecto y niños corriendo tras el vehículo.

Largas jornadas diarias de viaje en coche eran necesarias para acceder a los lugares más recónditos de cada hoja. Los planes iniciales de centralizar en campamentos desmontables que dieran un mínimo de confort y sirvieran para varias hojas a la vez (Fig. 9A-C) no se pudieron realizar por motivos logísticos de tiempo de llegada entre cartas geológicas y adelantos económicos a realizar por la UTE. Por tanto, hubo que readaptarse a las circunstancias y encontrar alojamientos adecuados a campañas de 2 meses de duración, dentro del área de cada hoja geológica cuando esto era posible (Fig. 1). En las ciudades principales (i.e., Lubango, Namibe, Benguela), encontrar alojamientos con condiciones aceptables (limpieza adecuada, luz con corriente estable, y agua corriente, aunque no potable) resultaba relativamente sencillo. Sin embargo, a medida que nos desplazábamos a cubrir hojas geológicas en áreas más remotas, la disponibilidad de alojamientos con mínimas condiciones era cada vez más limitada. En algunos sitios, la electricidad estaba condicionada a unas horas, equivalentes al depósito de gasoil de los generadores; en otros el agua corriente era jabonosa o inexistente; incluso había lugares donde había que amueblar completamente la vivienda o donde la convivencia con ratas e insectos de gran diversidad de tamaños se hizo cotidiana. De hecho, la instalación de tiendas de campaña acopladas a los vehículos 4x4 fue en la mayoría de las ocasiones el mejor alojamiento (Fig. 9D, E). Además, dada la inmensidad de las áreas a cubrir y la inaccesibilidad de algunas zonas, esta adecuación permitió agilizar los trabajos de campo, evitando tener que realizar recorridos de entre 3 y 7 horas desde la base hasta la zona de estudio.

Exploramos y recorrimos a diario múltiples veces cientos de caminos y afloramientos durante los trabajos cartográficos. La historia geológica del Escudo de Angola (suroeste del Cratón del Congo) desde el Arcaico al Proterozoico no es ni mucho menos sencilla (p.ej., De Waele *et al.*, 2008; De Wit & Linon, 2015; Jelsma *et al.*, 2018), y los procesos tectono-térmicos y sedimentarios acontecidos desde el Mesozoico en la región interior y litoral (p.ej., Haddon, 2005; Guiraud *et al.*, 2010) complicaban considerablemente la investigación geológica en cada área de estudio. La variabilidad litológica, geomorfológica, estructural y deformativa era sobrecogedora (¡a la par que formidable!).

Pero el trabajo comenzaba a dar sus resultados. Cartografía y muestreo de rocas de entre más de dos mil millones de años hasta épocas recientes empezaban a reflejarse en los mapas. Granitos pasando a gneises migmatizados en cuestión de metros. Gabros, sienitas, riolacitas, carbonatitas y múltiples rocas ígneas plutónicas y volcánicas de diversas edades y numerosas relaciones de intrusión y cristalización. Migmatitas, anatexitas, anfibolitas y flujos de rocas bandeadas “congeladas” en el

tiempo formando pliegues espectaculares. Espacios inmensos de anortositas con cristales descomunales. Diques de gabronorita, pegmatita, cuarzo y basalto de tamaños y recorridos kilométricos. Mármoles, itabiritas, cuarcitas, cineritas y riolitas, mineralizaciones impresionantes, estratos sedimentarios de carbonatos y estromatolitos, areniscas y conglomerados de potencias inauditas. Domos, cerros testigo, valles y paisajes en todas las modalidades geológicas descritas, habidas y por haber. Dunas de amplitud titánica junto a la costa. Deformaciones tectónicas y geología de libro (Fig. 10).

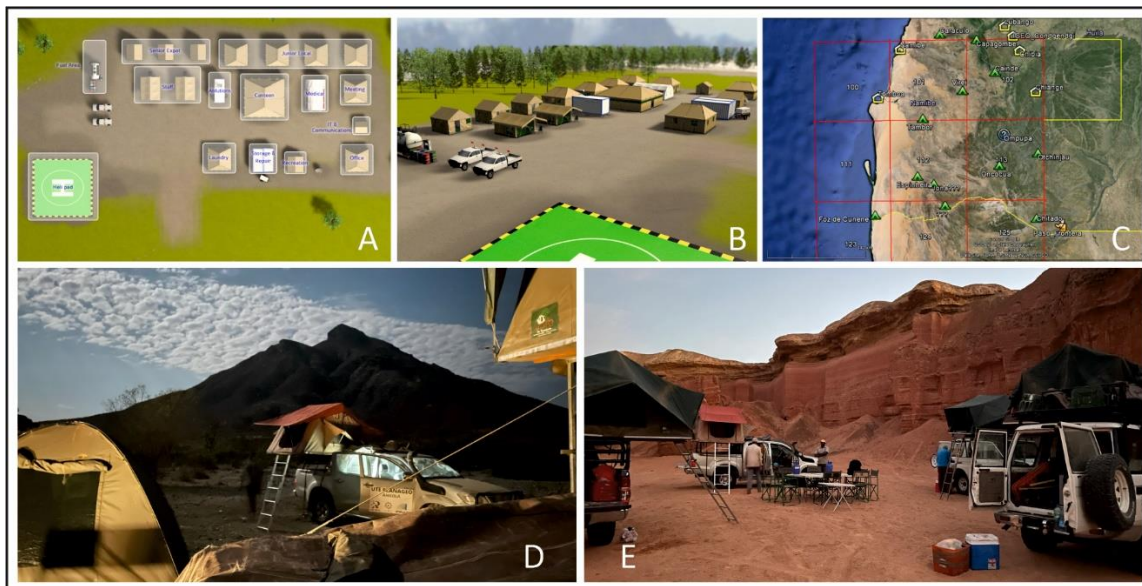


Figura 9. Secuencia de imágenes mostrando lo planificado y la adaptación a la realidad: A) y B) Plan inicial “idílico” de centralización de campamentos desmontables que ofrecieran un mínimo de confort y sirvieran para varias hojas, con tiendas con literas, oficinas, baños, cantina o comedor, lavandería, talleres, sala de comunicaciones, sala de descanso, de reuniones y botiquín médico. Además de grupo electrógeno para proporcionar energía y helipuerto. C) Localización prevista (puntos verdes) de los campamentos en el extremo suroeste de Angola. D) y E) Campamentos reales con tiendas sobre los vehículos.

Figure 9. Sequence of images showing planning and its realisation: A) and B) Initial planning to set up idyllic removable base camps with a minimum of comfort and centralised to serve several mapping areas, with tents offering bunk beds, offices, toilets, canteen or dining room, laundry, workshops, communications room, rest room, meeting room and medical kit. There would also be a generator to provide power and a helipad. C) Planned location of camps (green points) in the extreme southwest Angola. D) and E) Camps have been replaced by tents on vehicles.

Retos y adversidades de los trabajos cartográficos

El retraso del inicio efectivo del proyecto y la exigencia de su finalización en el mismo plazo forzó a la realización de campañas durante los meses de lluvia, momento totalmente inapropiado como se puede suponer para realizar trabajos de cartografía geológica en campo. Y ahí estaba el resultado, áreas gigantescas de morfología horizontal totalmente anegadas, atrapando los equipos de trabajo y sin poder moverse durante días (Fig. 11A). Las lluvias también provocaban la erosión continua y el deterioro de los caminos, en ocasiones formando grandes agujeros casi imperceptibles entre la maleza, provocando desprendimientos o transformando completamente los accesos, y produciendo algún que otro susto (Fig. 11B-D). Los puentes para sobrepasar los cursos de los ríos, algunos hechos de restos de vías férreas o troncos de árboles cortados, también eran todo un espectáculo, y a veces no sobrevivían tras el paso de los vehículos (Fig. 11E). En otras zonas con orografía importante (en torno a 2000 m de altitud) y grandes relieves, como la zona de los *Planaltos* de Humpata o de Bié, y en cotas más bajas, próximas a los grandes escarpes, las lluvias torrenciales volvían los caminos impracticables y los sucesos de riadas instantáneas podían dejarte bloqueado, como en una isla, sin poder retornar o acceder por nuevos caminos (Fig. 11F). De hecho, estas riadas no nos costaron un disgusto por muy poco (una crecida casi instantánea arrastró la *carrinha* de un equipo portugués más de quinientos metros, dejándola como una lata aplastada; Fig. 11G).



Figura 10. Fotografías de afloramientos singulares: A) Granitos migmatizados paleoproterozoicos en el basamento de la región litoral de Benguela. UTE IGME/LNEG/IIA (2021b-g). B) Gneis oclares paleoproterozoicos próximos a Ruacanán, en el río Cunene (frontera con Namibia), Hoja de Cahama. C) Leucogranito con abundantes fragmentos de metasedimentos restíticos, Carta Geológica de Chibia. D) Afloramiento de granodiorita paleoproterozoica migmatizada. Se observa al fondo el relieve del Planalto de Humpata y cerros testigo de la Sierra de Chela. (Grupo Namibe) Hoja de Namibe. E) Pliegues apretados en mármoles paleoproterozoicos. Hoja de Munhino. F) Carbonatos estromatolíticos paleoproterozoicos de la Formación Leba en la Sierra de Chela. Hoja de Chibia. G) Anortositas mesoproterozoicas con cristales de elevado tamaño (> 10 cm) de plagioclasa y piroxenos. Hoja de Oncócu. H) Playa de "Egito", mostrando los elevados acantilados de las secuencias sedimentarias del Albiense. Hoja de Benguela. I) Mineralización de fluorita asociada a carbonatitas cretácicas. Hoja de Lubango. J) Gran dique de pegmatita del campo pegmatítico de Giraúl, con numerosas mineralizaciones de Li en forma de espodumena y lepidolita. Hoja de Namibe.

Figure 10. Photographs of singular outcrops: A) Migmatised Granites from the coastal region of Benguela. B) Ocellar gneiss on the way to Ruacanán Falls on the Cunene River (Namibian border) Cahama Geological Map. C) Leucogranite with abundant mafic restite fragments, Chibia Geological Map. D) Metasedimentary restite in diatitic rock of the Paraderived Migmatite Suite (Namibe Group.) Namibe Geological Map. E) Fold in marbles. Paleoproterozoic. Namibe Group Munhino Geological Map. F) Stromatolites of the Leba Formation, Paleoproterozoic, Chibia Geological Map. G) Mesoproterozoic anorthosites with large size crystals (> 10 cm) of plagioclase and pyroxenes, Oncocua Geological Map. H) "Egito" beach, Benguela Geological Map. Cliffs in Albian series. I) Fluorite mineralization associated with Cretaceous carbonatites. Lubango Geological Map. J) Large pegmatite dike of the Giraúl pegmatitic field, with numerous Li mineralisations in the form of spodumene and lepidolite. Namibe Geological Map.



Figura 11. Breve reflejo de algunas de las dificultades acontecidas en el transcurso de los trabajos: A) Inmovilizados en la llanura anegada de Ondjiva. B) Las lluvias torrenciales cubrían los caminos y enmascaraban los baches. C) Algunos caminos estaban muy deteriorados por las lluvias que, junto con la maleza alta, eran auténticas trampas para coches. D) Las lluvias también provocaban deslizamientos y caída de árboles en los caminos. E) En las zonas planálticas, era necesario cruzar continuamente puentes de troncos (algunos no resistían tras el paso de los vehículos). F) Las lluvias inundaban los ríos casi de manera instantánea, cortando el camino y obligando a hacer noche en el campo. G) Vehículo siniestrado tras crecida súbita de un río. H) Larga fila de espera de vehículos y personas a pie con bidones para repostar por el desabastecimiento regional de gasoil. I) El mantenimiento improvisado de los vehículos era una actividad casi diaria por su uso continuo y extremo. J) Camino estrecho de moto empleado para los trabajos cartográficos en vehículo 4x4. K) Amplio camino de tierra deteriorado hasta el pie de las montañas de la Sierra de Chela. L) En numerosas ocasiones era obligado el cruce por extensos lechos de ríos arenosos.

Figure 11. A brief summary of some of the difficulties encountered during the fieldwork: A) Stuck in the flooded Ondjiva plain. B) Torrential rain covered the roads and masked the potholes. C) Some roads were badly damaged by the rain which, along with tall undergrowth, worked as real traps for cars. D) The rains also caused landslides and falling trees on the roads. E) In the elevated plateau areas, log bridges had to be crossed continuously (some of them could not withstand the passage of vehicles). F) The rain flooded the rivers almost instantaneously, cutting off the road and forcing people to spend the night in the field. G) Vehicle wrecked after near-instantaneous river flooding. H) Long queues of vehicles and people on foot with jerry cans for refuelling due to the regional shortage of diesel. I) Improvised maintenance of the vehicles was an almost daily activity due to their continuous and extreme use. J) Narrow motorbike road used for mapping work by 4x4 vehicle. K) Wide, badly maintained and rubbish-strewn road to the foot of the Sierra de Chela mountains. L) On numerous occasions it was necessary to cross extensive sandy riverbeds.

La falta de abastecimiento de gasoil podía afectar a varias regiones como a la totalidad del país en intervalos de hasta una semana, incluso abarcando periodos más largos. Se generaban inmensas colas de espera en gasolineras tanto de vehículos como de personas, que cargaban con barriles y latas a pie para poder llenar los generadores y disponer de electricidad en sus hogares, a veces sin éxito tras esperas de más de 7 horas (Fig. 11H). Numerosos pinchazos y averías técnicas en los coches también provocaron demoras en los trabajos (Fig. 11I). Los caminos y picadas no ayudaban tampoco. La mayoría de las cartas únicamente eran surcadas por una o dos carreteras asfaltadas, con numerosos baches y agujeros, y la mayor parte de la superficie tenía que ser accedida a través de caminos de tierra mal conservados, picadas de moto o senderos de personas (Fig. 11J, K). Tampoco se puede olvidar la vegetación presente, en gran parte cegando caminos y obstruyendo los pasos con ramas y púas duras y afiladas (Fig. 6C). Decenas de senderos se entrecruzaban, divergían y volvían a unirse entre la densa mata que, sin los GPS (incluso en ocasiones con ellos) habría sido imposible situarse y continuar el trabajo. Estos senderos a veces llegaban a un *kimbo* (cercado con casas de adobe o chamizos de madera), otras a un río, y otras se perdían entre la maleza por su desuso.

En innumerables ocasiones era necesario atravesar cauces de ríos, cuyos lechos arenosos se convertían en una trampa para los coches, demorando horas en poder sacarlos a “tierra firme” (Fig. 11L). Sin embargo, poco a poco los vehículos 4x4 fueron equipándose con nuevos accesorios (cabestrantes eléctricos de acero de tipo “whinche”, palas, cintas de arrastre, planchas de arena, protecciones bajo motor, latas de gasoil, tiendas de campaña acopladas al techo, neumáticos resistentes, neveras, etc.), que facilitaron el trabajo y ayudaron a afrontar los numerosos imprevistos que debíamos acometer.

A pesar de las numerosas prevenciones (repelentes, mosquiteras, medicamentos, profilácticos, vacunas, hervidores, filtros y purificadores de agua, etc.), raro fue el caso en que alguien no enfermó. Inevitablemente se dieron casos de malaria, en algunos momentos con fiebres muy altas, descomposiciones estomacales-intestinales, disenterías y deshidrataciones, además de lesiones propias del trabajo de campo (golpes, cortes, torceduras, lumbalgias, etc.). A estas se le sumó la esquistosomiasis (*Shistosoma haematobium*), enfermedad parasitaria contraída por el contacto con las aguas de los ríos, o incluso por la propia agua de aseo no tratada. No diremos nada de los miles de picaduras de mosquitos, avispa y otros insectos. Ni de las comidas, ¿o sí? Comer de lata todos los días durante meses a temperaturas de más de cuarenta grados, muchas veces en áreas ausentes de sombra y rodeado de cientos de insectos, hay que vivirlo.

Claro que nos sentíamos unos PRIVILEGIADOS respecto a lo que nos rodeaba. La disponibilidad de comida y agua sin esfuerzo, al igual que otros servicios básicos, te hace meditar en relación con apenas tener que comer o tener que andar kilómetros para conseguir agua (agua, que no agua potable), ir a la escuela (a veces, en vano, pues el profesorado podía ausentarse) o a un centro médico aceptable (únicamente disponibles en las ciudades principales, pues en los poblados confiaban en los poderes curativos de los *sobas*). Nunca hemos visto una sonrisa más amplia que cuando saludábamos a la población local, o una cara más agradecida que cuando le dábamos algo de alimento o una botella de agua a una *criança*. Una garrafa, incluso vacía, podía solucionar los problemas de captación y transporte de agua durante las extensas distancias recorridas hasta llegar a los ríos (en su mayoría secos, por lo que además estaban obligados a excavar a metros de profundidad con manos y palos hasta llegar al nivel freático); o eran utilizadas también para el almacenaje de leche de los animales domésticos.

Nuevos retos a afrontar surgieron en las campañas cartográficas del extremo sur de Angola, en la región cubierta por la cuenca del Kalahari. La existencia de numerosas minas enterradas en el territorio, así como la mayor posibilidad de encontrar animales salvajes, exigió extremar todas las medidas posibles de precaución, evitando muestrear en las sendas externas y ajenas a los caminos principales. Además, la limitación de poblaciones, alojamientos, gasolineras y caminos obligó a realizar campamentos continuos en las áreas más remotas, a portar víveres suficientes para abastecer a los equipos durante semanas, y a llevar exclusivamente un vehículo para trasladar un tanque con 500 litros de gasoil. Es precisamente en estas situaciones donde el compañerismo y la colaboración afloran entre las personas.

Aún con todas las adversidades, y tras el ímprobo esfuerzo de los geólogos de campo y acompañantes (Fig. 12), los trabajos de campo de cartografía geológica a escala regional (1:250 000) finalizaron con éxito (aunque con algún que otro susto) en 2018, dando paso a un año exhaustivo de trabajo de gabinete y a la preparación de los nuevos retos que estaban por llegar.

5. Los trabajos específicos de cartografía y de recursos geológicos (2019-2021)

Una vez finalizados los trabajos de cartografía regional, comenzaron los trabajos de cartografía geológica a menor escala. Las extensas áreas a afrontar se redujeron a alrededor de un cuarto en las cartas seleccionadas para trabajos a escala 1:100 000 (ca. 3 500 km², equivalente a la superficie de la isla de Mallorca; ver cartograma en García-Lobón *et al.*, 2025), incluso a escalas mayores con el inicio de algunos trabajos específicos a escala 1:50 000. Los equipos nos dividimos entre los trabajos de cartografía y los primeros trabajos de recursos geológicos, ocasionalmente en cartas coincidentes, y comenzaron de nuevo las campañas de campo. Sin embargo, dadas todas las experiencias vividas en los primeros años del proyecto, fue fácil asumir los acontecimientos venideros. De hecho, había ilusión por vivir nuevas experiencias y afrontar nuevos retos.

Así, entre los años 2019 y 2022, con periodo de pandemia mundial COVID-19 entre medias, los distintos equipos nos dividimos para involucrarnos en una diversidad de trabajos específicos, relativos a: Cartas Geológicas a escala 1:100 000, entre 2019 y 2020; i) Cartas de Rocas y Minerales Industriales de Angola (CARMINA) a escala 1:50 000, en el año 2019 y parte de 2020; ii) Cartas de Recursos minerales Metálicos de Angola (CRMMA) a escala 1:50 000, en 2021; iii) Carta Geoquímica de Angola (CGA) a escala 1:250 000, en 2021; iv) trabajos geofísicos terrestres, en 2021; y v) estudios específicos de hidrogeología en la provincia del Cunene, ya en entre 2021 y 2022.

Si en las anteriores campañas nos pareció cansado el vuelo de unas ocho horas nocturnas (más las horas añadidas para el equipo de españoles entre aeropuertos europeos para tomar aviones que nos llevaran a Luanda, tras supresión de vuelos directos desde Madrid en 2016), no teníamos ni idea de lo que nos esperaba en los siguientes años cuando, en periodo de pandemia, las largas esperas a la entrada del país aumentaron por los controles sanitarios extremos y las estancias se extendían por la obligación de permanecer una semana en cuarentena alojados en la capital.

Los protocolos de cartografía geológica fueron modificados por nuevas instrucciones de trabajo, primero orientadas a muestreo de rocas y minerales industriales (CARMINA; Fig. 13A-C), y posteriormente a muestreo geoquímico local (CRMMA) y regional (CGA) (Fig. 13D-F) que, en ocasiones, mudaban continuamente y tuvieron que ir adaptándose a las distintas situaciones. No en todos los lugares era bien recibido un coche desconocido y un equipo de europeos mirando al suelo, aun siendo acompañado de angoleños, golpeando piedras con una maza, cavando hoyos en lugares extraños o usando aparatos nunca vistos en la región (p.ej., analizadores portátiles de Fluorescencia de Rayos X (FRXp) o medidores de radiación gamma natural); mucho menos cuando eran lugares próximos a zonas mineras. Aunque generalmente la situación se resolvía en una conversación con la autoridad del poblado y los jefes tradicionales (los *sobas*), en alguna ocasión tuvimos que poner pies en polvorosa para evitar conflictos no deseados, incluso contratar servicios de seguridad para el muestreo (Fig. 13F).

A estas alturas ya nos resultaba familiar trabajar en áreas inhóspitas y muy extensas, y tener que alojarnos en una variedad de condiciones, a veces bastante pésimas por imposibilidad de encontrar alojamientos adecuados. La situación parecía que iba a cambiar al estudiar áreas más restringidas (ca. 800 km² para escalas 1:50 000). De hecho, considerábamos una gran ventaja conocer el terreno por los trabajos cartográficos regionales desarrollados en los anteriores años. Sin embargo, las exigencias cartográficas y la densidad de muestreo planificada y las complicaciones de accesos obligó a penetrar en caminos que ya sabíamos que eran complicados o intransitables (ahora mucho más deteriorados por las lluvias), a pernoctar en campamentos improvisados, a recorrer largas distancias a pie o a procurar provisiones suficientes para el abastecimiento diario de todo el personal, incluso en lo más alto de algunos relieves montañosos (p.ej., Serra da Neve, con desniveles de más de 1 500 m, en donde tuvieron que contratar a personal local para que ascendiera diariamente provisiones con animales de carga).



Figura 12. Diversos momentos durante las campañas de PLANAGEO: A) Enero de 2017, fotografía tomada por J. Escuder en salida conjunta para discusión geológica de las hojas IGME; de derecha a izquierda: G. Galán, E. Merino, J. Potti, P.P. Goicoechea, M. Chamizo, C. Ponce, M. Gutiérrez-Medina, P. González y L. Quintana. B) Equipo portugués de LNEG (P. Caessa, L. Pereira y R. Lopes), encabezado por J. F. Rodrigues, junto con personal del IGEO y de IMPULSO. C) Satisfacción después de la entrega de muestras en los laboratorios del IGEO en Congenge (Huíla). D) R. Lopes y B. Barros (LNEG), junto con sus asistentes locales, en la cima de la *Serra da Neve*. E) Geólogos de LNEG estudiando la deformación de rocas paleoproterozoicas, de izquierda a derecha: P. Caessa, A. Ribeiro, J. F. Rodrigues, R. Lopes y J. Labaredas. F) Geólogos españoles, de izquierda a derecha: D. Chinchilla, A. Bretones, J.C. Gumiel, I. Martín y M. Gutiérrez, en terrenos mineralizados de la región de Tchamutete. G) Equipo español del IGME en salida conjunta, en un tanque de guerra abandonado de la región de Andulo-Kuito. H) En el centro el director del proyecto, J.L. García Lobón, junto con el geólogo M. Iglesias y a su derecha el primer autor del artículo. I) Equipo portugués adentrándose en Iona, en la Hoja de Espinheira (UTE IGME/LNEG/IIA, 2021j).

Figure 12. Different moments during the PLANAGEO's campaigns: A) January 2017, photograph taken by J. Escuder on a joint field trip for geological discussion of IGME sheets; from right: G. Galán, E. Merino, J. Potti, P.P. Goicoechea, M. Chamizo, C. Ponce, M. Gutiérrez-Medina, P. González, and L. Quintana. B) Portuguese LNEG team (P. Caessa, L. Pereira, and R. Lopes), led by J. F. Rodrigues, together with IGEO and IMPULSO staff. C) A moment of contentment after the delivery of samples to the IGEO laboratory in Congenge (Huíla). D) R. Lopes and B. Barros (LNEG), together with their local assistants, at the top of *Serra da Neve*. E) The LNEG Geologists studying the deformation of Palaeoproterozoic rocks, from left to right: P. Caessa, A. Ribeiro, J. F. Rodrigues, R. Lopes, and J. Labaredas. F) The Spanish Geologists, from left to right: D. Chinchilla, A. Bretones, J.C. Gumiel, I. Martín, and M. Gutiérrez, in a mineralised field of the Tchamutete region. G) Spanish IGME team on a joint field trip outing in an abandoned war tank in the Andulo-Kuito region. H) In the centre, the project manager, J.L. García Lobón, together with the geologist M. Iglesias and, on his right, the first author of the article. I) Portuguese team entering Iona, in the Espinheira Sheet (UTE IGME/LNEG/IIA, 2021j).



Figura 13. Conjunto de imágenes con varios de los participantes en los trabajos de muestreo: A) El geólogo J. Fernández, responsable del IGME de los trabajos CARMINA, en la región de Namibe. B) El geólogo V. Lisboa, responsable del LNEG de los trabajos CARMINA, realizando observaciones para rocas industriales. C) Personal del IGEO y conductores en una cantera de mármoles en el área de Namibe (Hoja 354-B, Cuanhangue, UTE IGME/LNEG/IIA, 2021a). D) De derecha a izquierda, M. J. Batista (LNEG), responsable de los trabajos CRMMA, junto a los geólogos españoles A. Bretones y J. C. Gumiel. E) I. Martín (IGME), co-responsable de los trabajos CRMMA, muestreando suelos para trabajos geoquímicos en Namibe. F) Muestreo geoquímico en Chipindo realizado por A. Bretones y becarios del IGEO. G) Trasera de *carrinha* con numerosos sacos de muestras para su traslado al laboratorio de Congenge. H) Almacén de muestras clasificadas en el laboratorio del IGEO en Congenge (Huila). I) Camión cargado con cajas de muestreo para su envío a Europa.

Figure 13. Set of pictures with some of the participants in the sampling work: A) Geologist J. Fernández, IGME's head of the CARMINA work, in the Namibe region. B) Geologist V. Lisboa, in charge of the LNEG CARMINA works, making observations for industrial rocks. C) IGEO staff and drivers at a marble quarry in the Cuanhangue area (Sheet 354-B, Cuanhangue, UTE IGME/LNEG/IIA, 2021a). D) From right, M. J. Batista (LNEG), responsible for the CRMMA works, together with the Spanish geologists A. Bretones and J. C. Gumiel. E) I. Martín (IGME), co-responsible for CRMMA subprogramme, sampling soils for geochemical works in Namibe. F) Geochemical sampling at Chipindo by A. Bretones and IGEO fellows. G) Back of the *carrinha* with the sample bags for its transportation to the Congenge laboratory. H) Storage of sorted samples at the IGEO laboratory in Congenge (Huila). I) Truck loaded with sample boxes for shipment to Europe.

Así mismo, el elevado muestreo de enormes bloques de roca o kilos de arena para establecer su carácter ornamental o industrial (con un total de ca. 800 muestras), así como de decenas de kilos de muestras de suelos, sedimentos y rocas para evaluar su potencial geoquímico (ca. 4 800 muestras), llevó a la necesidad de contratar un camión casi semanalmente para portar tal cantidad de material a los laboratorios de IGEO en Congenge (Huila; Fig. 13G). Sacos y sacos que se iban organizando y acumulando semanalmente, y salas y pasillos que se iban colmando de cientos de kilos de muestras geológicas (Fig. 13H). Centenares de muestras fueron enviadas a los laboratorios de IGME y LNEG para su análisis petrográfico y geoquímico (Fig. 13I), para así completar los estudios de recursos geológicos del proyecto.

Aunque anteriormente ya habían participado en las etapas de cartografía geológica, durante esta fase, los distintos equipos de campo tuvimos una mayor oportunidad de trabajar con geólogos y geólogas angoleñas que acababan de terminar sus estudios pudiendo enseñarles, concretamente, los protocolos de muestreo, los cuales fueron recibidos con unas inmensas ganas de formarse por su parte (Fig. 13F). Tal fue su rapidez de aprendizaje que, tras la segunda campaña de campo y con la ayuda de nuestros también bien capacitados conductores (y compañeros de trabajo) angoleños, ya estaban preparados para realizar los trabajos de muestreo y análisis de manera autónoma, o incluso llevar a cabo de forma independiente operaciones técnicas más complejas como son los registros geofísicos en sondeos mecánicos, siempre con el apoyo permanente presencial y/o telemático de técnicos del LNEG y del IGME. Esto duplicó la capacidad de trabajo, al poder abarcar una mayor amplitud de terreno y al permitir continuar los trabajos de campo durante nuestros periodos de estancia y trabajo de gabinete en la península. Su colaboración fue crucial para cumplir con los objetivos del proyecto en tiempo y forma, ya que los numerosos retrasos acaecidos en el proyecto no permitían mucho más tiempo de acción. Sentimos una gran satisfacción al haber podido colaborar y compartir estas enseñanzas con colegas angoleños, y que nuestro recorrido haya servido para que desarrollasen sus carreras profesionales.

Los trabajos específicos geofísicos e hidrogeológicos tampoco fueron fáciles (Fig. 14). Los trabajos de campo de hidrogeología se realizaron en plena pandemia COVID-19 acompañados además con el cierre de la frontera entre Angola y Namibia lo que aumentó las ya grandes dificultades innatas al territorio, en particular, y una vez que la empresa de sondeos seleccionada para realizar los mismos era de Namibia, todas las cuestiones relacionadas con el abastecimiento de materiales y repuestos necesarios se convirtieron en largos retrasos en las entregas, incluso llegando a prolongarse las demoras durante semanas causando por tanto enormes perjuicios en los trabajos. Diversos compañeros y compañeras tuvieron que desplazarse hasta los terrenos más remotos del sur de Angola para realizar campañas de sísmica pasiva y sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo, así como trabajos de gravimetría terrestre, acampando diariamente o procurando alojamientos relativamente cercanos (i.e., a unas 2-3 horas del lugar de estudio) para poder disponer de electricidad y cargas todos los equipos necesarios para estos trabajos. Trabajos de desminado fueron necesarios para abordar las áreas más remotas del Kalahari, antes de realizar los sondeos hidrogeológicos. Algunas de las minas antipersona y antitanque de esta región todavía se encontraban activas...

Pero, aún con vicisitudes y algunos contratiempos, se finalizaron todas las campañas de campo con éxito, se recopiló una auténtica colección geológica y geoquímica de museo de la mayoría de las litologías del suroeste de Angola, se modelizaron algunos cuerpos de interés geológico-minero en profundidad y se encontraron acuíferos bajo la superficie del Kalahari, que tanto se necesitaban por la sequía extrema de esta región. El esfuerzo individual y colectivo se vio recompensado.

6. La recta final (2021-2022)

Los años finales de proyecto requirieron de un último esfuerzo, en este caso, más psíquico que físico, para plasmar y actualizar todo el conocimiento generado en PLANAGEO. Todos los retrasos surgidos durante el proyecto hicieron que el tramo final fuese apoteósico para acabar todas las entregas antes de junio de 2022. Cientos (si no miles), de datos geoquímicos de (FRXp) y de laboratorio iban llegando a la vez a finales de 2021 y era necesario estirar los días para manejar toda la información. Las jornadas corrían en torno a cientos de análisis estadísticos y análisis comparativos, en decenas de proyecciones geoquímicas y correlaciones geofísicas y geoquímicas, y en la redacción de informes (y más informes) de resultados para llegar a entregar todas las memorias de geoquímica. Horarios interminables de trabajo de geología y de SIG y mucho brío fueron esenciales para ello.

En esta recta final, a su vez, se revisaron y actualizaron los mapas y las memorias geológicas entregadas entre 2018 y 2020 con nuevos datos petrográficos, geocronológicos y litogeoquímicos; se obtuvieron los diversos parámetros petrofísicos de las muestras de rocas y minerales industriales y se realizó un estudio de su potencial económico; se revisaron y generaron los más de 415 mapas geoquímicos uni- y multielementares de los trabajos de recursos minerales metálicos y se estableció

el potencial metalogenético de cada región; se redactaron los informes de geofísica específica y de los trabajos hidrogeológicos para establecer el potencial hidrológico de la región del Kalahari construyéndose las bases para un estudio sistemático y normalizado de los acuíferos multicapa transfronterizos, que, en el momento de su inicio y debido al historial de escenarios de guerra de Angola solamente existían dichos estudios en el lado de Namibia. Finalmente, se adaptaron todos los productos a normativa de entrega final tras validación de ROSGEO (*Russian Geological Exploration Holding*). Los ordenadores (y las cabezas) echaban humo...



Figura 14. Diversos momentos de realización de trabajos técnicos: A) J. M. Llorente, realizando mediciones de gravimetría terrestre en la región de Lola-Cacimbas. B) Pedro Ibarra haciendo prospecciones sísmicas en las áreas remotas del Kalahari. C) P. Sousa, ejecutando perfiles de gravimetría terrestre en el área de Hamutenha (Chibíá). D) Exploración en sondeos de la geóloga R. Martín-Banda. Hoja de Ondjiva (UTE IGME/LNEG/IIA, 2021h). E) Máquina de sondeos empleada en las investigaciones hidrogeológicas. F) Trabajos de hidrogeología realizados por E.C. Ramalho en Ondjiva junto con personal del IGEO. G, H e I) A. Francés y equipos tomando datos en sondeos electromagnéticos del dominio del tiempo (TDEM).

Figure 14. Technical work at various moments: A) J. M. Llorente, carrying out gravimetric surveys in the Lola-Cacimbas region. B) Pedro Ibarra conducting seismic surveys in the Kalahari remote areas. C) P. Sousa performing gravimetric profiles on the ground in the Hamutenha area (Chibíá). D) Exploration boreholes by geologist R. Martín-Banda, Ondjiva Sheet (UTE IGME/LNEG/IIA, 2021h). E) Drilling water well machine used in the hydrogeological investigations. F) Hydrogeological work carried out by E.C. Ramalho at Ondjiva together with IGEO staff. G, H e I) A. Francés and Team acquiring data using the time-domain electromagnetic method (TDEM).

La conjunción final de mapas geológicos para generar una base geológica continua y la realización de los diversos mapas de síntesis de Angola a escala 1:1 000 000 –geológico, hidrogeológico, tectónico y metalogenético–, produjo numerosas discusiones científicas y técnicas, y muchos dolores de cabeza a unos equipos de trabajo ya exhaustos. Además, resumir todo el contenido científico de mapas y memorias a distintas escalas en un único producto final no fue fácil, y la forma de proyectar esa información de manera simple y adecuada para el público general y especializado fue uno de los últimos retos a afrontar. Eso sí, el resultado final de tanto sacrificio mereció la pena.

Tras un esfuerzo y empeño titánico de los equipos científico-técnicos de la UTE (Figs. 6, 12-14), ahí está a la luz. El proyecto finalizó todos los estudios regionales geológicos, aerogeofísicos y geoquímicos, así como los trabajos de prospección de materias primas, recursos minerales e hidrogeológicos en áreas objetivo. En resumen, los entregables finales de PLANAGEO abarcaron: cartografía geofísica regional y cartografía geológica de 480 000 km² en mapas a escala 1:250 000 con sus correspondientes memorias (44 hojas de escala 1:250 000, con 8 cartas de síntesis a escala 1:500 000 y 4 cartas geotemáticas a escala 1:1 000 000), cartografía geológica a escala 1:100 000 (15 hojas), cartografía geoquímica a escala 1:250 000 (9 hojas), cartografías a escala 1:50 000 de minerales y rocas (30 hojas) y de recursos metálicos (39 hojas) y estudios gravimétricos e hidrogeológicos (García-Lobón *et al.*, 2025). Se obtuvo información geológico-estructural en más de 22 400 estaciones y se realizó un muestreo geológico que abarcó más de 10 000 muestras geológicas. Todo un logro que, echando la vista atrás, parecía imposible de asumir en poco más de 5 años de longevidad de proyecto (aunque debido a la pandemia mundial COVID-19, se amplió a 8). Todo un éxito alcanzado gracias a la tenacidad de todo el equipo científico-técnico de la UTE.

7. Conclusiones de los trabajos en PLANAGEO

Como conjunto de conclusiones solamente se puede decir, a nuestro modesto entender, que la apuesta del consorcio UTE PLANAGEO (IGME/LNEG/IIA) y del personal de la misma por afrontar el reto que suponía abordar un trabajo de tal magnitud fuera de nuestras fronteras, nunca llevado a cabo antes en África, ha sido todo un éxito.

El proyecto, al igual que sus integrantes, fue evolucionando desde las primeras tomas de contacto hasta las siguientes fases de trabajo en un desarrollo continuo de vivencias y aprendizaje. Varios millones de kilómetros fueron cubiertos por tierra, y centenas de neumáticos sufrieron las consecuencias del deterioro de los caminos, la tala de árboles y de las numerosas y puntiagudas espinas. El arduo trabajo en campo y gabinete del equipo científico-técnico, unido a las complejas tareas de gestión y coordinación del equipo directivo, hicieron que el proyecto saliese adelante a pesar de todos los inconvenientes, imprevistos y retrasos.

Durante estos ocho años de proyecto, algunos integrantes se fueron al cabo de unos años (agotamiento físico y mental), y otros muchos compañeros y compañeras vivieron sus propias experiencias en distintos lugares y épocas del año. Algunos incluso repitieron en otras fases del mismo, pues aún y con todas las penurias hay algo que te atrapa. La simpatía de niños desnudos o semidesnudos, con ropas y vestimentas infinitamente recicladas; adultos y viejos que apenas poseen algo y son cordiales y amables solamente por dirigirte a ellos con respeto... ¡Lo que han de haber sufrido! Nos admira la dignidad y resiliencia del pueblo angolano y, a pesar de la dureza del trabajo, quedamos prendados de sus paisajes y de su maravillosa geología. Una experiencia inolvidable.

Agradecimientos

Este breve artículo sirva de reconocimiento a todas aquellas personas que han participado en las diversas tareas de la UTE PLANAGEO. No hay suficientes palabras para agradecer al personal de IMPULSO (Paco Cuervo, José Ramón, Iván Cuervo, Aurelia Fernández, Darío Cabrera, Conchita Urdiales) el acompañamiento y resolución de problemas (visados, permisos, recogidas y llevadas al aeropuerto, disponibilidad de dinero y pagos varios, etc.) tanto en Angola como en España.

A lo largo del desarrollo del proyecto han sido innumerables las participaciones del personal del IGEO, en cursos y prácticas tanto de gabinete como de campo, siempre con gran disposición, entusiasmo y actuando dentro de la buena praxis. Viajamos siempre acompañados por un conductor angoleño, lo que nos daba sosiego y confianza, y tenemos que agradecer su dedicación y paciencia para con nosotros que, en demasiadas ocasiones y por choque cultural, no comprendían los *tempos*; ya sabemos, de las premuras occidentales.

Los autores agradecen los comentarios al texto realizados por Manuela Chamizo, que lo ha orientado para el uso de un lenguaje inclusivo, y de Juan Carlos Gumiel, que lo ha enriquecido con alguna anécdota. Igualmente, agradecemos las fotografías aportadas por Juan Carlos Gumiel, Manuela Chamizo, Fernando Corral y Pablo González para su inclusión como figuras y ejemplos de los trabajos. Queremos dedicar estos recuerdos a los que ya no están con nosotros, un conductor (Campos), un ayudante (Herculano) y a nuestros compañeros Pedro Ibarra, que realizó un gran esfuerzo para adentrarse en la extensa estepa del desierto del Kalahari y realizar estudios geofísicos terrestres, y a Gustavo Galán, con quien refunfuñamos y echamos unas risas en situaciones complicadas. Finalmente, agradecemos la aportación de Elsa Ramalho como editora invitada y las correcciones e indicaciones de las revisoras especialistas, S. Lebreiro y S. Nave, que han enriquecido, sin duda, el artículo.

Authorship contribution statement

Pedro Pablo Goicoechea: Conceptualization, Writing - Original Draft, Visualization, Investigation, Supervision, Writing - Review & Editing.

Enrique Merino-Martínez: Conceptualization, Writing - Original Draft, Visualization, Investigation, Project administration, Supervision, Writing - Review & Editing.

Referencias

- Araújo, A.G., Perevalov, O.V., Jukov, R.A., Guimarães, F.R., Puzinin, A.A., Vodolazskaia, V.P., Vodolazski, A.I., Zamoruiev, V.V., Kondratov, J.S., Plotnikov, L.S., Solovitski, V.N., Tselikovski, A.F., Neto, R., & Carvalho, H. (1988). Carta Geológica de Angola, Escala 1:1.000.000. República Popular de Angola, Ministério da Industria, Instituto Nacional de Geologia, 6 folhas.
- De Waele, B., Johnson, S.P., & Pisarevsky, S.A. (2008). Palaeoproterozoic to Neoproterozoic growth and evolution of the eastern Congo Craton: its role in the Rodinia puzzle. *Precambrian Research*, 160, 127-141.
- De Wit, M.J., & Linol, B. (2015). *Precambrian Basement of the Congo Basin and its Flanking Terrains. Geology and Resource Potential of the Congo Basin*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 19-37.
- Diniz, A.C. (1991). *Angola-Meio físico e potencialidades agrarias*. Lisboa: Instituto para a Cooperação Económica.
- Feio, M. (1981). O Relevô do Sudoeste de Angola – Estudo de Geomorfologia. *Memórias da Junta de Investigações Científicas do Ultramar*, Lisboa, nº 67, 326 p.
- 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).
- García Rodríguez, J.L., García Rodríguez, F.J., Castilla Gutiérrez, C., & Major, S.A. (2014). Petróleo, pobreza y medio ambiente en Angola. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 64, 101-126. I.S.S.N.: 0212-9426.
- Guiraud, M., Buta-Neto, A., & Quesne, D. (2010). Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform-rifted Benguela and oblique-to-orthogonal-rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology*, 27, 1040-1068.

- Haddon, I.G. (2005). The Sub-Kalahari Geology and Tectonic Evolution of the Kalahari Basin, South Africa. Ph.D. Thesis. University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, 343 p.
- Hodges, T. (2001). Angola from Afro-Stalinism to Petro-Diamond Capitalism. African Issues Published in Association With the International African Institute, London.
- Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) (2017). Nota sector infraestructuras de transporte en Angola. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Luanda. NIPO: 114-21-010-1. 14 p.
- Jelsma, H.A., McCourt, S., Perritt, S.H., & Armstrong, R.A. (2018). The Geology and Evolution of the Angolan Shield, Congo Craton. In: Siegesmund, S., et al. (eds.), *Geology of Southwest Gondwana, Regional Geology Reviews*, 217-239.
- Redinha, J. (1975). *Etnias e Culturas de Angola*. Instituto de Investigação Científica de Angola, Luanda, 446 p.
- Robertson, D.S., Eade, K.E., Douglas, R., Novotny, R., Rove, L., Sobel, H., Ávila Martins, J., & Trigo Mira, J. (1961). Carta Geológica de Angola (Provisória), Folha SUL E-33 / B-C-H-I, Oncócuá, escala 1:250.000. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, Luanda, Angola.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021a). Carta de Rochas e Minerais Industriais de Angola à escala 1:50 000. Carta 354B Cuanhangué, e Notícia Explicativa (1ª edição). Instituto Geológico de Angola. Ministério dos Recursos Minerais, Petróleos e Gas, Luanda (Angola), 131 p.
- UTE IGME/LNEG/IIA (2021b). 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 (2021c). 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 (2021d). 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 (2021e). 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 (2021f). 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 (2021g). 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 (2021h). 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 (2021i). 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 (2021j). 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.
- Vale, F., Sousa Silva, M.V., Alegre Caetano, Morais, J.A., da Silva Morais, A., Luís Barros, J., & Neves, O. (1972). Carta Geológica de Angola, Folha Nº 336, SUL D-33 / N-IV, Sá da Bandeira, escala 1:100.000. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, Luanda, Angola.