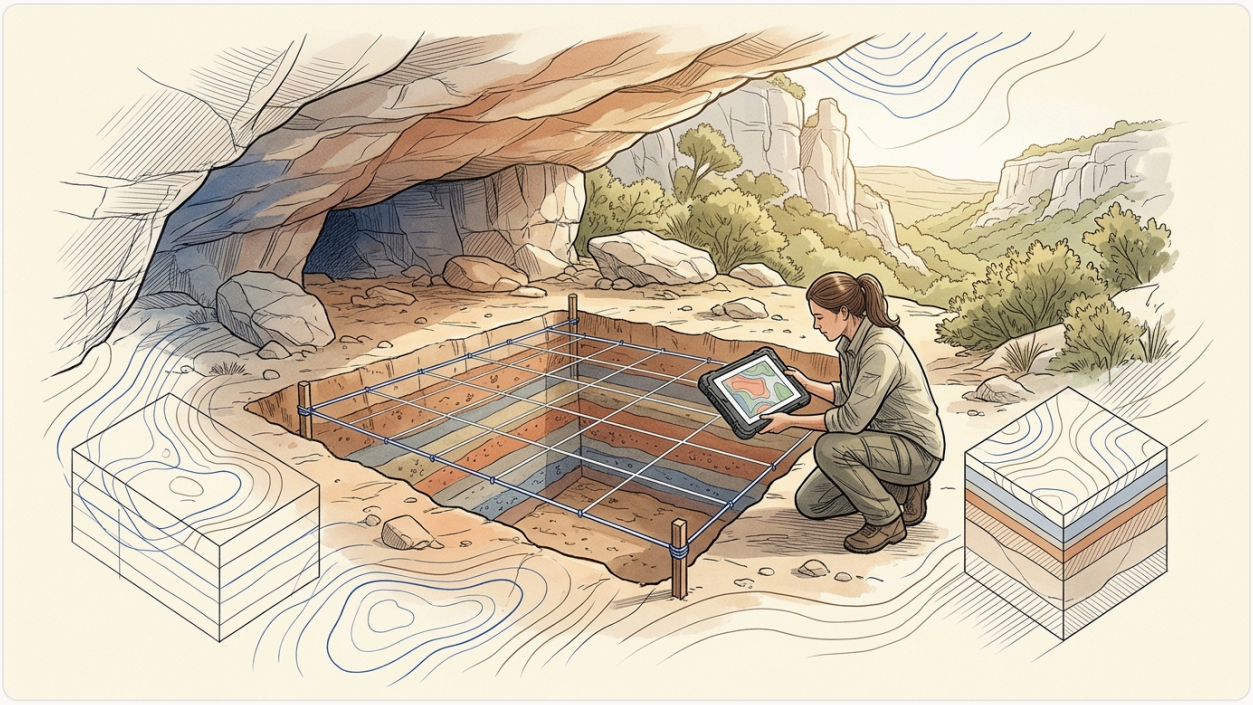
DOCUMENTACIÓN OFICIAL COMPLETA

Manual Integral de ArqueoHabilis

Guía ilustrada paso a paso para dominar de principio a fin el **Dashboard Web** (Fases 1 a 5, laboratorios especializados, Estación Total, visores 3D y Núcleo Analítico con Script R), la **App Móvil Android 100% Offline** y el **Bot de WhatsApp con IA**, explicando además las decisiones de arquitectura científica y técnica detrás de cada módulo.



Portada. Continuidad científica sin pérdida de datos entre la cuadrícula de excavación, el laboratorio y la publicación en revistas indexadas.

Cobertura: 15 Capítulos · 50 Figuras · 6 Tablas técnicas

Canales: Dashboard Web (v1 & v2) · App Android · WhatsApp IA

Estándares Universales: Harris, Munsell, WGS84/UTM Global, IntCal20/SHCal20, FAIR Data, CIDOC-CRM, R Reproducible y normativas patrimoniales abiertas

Compilación: 2026-11-27

Índice General del Manual

1. Introducción al Ecosistema ArqueoHabilis

2. Portal Público, Acceso sin Fricción y Centro de Trabajo Web

3. Fase 1: Planificación de Campañas, Agenda y Sitios (GIS)

4. Fase 2: Trabajo en Campo Web — Estratigrafía 2D/3D, Cuadrículas, Estación Total y Libreta

5. Arte Rupestre y Procesador Cromático DStretch (#arte-rupestre-tab)

6. Fase 3: Catálogo FUR, Colecciones, Muestras, Fechados y FAIR Data

7. Bioarqueología y Antropología Biológica con Atlas Óseo 3D (#bioarqueologia-tab)

8. Zooarqueología y Arqueofauna: Zonificación SVG, MNE/MNI y Atlas 3D (#zooarqueologia-tab)

9. Laboratorios de Cerámica, Lítica, Mesa de Cotejo, Atlas Mundial y Corpus

10. Núcleo Analítico Transversal e Inferencia Científica IA («De la Tabla al Paper»)

11. Fase 4: Publicación, Modelos 3D, Colaboradores y Divulgación

12. Fase 5: Arqueología de Contrato, Rescate y Monitoreo de Obra (CRM / PMA)

13. App Móvil Android de Campo (ArqueoHabilis Campo)

14. Bot Asistente de WhatsApp y Flujo Concurrente de Campaña

15. Anexos y Tablas de Referencia Rápida

1. Introducción al Ecosistema ArqueoHabilis

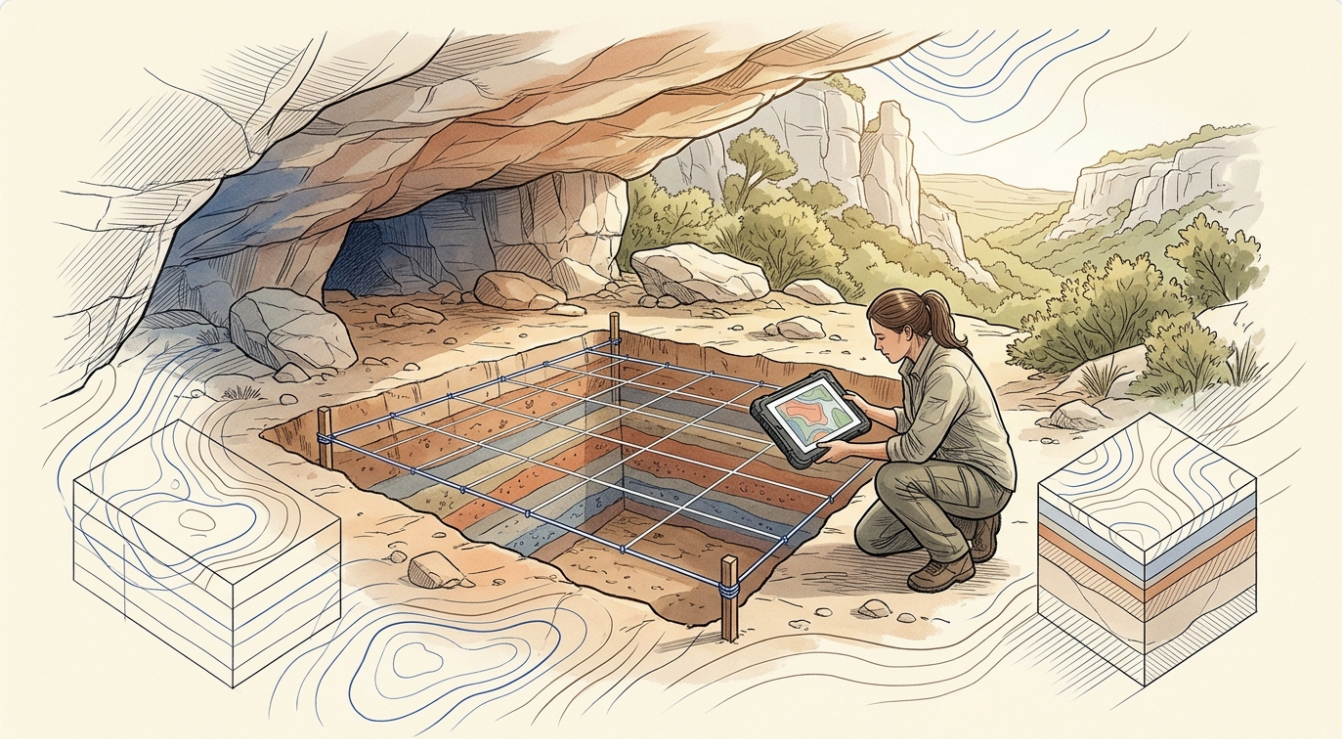


Figura 1. Ilustración editorial de una excavación arqueológica moderna con cuadrícula métrica y registro digital en campo

1.1. Propósito y Manifiesto Científico

ArqueoHabilis es una plataforma científica profesional diseñada para resolver la paradoja fundacional de la arqueología de campo: **excavar es un acto intrínsecamente destructivo e irrepetible**. Cada estrato removido, cada lente de combustión muestreado y cada asociación espacial desmantelada desaparecen físicamente para siempre; lo único que sobrevive para la ciencia y el patrimonio es el **registro**.

Históricamente, los equipos arqueológicos en todo el mundo —desde proyectos académicos en los Andes, Mesoamérica y el Mediterráneo hasta intervenciones de arqueología preventiva o de contrato (*CRM*)— enfrentaron la misma brecha entre el pozo y el gabinete:

- **En el campo y la cuadrícula**: sol directo, polvo, humedad, manos con barro o guantes, libretas de papel que se pierden, códigos de bolsas ilegibles y ausencia total de cobertura celular.
- **En el laboratorio y gabinete**: meses de transcripción manual desde libretas dispersas, planillas de Excel incompatibles entre sí, miles de fotografías sin vínculo con su Unidad Estratigráfica (`UE`) y la redacción repetitiva de fichas patrimoniales oficiales para cada organismo estatal.

ArqueoHabilis cierra esa brecha **blindando el dato desde el instante exacto de su recuperación** hasta la redacción del artículo científico, conectando telemetría espacial, inteligencia artificial multimodal sin alucinación, visores tridimensionales interactivos y exportación reproducible en R.

¿Por qué el proyecto se concibió como un ecosistema integral y no como una simple base de datos?

Porque una ficha aislada no resuelve el trabajo arqueológico real. Si el sistema obliga a abrir una laptop en medio de la lluvia o exige conexión 4G dentro de un abrigo rocoso, el investigador vuelve al papel. Por eso ArqueoHabilis separa la **captura ruda en campo** (App Móvil offline y Bot de WhatsApp en 2G) del **análisis profundo, curaduría 3D e inferencia estadística** (Dashboard Web), compartiendo un único modelo relacional en PostgreSQL.

1.2. El Tridente de Canales: Web, App Móvil y WhatsApp

Para cubrir todo el ciclo de vida de una campaña sin duplicar información, la plataforma se articula en tres canales complementarios que operan sobre el mismo servidor central:

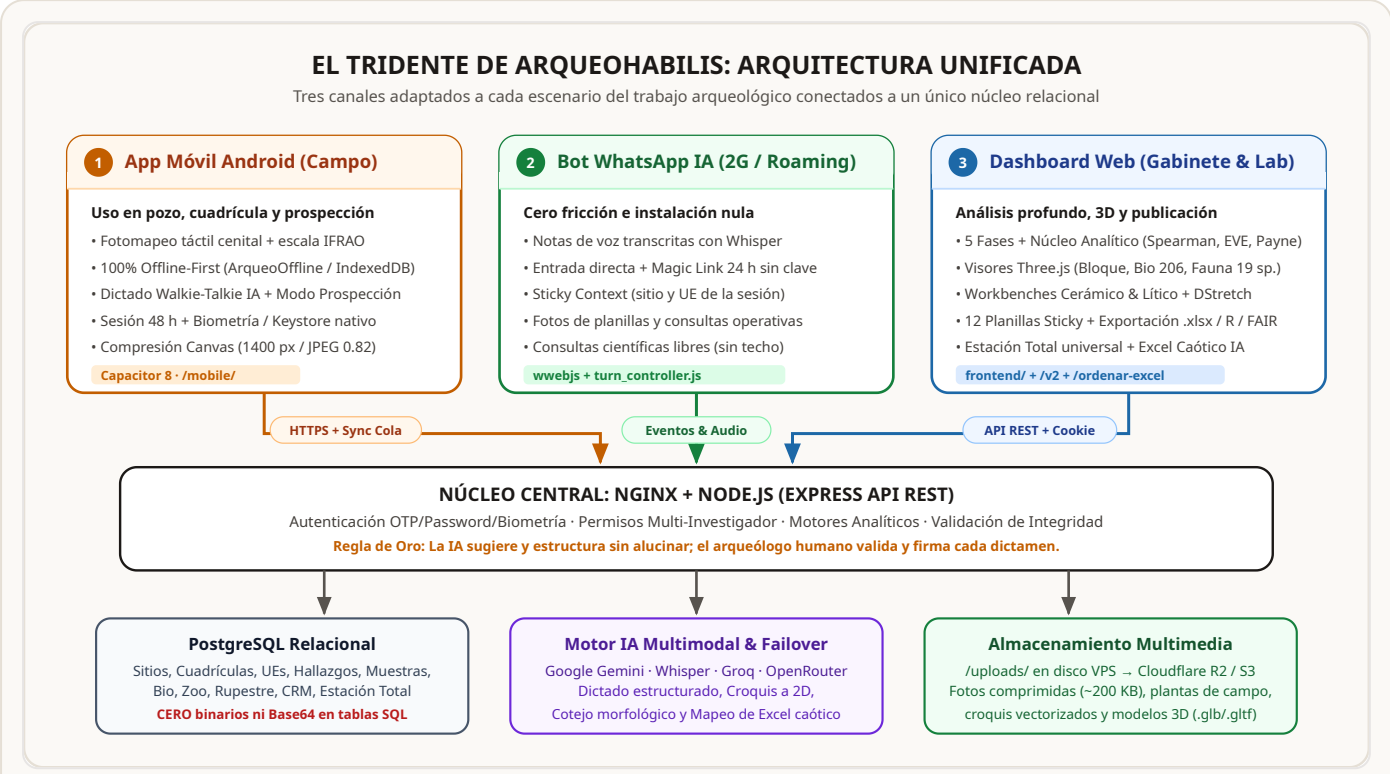


Figura 2. Arquitectura del Tridente de Canales de ArqueoHabilis conectando App Móvil, Bot WhatsApp y Dashboard Web

Tabla 1. 1.2. El Tridente de Canales: Web, App Móvil y WhatsApp

Capacidad / Etapa	💻 Dashboard Web (`/` · `/dashboard`)	📱 App Móvil Android (`/mobile` · Play Store)	💬 Bot WhatsApp IA

Capacidad / Etapa	💻 Dashboard Web (`/` · `/dashboard`)	📱 App Móvil Android (`/mobile` · Play Store)	💬 Bot WhatsApp IA
Escenario principal	Gabinete, laboratorio, curaduría, redacción de informes y papers.	Pozo de excavación, cuadrícula, sondeos y prospección sin señal.	Borde de ruta, campamentos con red 2G/EDGE o roaming, uso manos libres.
Alta de sitios y GIS	Polígonos satelitales, cálculo de hectáreas/perímetro, WGS84 y UTM.	Alta rápida de Punto/Sitio con GPS nativo y Modo Prospección libre.	Auto-creación rápida (`Campaña Rápida WhatsApp` o sitio por comando).
Estratigrafía y planos	Matriz de Harris, Constructor 2D cuadriculado, Croquis IA y Bloque 3D.	Fotomapeo táctil cenital con pines, dibujo de rasgos y escala IFRAO.	Dictado de UEs, capas, Munsell y notas con *Sticky Context*.
Estación Total	Import/Export (CSV, GSI, RW5, JXL, XML, DXF, GeoJSON) + WebSerial.	Captura directa en pozo (offline y online) con sincronización diferida.	Cruce diferido por número de punto (`punto_estacion_total`).
Laboratorios especializados	Cerámica (Rye/Orton), Lítica (Sullivan/Keeley), Bio 3D, Zoo 3D/Zonas, DStretch, Cotejo.	Consulta de plantas y escaneo QR en campo.	Consultas de inventario y asesoría científica libre (*sin techo*).
Entrada sin registro	Ordenador de Excel Caótico (`/ordenar-excel`) + `/magic` .	Sesión extendida de **48 h** + Biometría / Android Keystore.	Dictado/audio/foto directo auto-provisiona cuenta + **Magic Link 24 h**.
Conectividad requerida	Conexión estándar para sincronizar y renderizar mapas/3D.	**100 % Offline-First** (cola local `ArqueoOffline` en IndexedDB).	Funciona sobre señal celular mínima (mensajes y notas de voz).

1.3. Alcance Global Real: Diseñado para la Arqueología de Todo el Mundo

ArqueoHabilis está concebido desde su núcleo para operar **en cualquier país, hemisferio y tradición arqueológica del planeta** —abarcando sin restricciones a toda América Latina y el Caribe, España,

Norteamérica, Europa, África, Asia y Oceanía— sin quedar encerrado en un listado cerrado de países ni excluir a ningún país hispanohablante o internacional.

En lugar de restringir los formularios a unas pocas jurisdicciones fijas, la plataforma combina **estándares científicos universales** con **metadatos jurisdiccionales abiertos**:

Tabla 2. 1.3. Alcance Global Real: Diseñado para la Arqueología de Todo el Mundo

Dimensión de Interoperabilidad	Capacidad Global sin Restricciones de País
Geodesia y Cartografía Planetaria	Soporte nativo para **WGS84** (grados decimales y sexagesimales), proyección **UTM global completa (Zonas 1 a 60, Hemisferio Norte y Sur)**, datums regionales e internacionales (*ITRF*, *SIRGAS*, *ETRS89*, *NAD83*, *GDA2020*, *PSAD56*, *POSGAR07*, entre otros) y grillas micro-topográficas locales medidas desde cualquier *Datum* o banco de nivel.
Cronología y Calibración Global	Selección automática e intercambiable de curvas radiocarbónicas según latitud y hemisferio (`IntCal20` para el Hemisferio Norte, `SHCal20` para el Hemisferio Sur y calibración mixta/marina global), además de termoluminiscencia (TL) y luminiscencia ópticamente estimulada (OSL).
Estándares Científicos Universales	Núcleo metodológico común aceptado internacionalmente: **Matriz de Harris**, **Tablas Munsell**, realce **DStretch**, inventario osteológico de 206 huesos (**Buikstra & Ubelaker**), tafonomía y desposte (**Binford**, **Lyman**, **Payne**, **Dobney & Rielly**), tecnología cerámica (**Shepard**, **Rye**, **Orton**, **Ford**), lítica (**Andrefsky**, **Bordes**, **Sullivan & Rozen**, **Keeley**), **FAIR Data** y exportación en **Script R** para revistas indexadas globales.
Compatibilidad Normativa Abierta	Todos los formularios permiten registrar libremente **cualquier país**, provincia/estado/región, municipio, organismo de tutela, código de expediente y sigla oficial. La estructura es interoperable con marcos internacionales (**UNESCO**, **ICOMOS**, **CIDOC-CRM**) y con sistemas patrimoniales nacionales o regionales de todo el mundo (a modo meramente ilustrativo: fichas **FUR/ReNYCOA**, **INAH**, **MINCUL**, **ICANH**, **CMN**, **INPC**, **UDAM**, **IPHAN**, **CAPA9/CSIC**, **ICCD**, **NAGPRA/Section 106**, entre muchos otros), además de contar con modalidad académica libre.
Vocabulario y Regionalismos	El buscador global (`Ctrl+K`) y el asistente de IA entienden los distintos regionalismos técnicos del ámbito hispanohablante e internacional (por ejemplo: *tiesto / tepalcate / fragmento / casco*, *UE / locus / estrato / capa / rasgo / contexto*, *cuadrícula / unidad / cata / pozo de sondeo*, *bolsa / lote*).

¿Por qué elegir estándares científicos universales con jurisdicción abierta en lugar de listas rígidas de países?

La arqueología ocurre en cientos de jurisdicciones nacionales, federales, provinciales y comunitarias. Si el software solo contemplara un grupo reducido de países, dejaría afuera a investigadores de la mayor parte del mundo —incluidos numerosos países de habla hispana— o volvería inútiles los formularios fuera de esas fronteras. Diseñar la base de datos sobre el estándar metodológico universal (sitio, espacio 3D/GIS, estrato, hallazgo, colección y evidencia analítica) y dejar abiertos los campos administrativos permite cumplir simultáneamente con la normativa local de cualquier territorio y con los estándares internacionales de publicación.

Además, el módulo geoespacial permite trabajar con trazado directo de polígonos satelitales o levantamiento por **Estación Total** en cualquier punto del globo, calculando áreas en hectáreas, perímetros y transformaciones de coordenadas de forma agnóstica al país.

1.4. Cinco Pilares Técnicos y Científicos («¿Por qué se diseñó así?»)

Antes de recorrer cada pantalla, conviene entender las cinco decisiones de ingeniería y método que gobiernan toda la plataforma:

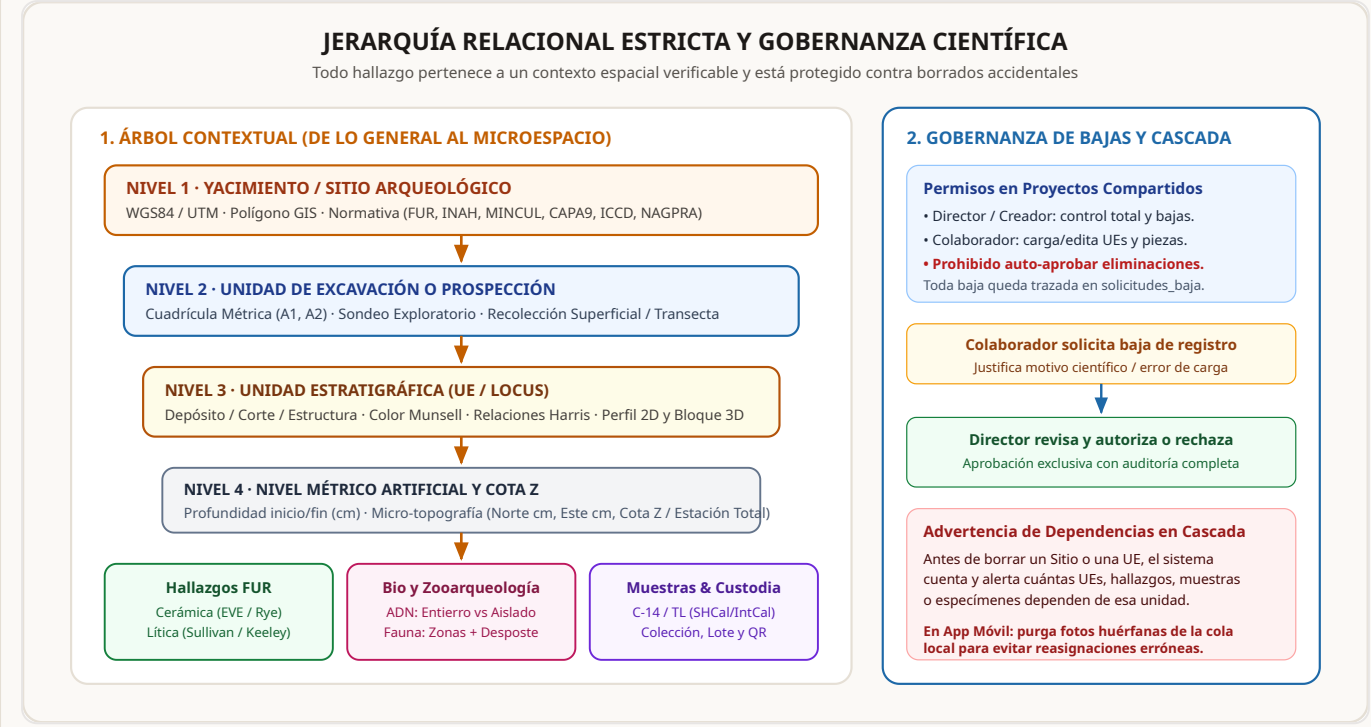


Figura 3. Jerarquía relacional estricta desde Yacimiento hasta Hallazgos junto con la gobernanza de bajas

1. **Jerarquía relacional estricta y Gobernanza de Bajas**: Todo hallazgo, muestra o fechado pertenece a una cadena explícita: `Sitio → Cuadrícula / Sondeo / Superficie → UE / Locus → Nivel Métrico → Hallazgo`. Si se intenta eliminar una UE o sitio con registros dependientes, el sistema advierte en cascada el impacto exacto. Además, en proyectos compartidos, los colaboradores de campo **no pueden borrar registros ni**

auto-aprobar sus solicitudes: envían una solicitud de baja (`solicitudes_baja`) que solo el Director/creador puede autorizar o denegar.

2. **Cero binarios en PostgreSQL y compresión obligatoria en el cliente**: Las cámaras modernas producen archivos de 12 a 18 MB que colapsarían el WebView de Android y las conexiones rurales. Por eso cada fotografía se lee con `URL.createObjectURL(file)`, se redimensiona en un `<canvas>` local a un máximo de **1400 px** en formato **JPEG 0.82** (~180–250 KB) y se sube a `/api/upload` (almacenamiento físico `/uploads/` migrable a Cloudflare R2 / S3). PostgreSQL almacena únicamente la URL de texto.

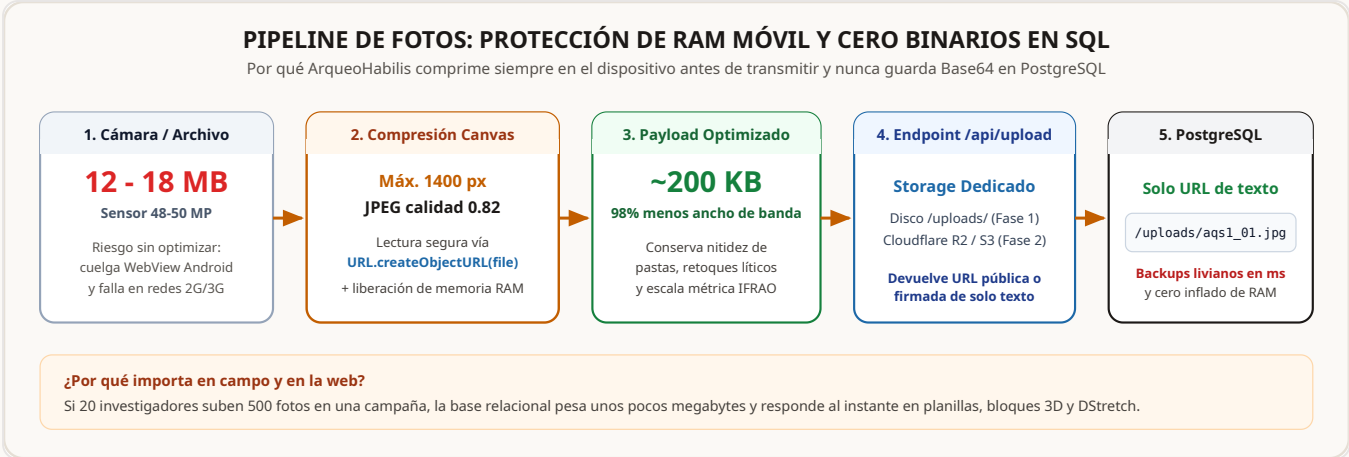


Figura 4. Pipeline de compresión en Canvas del cliente y almacenamiento desacoplado de imágenes

1. **Cero alucinación de datos de campo por parte de la IA**: Cuando la IA procesa un dictado de voz en la app o en WhatsApp, tiene prohibido inventar coordenadas, profundidades, pesos o colores Munsell omitidos: los campos no mencionados quedan estrictamente en `null` para su medición posterior en laboratorio.
2. **Ciclo de vida hermético WebGL en visores 3D**: Los navegadores de escritorio y móviles restringen los contextos gráficos hardware simultáneos a entre 8 y 16 ranuras WebGL. Todos los visores Three.js de ArqueoHabilis (`BloqueEstratigrafico3D`, Atlas Esquelético Humano 206 huesos y Atlas de Arqueofauna 19 especies) cancelan sus bucles `requestAnimationFrame`, liberan geometrías y texturas, invocan `WEBGL_lose_context` al cerrar modales y escuchan `webglcontextlost` / `webglcontextrestored` para recuperarse sin pantallas en blanco.
3. **Autoridad humana irrevocable en la inferencia científica**: En el Núcleo Analítico, los algoritmos calculan correlaciones de Spearman, curvas de Payne, EVE o modelos de Renfrew y formulan hipótesis; sin embargo, ningún diagnóstico adquiere estatus definitivo hasta que el investigador responsable lo revisa, ajusta o refuta y estampa su firma profesional en `analitica_diagnosticos_sitio`.

2. Portal Público, Acceso sin Fricción y Centro de Trabajo Web

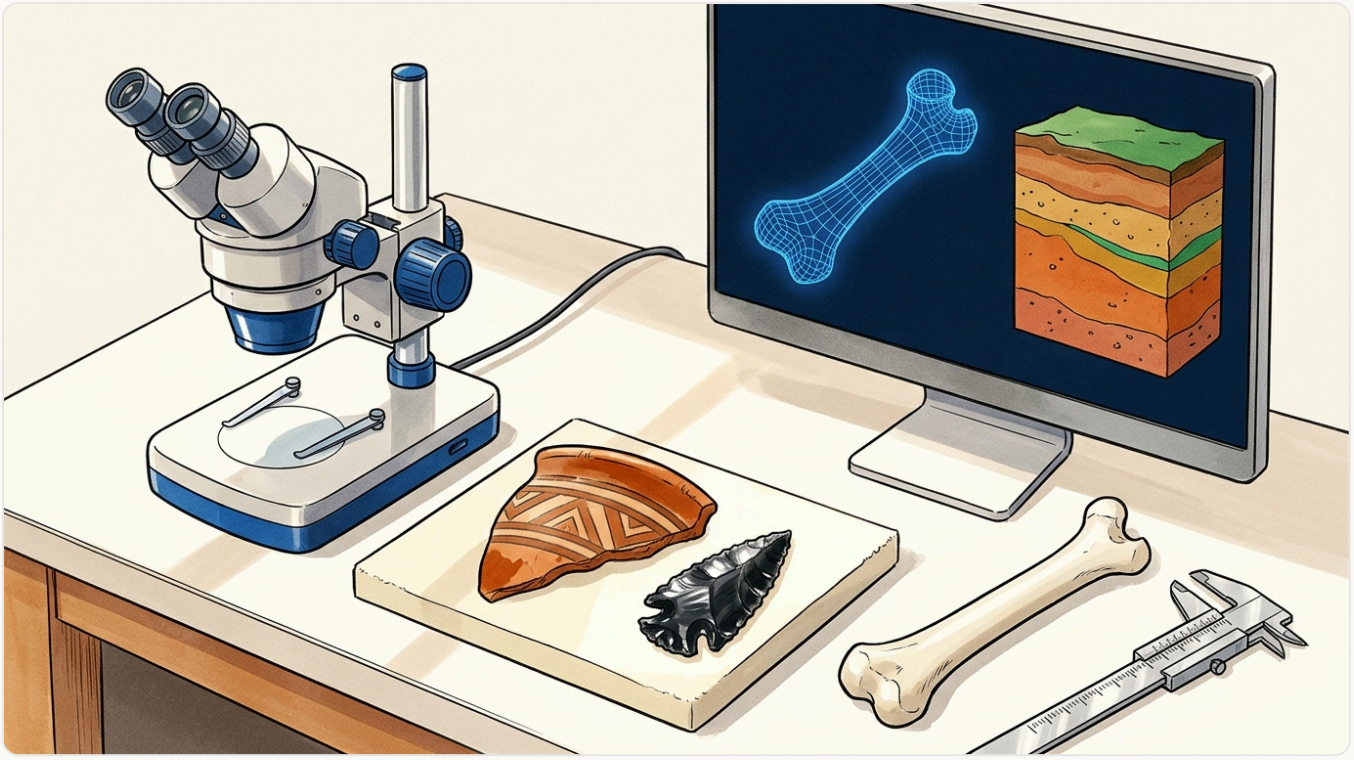


Figura 5. Ilustración editorial de gabinete y laboratorio arqueológico con microscopio, cerámica, lítica y modelo 3D

2.1. El Portal Público y el Mapa Explorador (`/`, `/mapa`)

Al ingresar a `https://arqueo.habilispro.com/` sin iniciar sesión, cualquier ciudadano, estudiante o colega accede a la vitrina abierta de ArqueoHabilis:



Figura 6. Vista de la portada pública con mapa arqueológico interactivo, acceso al ordenador de Excel y menú superior

1. **Mapa Arqueológico Interactivo (`/mapa`)**: Muestra únicamente los yacimientos marcados explícitamente como **públicos** por sus directores y sitios patrimoniales de referencia (UNESCO, museos y centros de interpretación). Los filtros superiores permiten segmentar por período cronológico, modo de vida y categoría patrimonial.
2. **Galería Pública de Modelos 3D (`/modelos3d`)**: Reúne fotogrametrías `.glb` / `.gltf` y modelos de Sketchfab compartidos públicamente, con rotación orbital 360° y visor en Realidad Aumentada.
3. **Red de Investigadores (`/investigadores`) y Perfiles Públicos (`/informes/:slug`)**: Directorio de arqueólogos verificados con su filiación institucional, ORCID, líneas de especialidad y colecciones habilitadas para divulgación.
4. **Calendario de Congresos (`/calendario`), Cronología (`/cronologia`) y Pasaporte (`/mapa#pasaporte`)**: Agenda abierta de eventos científicos, línea de tiempo comparada y recorridos de divulgación turística/educativa.
5. **Acceso directo al Manual (`/manual`)**: Enlace permanente desde la barra de navegación superior para consultar esta guía completa o descargar su versión PDF.

¿Por qué la portada pública nunca expone sitios en curso por defecto?

Para prevenir el **expolio y el huaquerismo**. Todo proyecto creado por un investigador o mediante el Asistente de 1 minuto nace como **privado** (`es_publico = false`) y sin coordenadas expuestas al público general hasta que el Director decida expresamente divulgarlo.

2.2. Ordenador de Excel Caótico con IA (`/ordenar-excel` — Sin Login)

Miles de equipos arqueológicos heredan planillas de campo heterogéneas en `.xlsx`, `.xls` o `.csv` con nombres de columnas inconsistentes (`pieza`, `desc.`, `bolsa_nro`, `prof`, `observaciones_varias`). Para eliminar la barrera de entrada, ArqueoHabilis ofrece esta micro-herramienta abierta sin requerir cuenta previa.

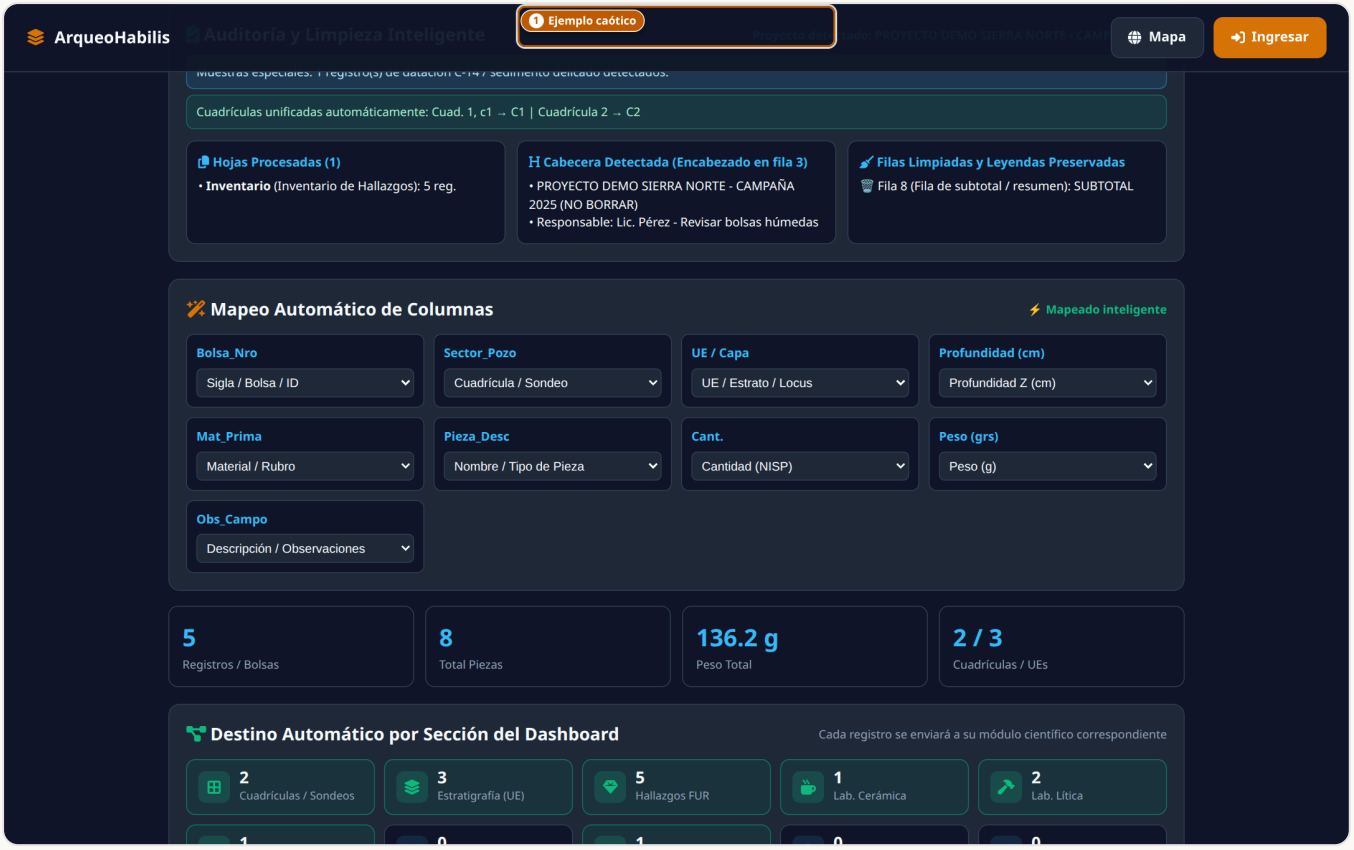


Figura 7. Pantalla del Ordenador de Excel Caótico mostrando mapeo automático por IA, KPIs, gráfico y botones de descarga

Paso a paso para normalizar una planilla

1. Entrar a `/ordenar-excel` (desde el botón verde **«Ordenar mi Excel + QR (Sin registro)»** de la portada o desde la Estación de Despegue del Dashboard).
2. Arrastrar un archivo `.xlsx`, `.xls` o `.csv` propio, o pulsar **«Probar con un Excel caótico de ejemplo»** para evaluar el motor con datos simulados.
3. El servicio `POST /api/public/mapear-excel` inspecciona encabezados y filas de muestra, asignando automáticamente más de 24 campos arqueológicos estándar (Sigla FUR, Sitio, Cuadrícula, UE/Estrato, Material, Peso, Dimensiones, Arco %, Diámetro de borde y Coordenadas).
4. Todas las columnas atípicas o notas que no corresponden a un campo estándar se conservan íntegras dentro de `otros_info.excel_atributos` y `descripcion`: **cero pérdida de datos**.
5. En la vista de resultados inmediata podés:

- Revisar los **4 KPIs** (registros detectados, cantidad de piezas, peso total y cuadrículas/UEs).
- Inspeccionar el gráfico de distribución por materia prima.

- Imprimir **Etiquetas QR de bolsas** listas para rotular.
- Pulsar **«Descargar Excel Ordenado (.xlsx)»** sin haber iniciado sesión.

1. Si deseás persistir los datos en la base relacional, pulsá **«Guardar en mi Proyecto»**: si aún no iniciaste sesión, el sistema guarda temporalmente tu tabla, te lleva a `/login` y al autenticar crea o actualiza el proyecto completo (`POST /api/excel-caotico/importar`).

2.3. Registro, Login, OTP WhatsApp y Magic Link (`/login`, `/magic`)

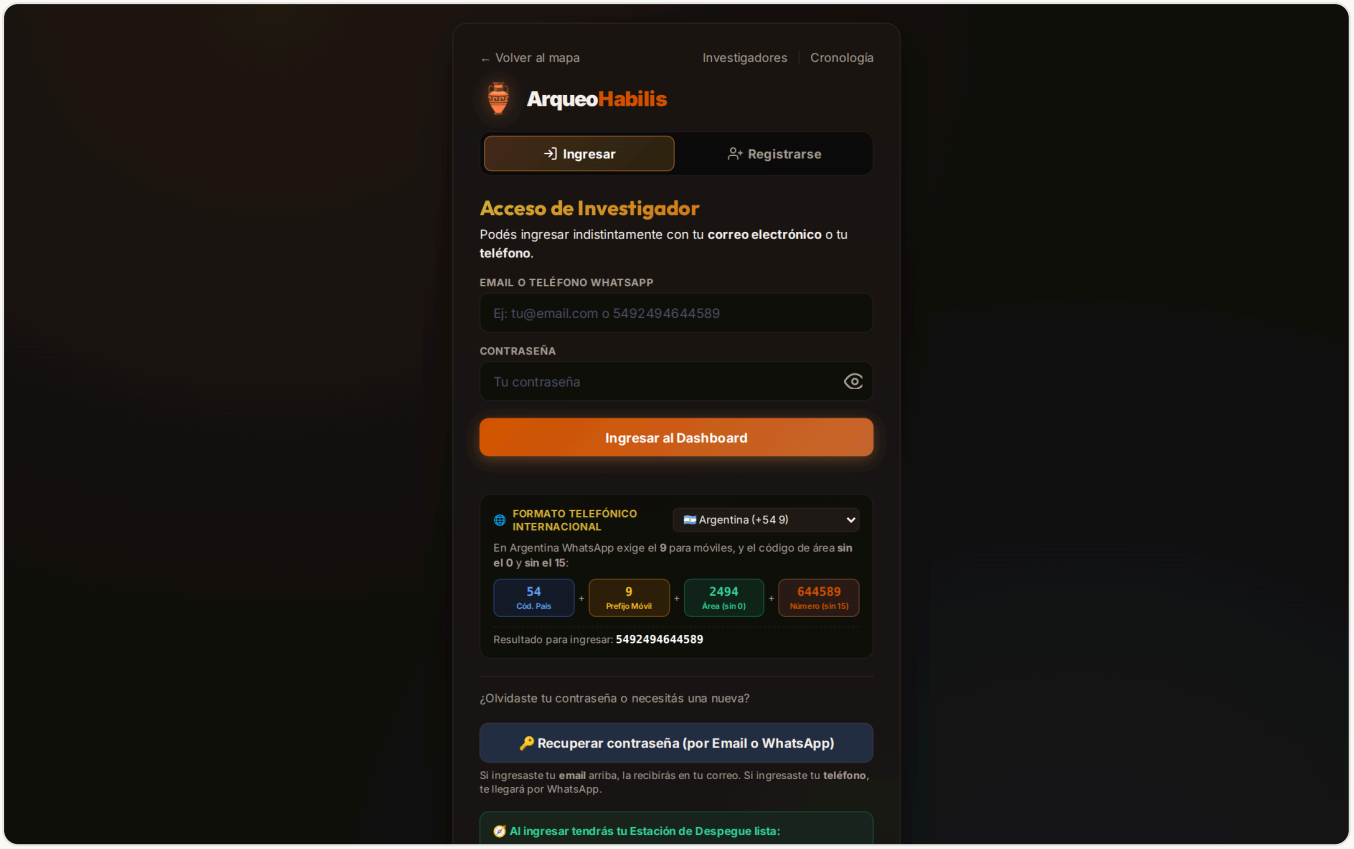


Figura 8. Pantalla de ingreso de investigadores con acceso por contraseña y código OTP de WhatsApp

ArqueoHabilis ofrece tres caminos de autenticación diseñados para la realidad académica y de campo:

1. **Teléfono + Contraseña o Email**: Acceso estándar desde `/login` para sesiones de **12 horas** en navegador web y **48 horas** en la App Móvil.
2. **Código OTP por WhatsApp**: Ingresá tu número con prefijo internacional (`+54 9...`, `+34...`, `+52...`, `+51...`), recibí un código de 6 dígitos que caduca a los 5 minutos e ingresá sin recordar claves.
3. **Magic Link de 24 horas (`/magic`)**: Si enviaste primero una nota de voz, texto o foto al bot de WhatsApp sin haberte registrado jamás, el bot crea automáticamente tu cuenta express y te devuelve un enlace `https://arqueo.habilispro.com/magic?t=...` que abre el Dashboard en un clic sin contraseña.

Verificación de Identidad y Mi Perfil (`#mis-datos-tab`)

Una vez dentro del Dashboard, hacé clic sobre tu nombre arriba a la derecha para completar tu Institución (universidades, consejos de investigación, museos, ministerios/institutos de patrimonio o consultoras de arqueología preventiva de cualquier país), Título, País, Especialidades y ORCID. Desde la tarjeta **«Verificación de Identidad»** podés validar tu correo institucional o solicitar el aval de dos colegas para obtener la insignia de Investigador Verificado.

2.4. Centro de Trabajo, Estación de Despegue y Buscador `Ctrl+K`

El **Centro de Trabajo** (`#dashboard-tab`) organiza las **26 herramientas** del sitio en 5 fases cronológicas más una etapa transversal superior (**Núcleo Analítico & IA**).

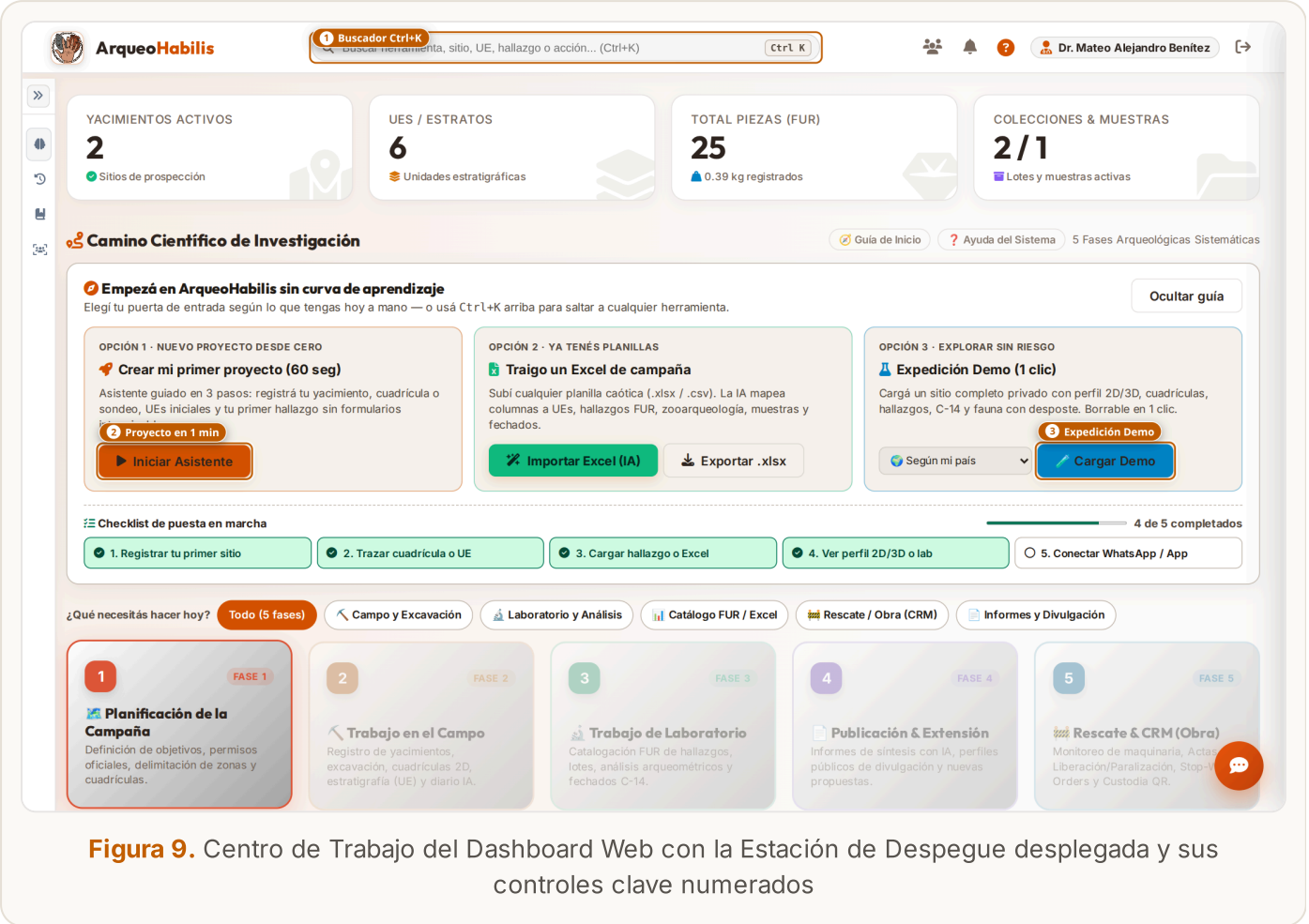


Figura 9. Centro de Trabajo del Dashboard Web con la Estación de Despegue desplegada y sus controles clave numerados

1. **Métricas en Tiempo Real** (fila superior): Yacimientos activos, UEs/Estratos, Total Piezas (FUR) + kilogramos acumulados, y Colecciones/Muestras. Cada tarjeta es clicable y salta directo a la pestaña correspondiente.
2. **Estación de Despegue Oculta por Defecto (`#arqueo-onboarding-hub`)**:

- Al entrar al Dashboard, el panel completo de bienvenida (`#onboarding-quickstart-panel`) permanece **oculto por defecto** (`hidden`) para mantener una vista profesional limpia.

- En su lugar aparece una franja compacta con accesos directos (`🚀 + Proyecto 1 min`, `📊 Importar Excel (IA)`, `⬇️ Exportar .xlsx`) y el botón **«Mostrar Guía»** (o **«🧭 Guía de Inicio»** en el encabezado).
- Al desplegarla, ofrece tres puertas de entrada y un **Checklist vivo de 5 hitos** sincronizado con tus datos reales en PostgreSQL.

1. **Asistente Guiado de Primer Proyecto en 3 Pasos (`🚀 + Proyecto 1 min`)**:

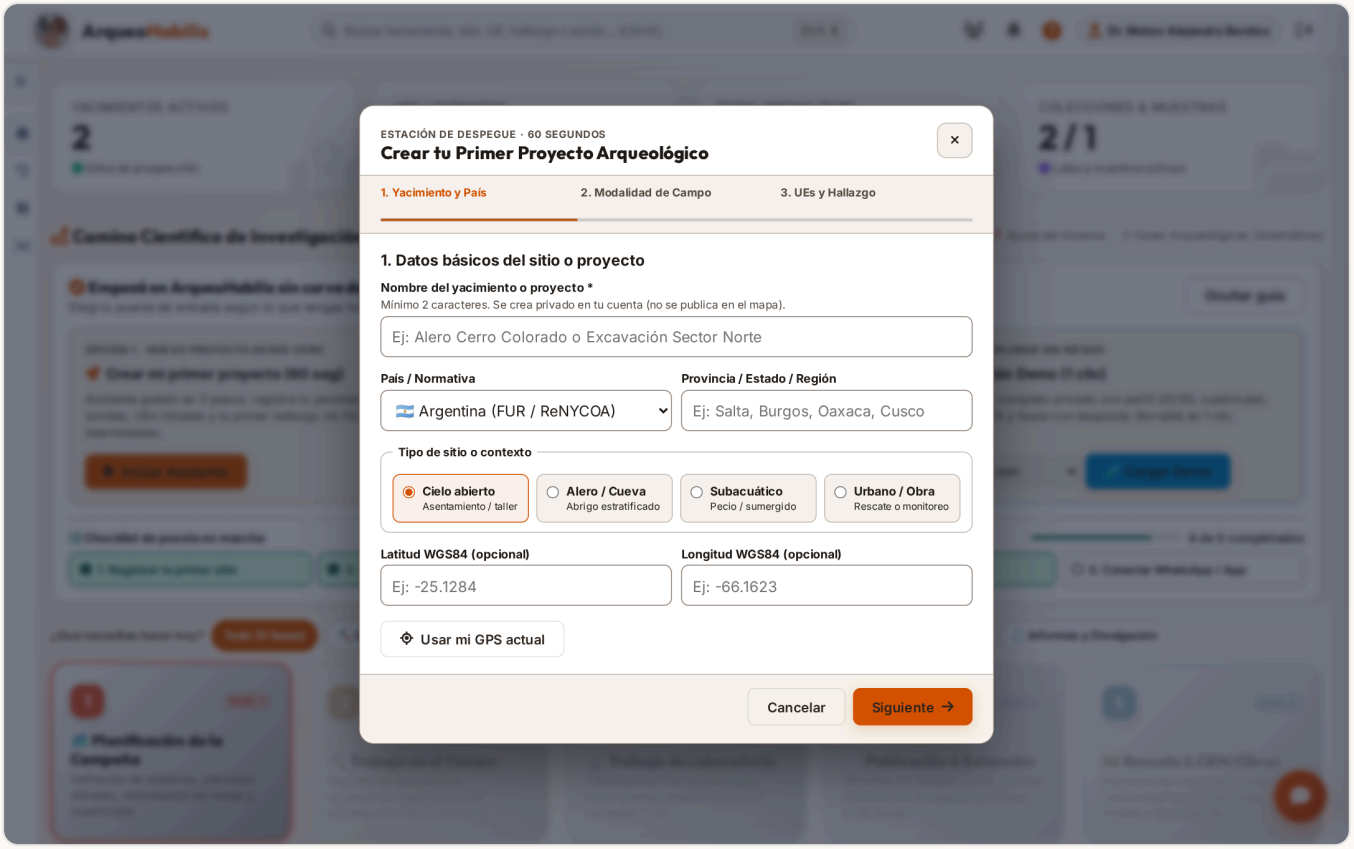


Figura 10. Asistente modal de creación de primer proyecto en 3 pasos

- **Paso 1 (Yacimiento y Jurisdicción)**: Nombre del sitio, país/normativa, provincia, tipo de sitio y captura opcional de GPS actual. El sitio nace siempre privado (`es_publico = false`).
- **Paso 2 (Modalidad de Campo)**: Alterná entre *Cuadrícula métrica*, *Sondeo / Excavación en campo*, *Prospección* o *Rescate / CRM* adaptando los campos dinámicamente.
- **Paso 3 (UEs base y Primer Hallazgo)**: Opcionalmente crea `UE-101` y `UE-102` con Munsell inicial y un primer hallazgo en una sola transacción atómica (`POST /api/onboarding/proyecto-rapido`).

1. **Expedición Demo Multirregional Reversible (`🧪 Cargar Demo`)**:

- Elegí una plantilla de demostración rápida (ej. *Andes*, *Mediterráneo*, *Mesoamérica*, etc.; en proyectos reales podés elegir **cualquier país y marco normativo del mundo**) y pulsá **«Cargar Demo»**.
- Crea de manera idempotente y privada un yacimiento `[DEMO]` completo con campaña, 2 cuadrículas, perfil 2D/3D, 4 UEs, colección, 6 hallazgos (incluido borde cerámico EVE), muestra y fechado C-14, 3 registros de zooarqueología (con marcas de **desposte**), 1 resto humano aislado en bioarqueología y 2 notas en libreta.
- Cuando termines de probar, pulsá **«Eliminar Expedición Demo»** en el banner amarillo superior: borra únicamente la expedición de práctica sin tocar tus yacimientos reales.

1. **Filtro por Intención (`¿Qué necesitás hacer hoy?`)**: Botones rápidos para destacar las fases de *Campo y Excavación*, *Laboratorio y Análisis* o *Rescate / Obra (CRM)* atenuando las restantes sin ocultarlas.
2. **Buscador Global + Paleta de Comandos (`Ctrl+K` / `/`)**:

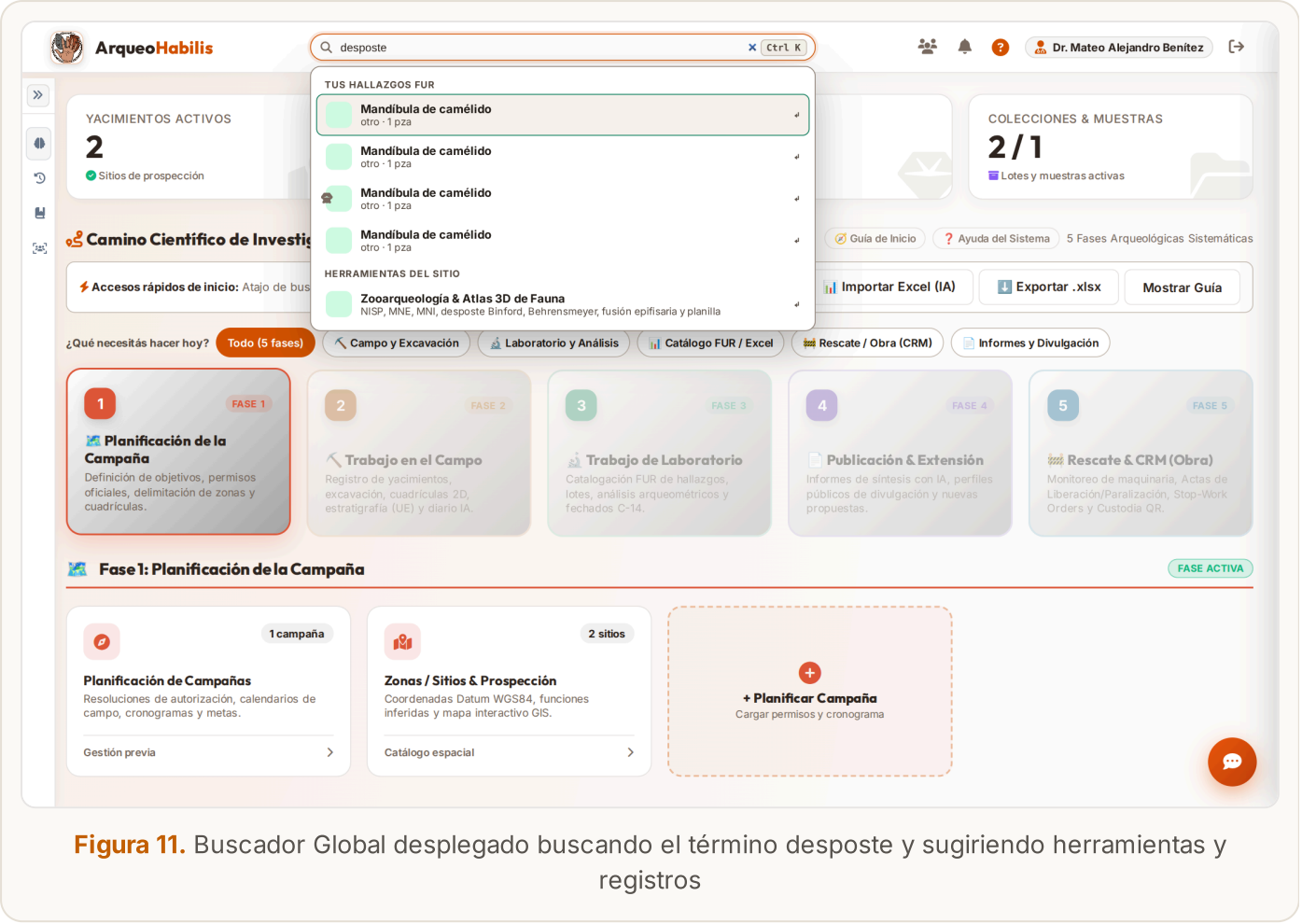


Figura 11. Buscador Global desplegado buscando el término desposte y sugiriendo herramientas y registros

- Presioná `Ctrl+K` (o `/`) desde cualquier pestaña para buscar tanto herramientas (con sinónimos regionales como *tiesto*, *tepalcate*, *Munsell*, *Harris*, *desposte*, *DStretch*, *CRM*) como registros reales propios en memoria (yacimientos, UEs y hallazgos). Navegá con `↑`/`↓` y abrí con `Enter`.

2.5. Camino Científico v2 (`/v2`) y Motor de Planillas Sticky (`ArqueoPlanilla`)

Además del Dashboard clásico, ArqueoHabilis incluye la interfaz modular **Camino Científico v2** (`/v2`), orientada a navegación progresiva con transiciones laterales por fase y diálogos nativos accesibles:

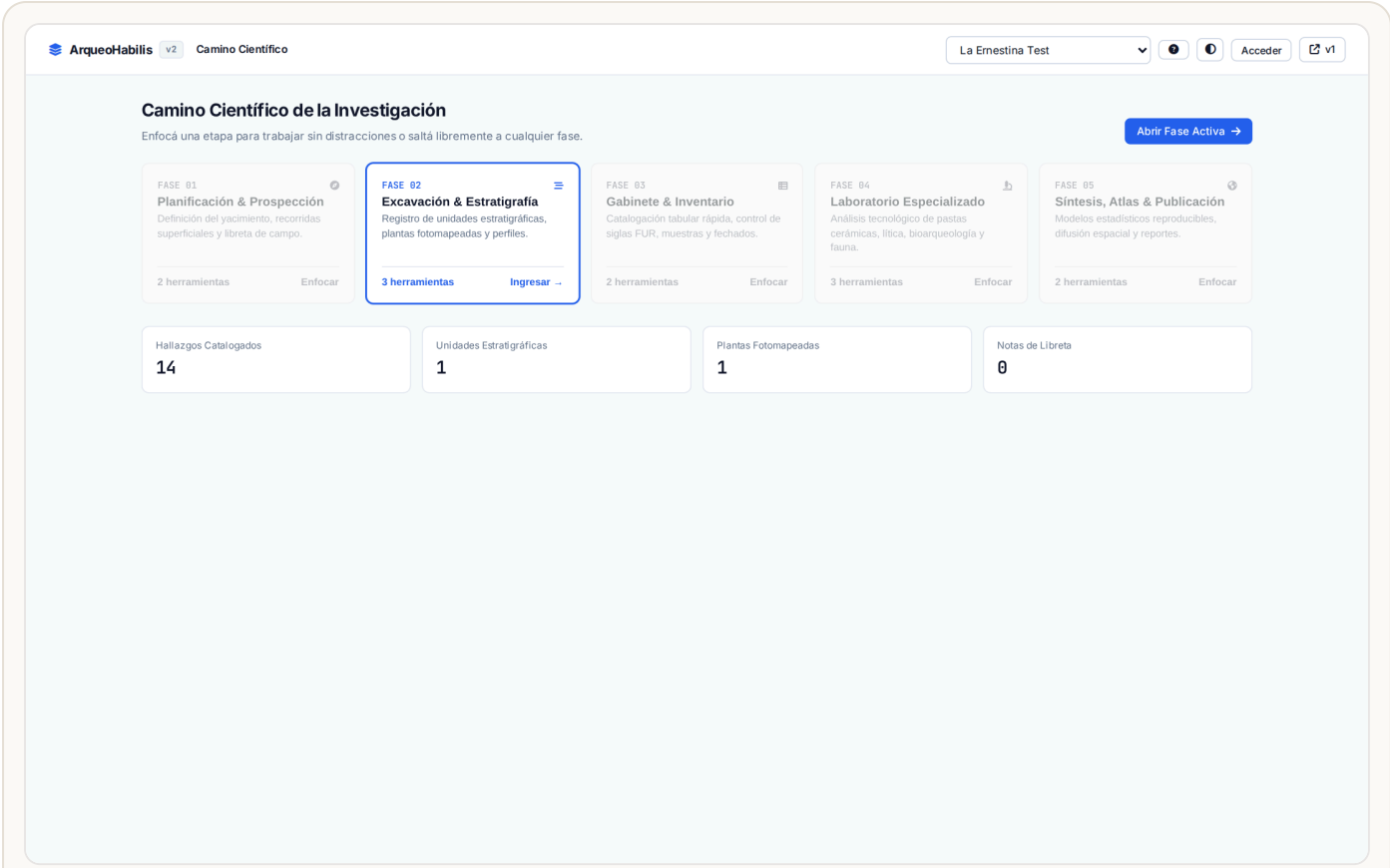


Figura 12. Interfaz modular Camino Científico v2 mostrando las cinco fases de investigación

Motor Transversal de Planillas (`ArqueoPlanilla`)

Todas las secciones tabulares del Dashboard comparten un mismo motor unificado (`frontend/js/arqueo_planilla_engine.js`):

- **Vista Dual Persistente (*Compacta / Tarjetas* vs. *Planilla tipo Excel Sticky*)**: Encabezado superior y primera columna identificadora fijados (`position: sticky`), clic directo sobre el código para editar el registro y preferencia guardada por módulo en `localStorage`.
- `Scope Bar` **en Vivo**: Cinta superior con chips de filtros activos y KPIs instantáneos del recorte visible.
- **Carga Continua (`Guardar y Siguiente`)**: Disponible en Hallazgos FUR, Bioarqueología, Zooarqueología, Cerámica, Lítica, UEs, Lotes, Muestras, Fechados, Motivos Rupestres, Monitoreo PMA y Cadena de Custodia QR; fija el contexto espacial/documental, autoincrementa la sigla (`CER-001 → CER-002`) y notifica cada alta sin cerrar el editor.
- **Exportación Multi-Hoja Excel (`.xlsx`) y CSV UTF-8 BOM**: Descarga exacta 1:1 de las columnas visibles en las **12 planillas sticky** más la planilla zooarqueológica, con hoja resumen y autofiltro.

⚠ Salvaguarda contra callejones sin salida en cuentas nuevas

Si intentás abrir **+ Nueva UE**, **+ Nuevo Objeto** o **+ Nueva Cuadrícula** antes de tener un yacimiento creado, un aviso contextual al inicio del modal te ofrece lanzar directamente el Asistente de 1 minuto o cargar la Expedición Demo.

3. Fase 1: Planificación de Campañas, Agenda y Sitios (GIS)

3.1. Planificación de Campañas y Agenda Privada de Labores (`#planificacion-tab`)

Antes de desplegar cuadrículas en el terreno, la pestaña **Campañas Arqueológicas** centraliza la logística, los permisos legales y el cronograma del equipo.

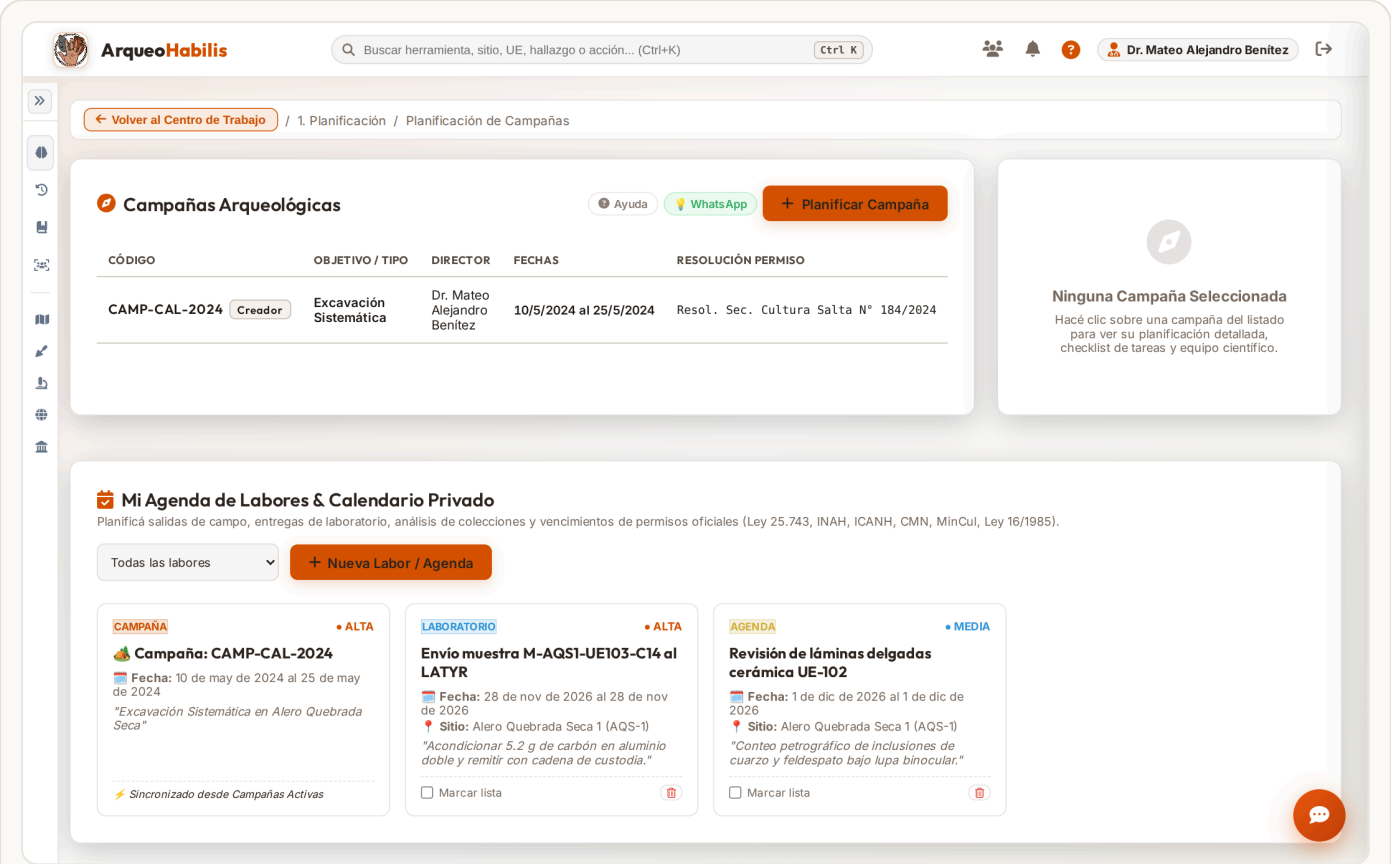


Figura 13. Pantalla de Planificación de Campañas Arqueológicas y Agenda Privada de Labores

Paso a paso para crear una campaña y agendar labores

1. En la barra lateral izquierda, abrí `1. Planificación → Campañas Arqueológicas` (`#planificacion-tab`).
2. Pulsá `+ Nueva Campaña` (`#btn-new-campana`) y completá:

- **Código de Campaña** (ej. `CAMP-CAL-2024`) y **Objetivo / Tipo** (*Excavación Sistemática*, *Prospección*, *Rescate / Salvamento*, *Análisis de Laboratorio*).
- **Director / Investigador a Cargo** y **N° de Resolución / Permiso Oficial** emitido por la autoridad patrimonial.
- **Fechas de inicio/fin** y **Presupuesto estimado**.
- **Vincular Sitios** y **Equipo**: asociá los yacimientos de la expedición y las tareas/equipamiento asignados.

1. Guardá la campaña para habilitar su vinculación con reportes de campo, monitoreo CRM y cadena de custodia.

2. **Mi Agenda de Labores & Calendario Privado**:

- Desplazate hacia la tarjeta inferior de la misma pestaña y pulsá `+ Nueva Labor / Agenda` (`#btn-open-labor-modal`).
- Definí título, tipo (*Campo*, *Análisis de Laboratorio*, *Gabinete*, *Gestión Legal*), prioridad (*Baja*, *Media*, *Alta*, *Urgente*), rango horario y yacimiento asociado.
- Pulsá **«Agendar Labor»** para incorporarla a tu grilla privada de vencimientos y recordatorios.

3.2. Yacimientos, Sitios y Delimitación GIS (`#yacimientos-tab`)

La pestaña **Yacimientos y Sitios** administra el catálogo geográfico maestro del investigador. Todo el registro estratigráfico y material posterior dependerá de estos nodos.

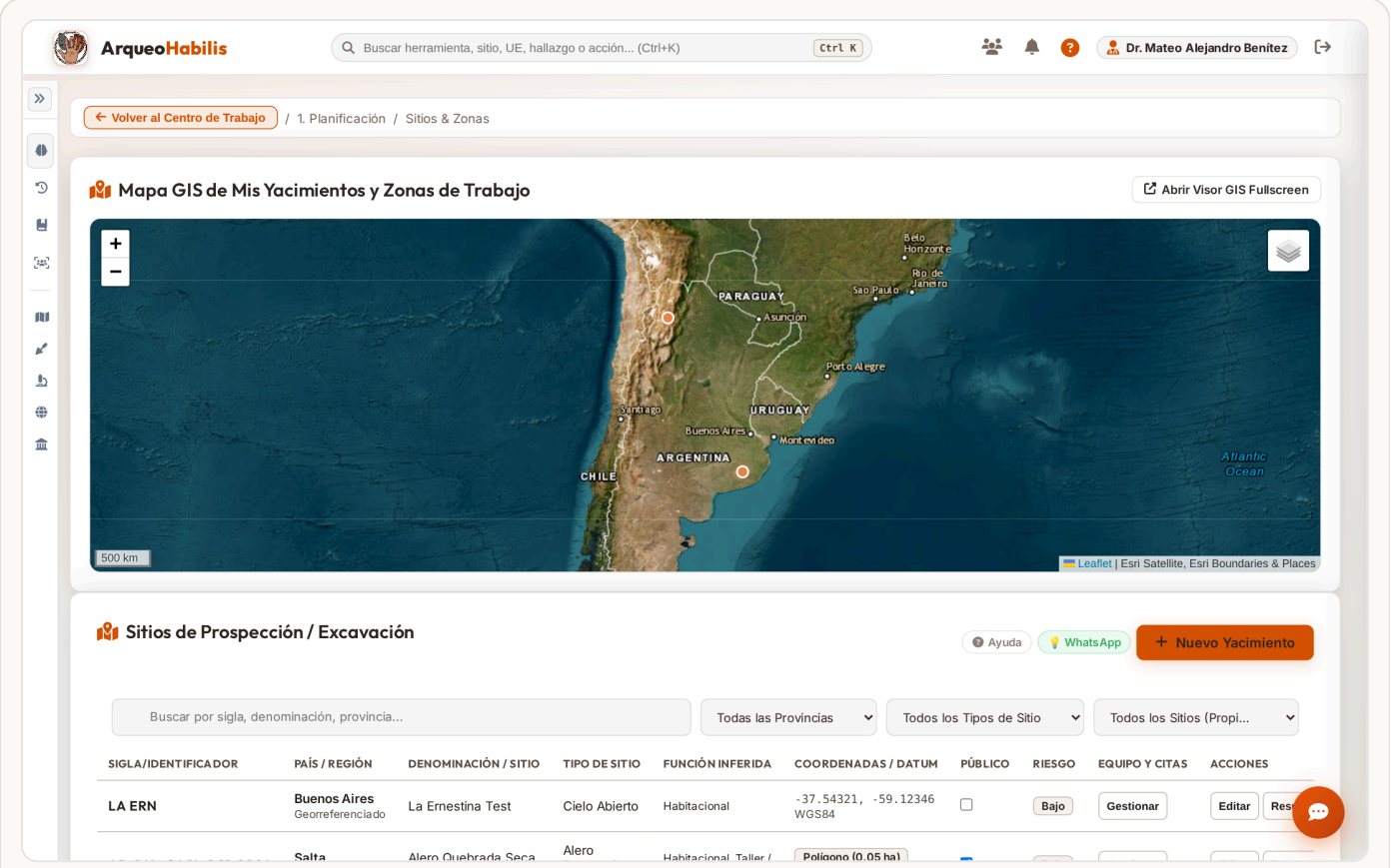


Figura 14. Listado y panel de Yacimientos y Sitios Arqueológicos del investigador

Paso a paso para dar de alta un yacimiento completo

1. Abrí `1. Planificación → Yacimientos y Sitios` (`#yacimientos-tab`) y pulsá `+ Nuevo Yacimiento` (`#btn-open-yacimiento-modal`).

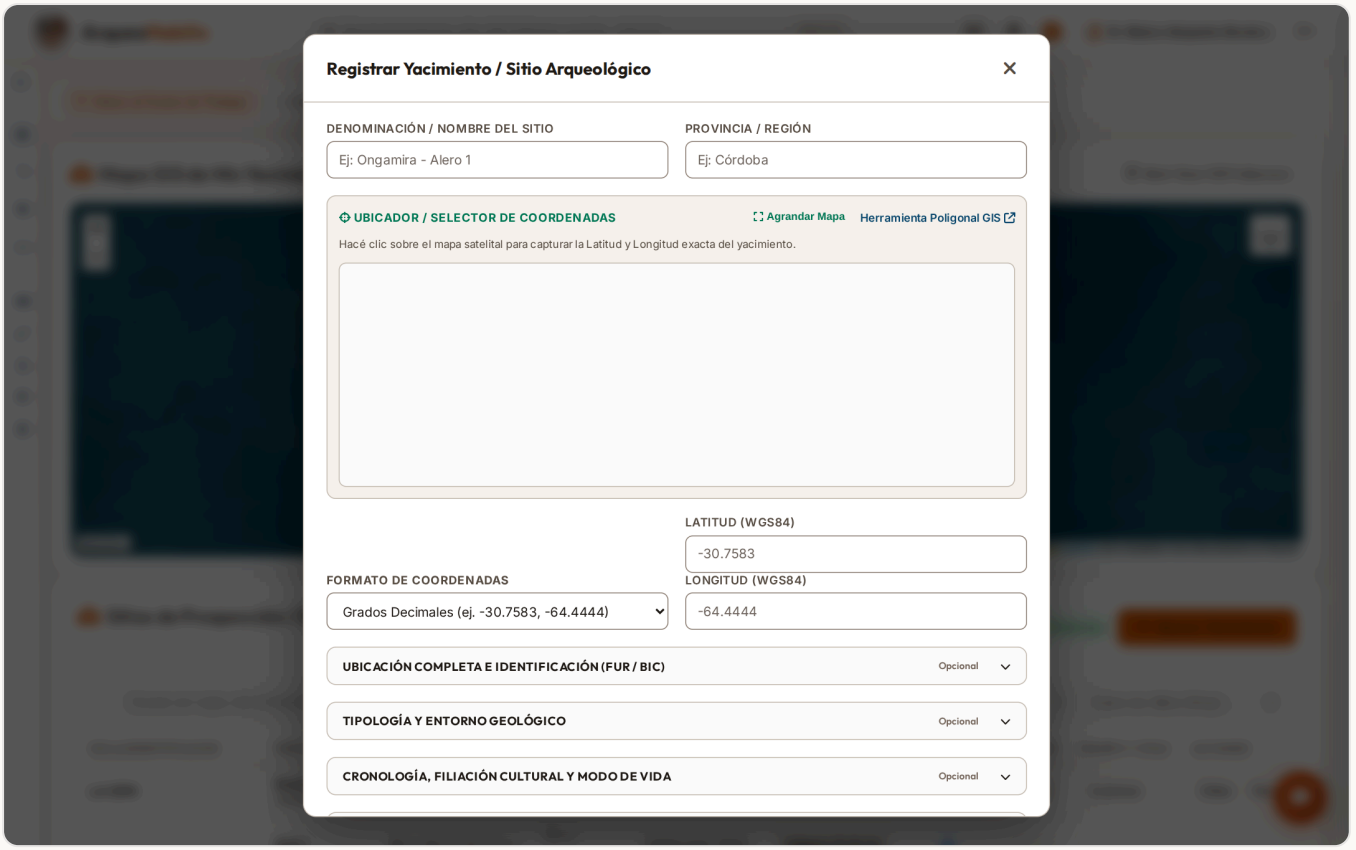


Figura 15. Modal de alta de Nuevo Yacimiento con selector de coordenadas, mapa interactivo y acordeones normativos

1. **Datos de Identificación y Georreferenciación**:

- Ingresá la **Denominación / Nombre del Sitio** (ej. `Alero Quebrada Seca 1 (AQS-1)`) y **Provincia / Región**.
- Elegí el formato de coordenadas (**Grados Decimales WGS84**, **Sexagesimal** o **UTM con Zona y Hemisferio**) o hacé clic directo sobre el mapa satelital integrado del modal para fijar el punto o trazar el **polígono del sitio** (calcula automáticamente la superficie en hectáreas y el perímetro en metros).

1. **Acordeón 1 — Ubicación Completa e Identificación Oficial**:

- Seleccioná **País** (soporta cualquier país del mundo) y el **Marco Normativo / Ficha Institucional** correspondiente a tu jurisdicción (nacional, provincial/estatal, local o estándar académico internacional libre), junto con Departamento/Municipio, Localidad/Paraje y la **Sigla Oficial** del yacimiento.

1. **Acordeón 2 — Tipología y Entorno Geológico**:

- Definí el **Tipo de Sitio / Geoforma** (*Alero Rocoso / Cueva*, *Cielo Abierto*, *Estructura Arquitectónica*, *Conchero*, *Sitio Rupestre*), **Contexto Geológico**, **Funciones Inferidas**, tipo de geometría y niveles de **Riesgo de Impacto Cultural y Ambiental**.

1. **Acordeón 3 — Cronología, Filiación Cultural y Modo de Vida**:

- Registrá el rango cronológico, la filiación cultural o tradición, el modo de vida (*Cazadores-Recolectores*, *Sociedades Agroalfareras*, *Histórico / Colonial*) y categoría de hallazgo.

1. **Acordeón 4 — Autoría y Publicación**:

- Marcá si sos el director/investigador principal, definí el resumen público y decidí si el sitio permanece **privado** (por defecto) o si se publica en el visor cartográfico abierto.

1. Pulsá **«Registrar Yacimiento»**.

> **¿Por qué se soportan polígonos y múltiples datums junto al punto único?**
>
> En campo un sondeo puede comenzar como un punto GPS, pero las legislaciones patrimoniales y evaluaciones de impacto ambiental de todo el mundo exigen delimitar el **área de amortiguamiento y polígono exacto** del yacimiento para evaluar superposiciones con obras civiles y proteger el entorno frente a impactos o expolio.

3.3. Emisión del Informe Técnico Oficial (FUR / PDF)

Desde la tabla de **Yacimientos y Sitios**, cada fila cuenta con el botón `Informe / FUR` (`imprimirInformeSitio`). Al pulsarlo:

- Se genera automáticamente un expediente técnico formal estructurado con membrete, coordenadas WGS84, tipología, cronología, tabla completa de Unidades Estratigráficas (`UE-101` a `UE-105`) y catálogo de hallazgos asociados al sitio.
- Incluye botón superior para **«Imprimir / Guardar como PDF»** en formato limpio listo para presentar ante comités de evaluación o autoridades de patrimonio.

4. Fase 2: Trabajo en Campo Web — Estratigrafía 2D/3D, Cuadrículas, Estación Total y Libreta

4.1. Estratigrafía, Unidades Estratigráficas (UE / Locus) y Bloque 3D (`#estratigrafia-tab`)

La pestaña **Estratigrafía (UE / Locus)** gestiona las unidades de depósito, corte y estructura siguiendo los principios de la Matriz de Harris y la clasificación sedimentológica internacional (tablas Munsell).

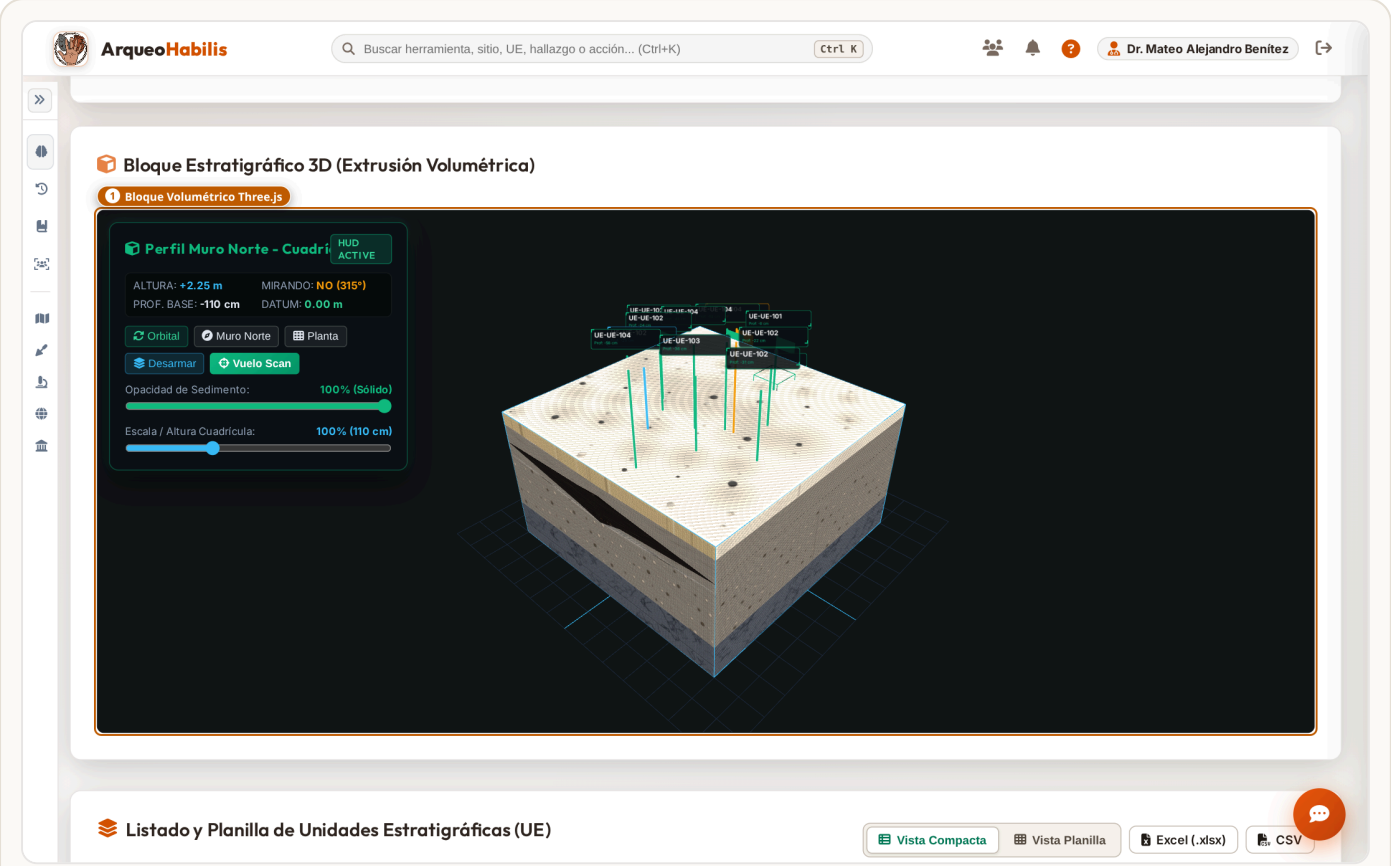


Figura 16. Pestaña de Estratigrafía mostrando perfiles estratigráficos y el Bloque Estratigráfico 3D interactivo en Three.js

Carga individual de Unidades Estratigráficas

1. Ingresá a `2. Trabajo en Campo → Estratigrafía (UE / Locus)` (`#estratigrafia-tab`), seleccioná el yacimiento en el filtro superior y pulsá `+ Nueva UE / Estrato`.
2. Cargá los estratos en orden estratigráfico (de techo a piso):

- **Yacimiento** y **Cuadrícula / Sondeo** asociado (opcional si corresponde a estratigrafía general).
- **Código UE / Locus** (ej. `UE-101`, `UE-103`) y **Capa / Nivel**.
- **Profundidad inicio / fin (cm)** para fijar la potencia real.
- **Tipo de UE**: *Depósito*, *Corte (Interfaz negativa)* o *Estructura (Muro / Piso / Fogón)*.

- **Sedimentología objetiva**: *Textura* (arenoso, limoso, franco, arcilloso), *Compacidad* (suelto, blando, compacto, muy compacto), **Color Munsell** (ej. `10YR 5/2`, `10YR 2/1`) e **Inclusiones**.
- **Relaciones de Harris**: *Cubre a*, *Cubierta por*, *Corta a*, *Cortada por*, *Se apoya sobre*, *Contemporánea con*.

1. Pulsá **Guardar UE** (o `Guardar y Siguiente` para cargar secuencias enteras manteniendo el sitio y la cuadrícula fijados).
2. En la tabla inferior podés alternar entre vista compacta y **Planilla Sticky de 15 columnas**, con exportación directa a `.xlsx` y `.csv`.

> ⚠ **Alertas de eliminación en cascada**
>
> Si intentás eliminar una UE que ya posee hallazgos FUR, muestras o especímenes zoo/bioarqueológicos vinculados, ArqueoHabilis calcula y advierte en cascada el conteo exacto de registros dependientes antes de ejecutar cualquier baja (y si sos colaborador, deriva la petición al Director).

4.2. Constructor Cuadriculado de Perfiles Estratigráficos 2D y Croquis IA

El **Constructor Cuadriculado de Perfiles Estratigráficos 2D** (`#modal-constructor-perfil`) convierte los datos métricos de cada estrato (o una fotografía real de testigo) en un corte SVG técnico y un bloque tridimensional interactivo.

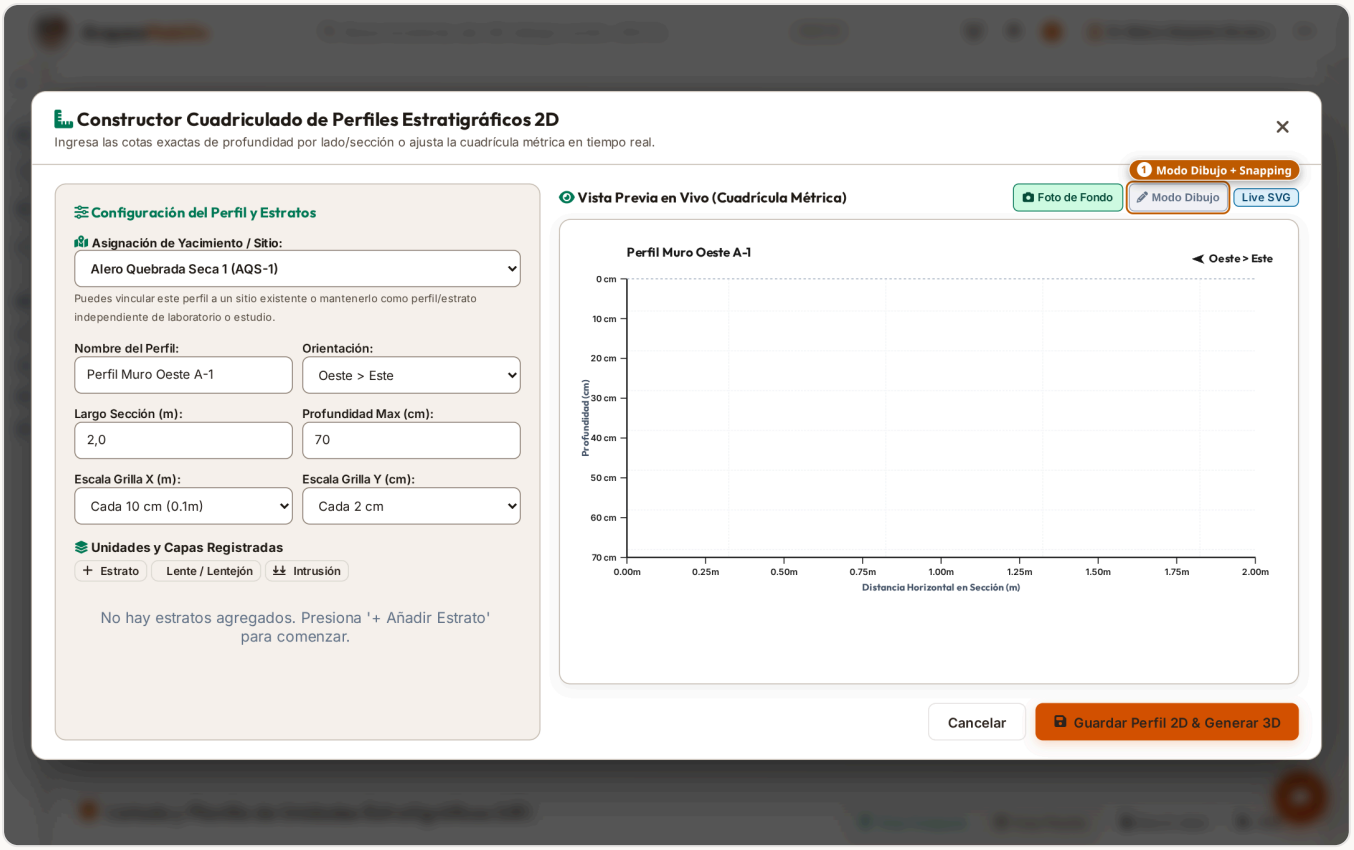


Figura 17. Constructor Cuadriculado de Perfiles Estratigráficos 2D con sus capas parametrizadas y lienzo SVG

Paso a paso para modelar un perfil estratigráfico

1. En `#estratigrafia-tab`, pulsá **`Diseñar Perfil 2D`** (`#btn-disenar-perfil-cuadriculado`).
2. **Parámetros del perfil y herencia de cuadrícula**:

- Asigná el **Sitio** y opcionalmente vinculalo a una **Cuadrícula** (hereda automáticamente el **Largo de sección en metros** y la **Profundidad máxima en cm** a partir de las UEs y hallazgos existentes) o guardalo como *Perfil Aislado / Representativo del Sitio*.
- Elegí **Orientación** (`Oeste > Este`, `Norte > Sur`, etc.) y **Escala de Grilla X / Y** (cada 5 cm o 10 cm en X; cada 2 cm o 5 cm en Y).

1. **Parametrización de capas**:

- Pulsá **`+ Añadir Estrato`** para cada capa, seleccioná **Simbología / Trama** (*Arena y guano*, *Sedimento estándar*, *Foco de carbón / ceniza*, *Camada vegetal*, *Roca / piedra*), definí el color hexadecimal o Munsell y cargá las cotas de techo y piso (Izquierda, Centro, Derecha).
- Para modelar **lentes intrusivos o cubetas** (como el fogón `UE-103`), igualá techo y piso en los extremos laterales (acuñamiento a espesor 0) y abrí la potencia en el centro.

1. **Modo Dibujo interactivo sobre SVG (`#btn-draw-toggle`)**:

- Activá **Modo Dibujo** y utilizá la barra azul: `Seleccionar` (arrastra nodos con *snapping* magnético a la grilla), `Dibujar` (añade nuevos vértices directamente sobre la sección o clicando segmentos para crear intrusiones y lentejones cerrados), `Borrador` y `Deshacer` (`Ctrl+Z`).

- Opcionalmente cargá una **Foto de Fondo Calibrada** de tu testigo, ajustá su desplazamiento, opacidad de foto y opacidad de estratos para calcar contactos litológicos reales.

1. **Vectorizador de Croquis IA (`Boceto a 2D (IA)`)**:

- Desde la barra superior de `#estratigrafia-tab`, el botón **`Boceto a 2D (IA)`** (`#modal-croquis-ia`) acepta una foto de dibujo de libreta a mano alzada y utiliza **Gemini Vision** (con failover multi-proveedor) para detectar contactos y generar el trazado vectorial editable.

1. Al pulsar **`Guardar Perfil 2D & Generar 3D`**, el corte se guarda en PostgreSQL y se extruye inmediatamente en el **Visor de Bloque Estratigráfico 3D** (`BloqueEstratigrafico3D`).

Controles del Bloque Estratigráfico 3D (Three.js)

- **Rotación orbital y Pan XY** con ratón o gestos táctiles.
- **Escala vertical dinámica** y control de **opacidad gradual de estratos** para inspeccionar el interior del testigo.
- **Explosión de capas** (*Exploded view*) que separa verticalmente cada UE con su etiqueta Munsell y simbología PBR procedural.
- **Banderitas 3D de hallazgos**: los objetos muebles y muestras aparecen flotando en su coordenada `(Este, Norte, Profundidad)` exacta, filtrados estrictamente por la cuadrícula activa.

> **¿Por qué el constructor separa los perfiles ligados a cuadrícula de los perfiles independientes?**
>
> En campo muchas veces se documentan perfiles naturales de barrancas, cunetas o sondeos de campo previos al trazado formal de la grilla. Permitir perfiles independientes sin perder el enlace opcional con cuadrícula evita forzar cuadrículas ficticias solo para poder dibujar una estratigrafía.

4.3. Cuadrículas, Plano 2D y Visor de Plantas Fotomapeadas (`#cuadriculas-tab`)

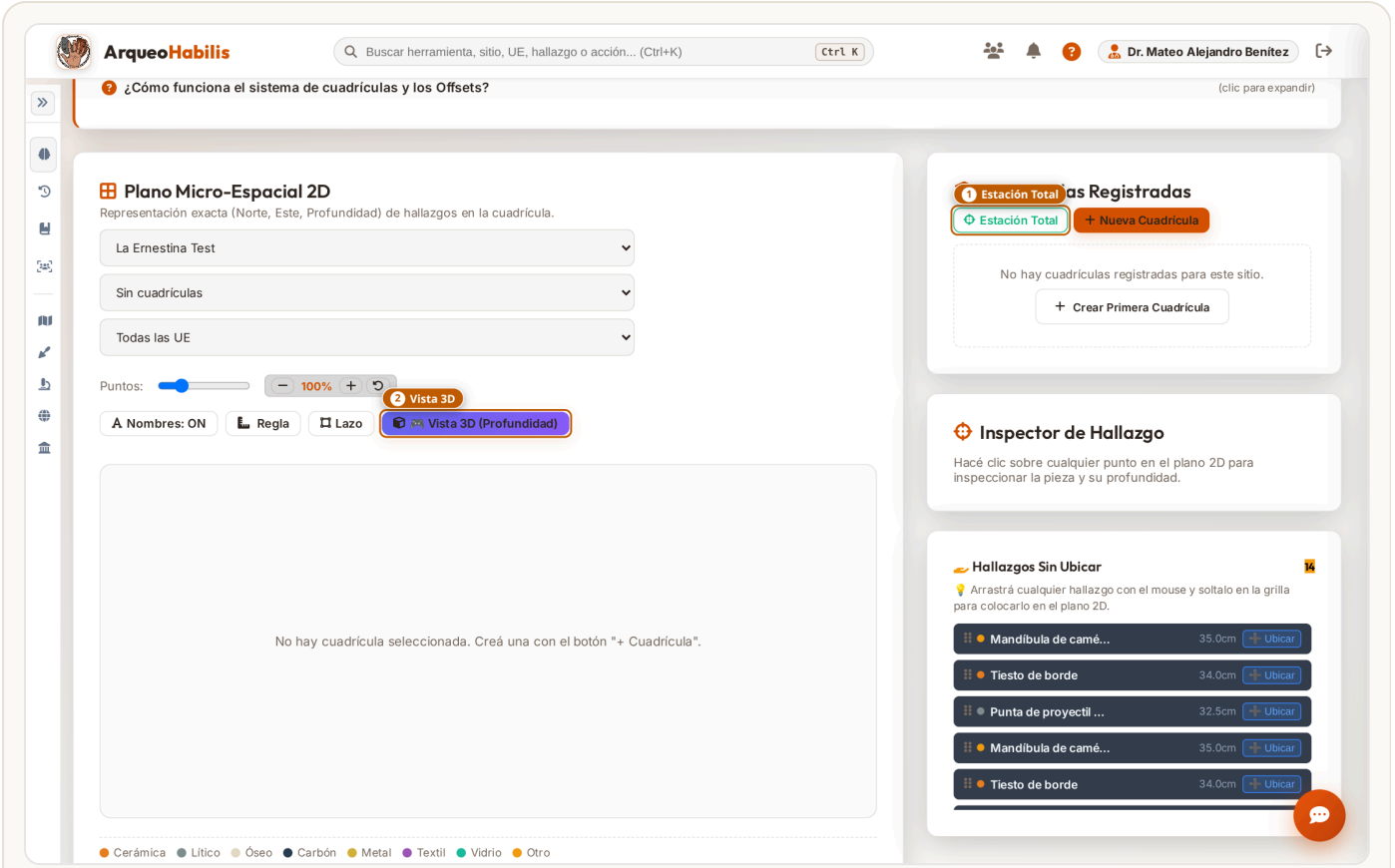


Figura 18. Pestaña de Cuadrículas y Plano 2D interactivo con hallazgos posicionados y herramientas topográficas

1. Abrí `2. Trabajo en Campo → Cuadrículas & Plano 2D` (`#cuadriculas-tab`) y filtrá por el yacimiento activo.
2. Pulsá `+ Nueva Cuadrícula` (`#btn-nueva-cuadricula`) para definir nombre (`A1`, `A2`, `Sondeo 1`), sector, lado en metros (ej. `2.0`), rotación en grados y offsets **X Este (m) / Y Norte (m)** respecto al Datum del sitio.
3. **Herramientas del Plano Vectorial 2D**:

- **Zoom y Reencuadre**, activación de etiquetas (`#btn-toggle-plano-nombres`) y **Regla de medición directa** (`#btn-plano-ruler`) para calcular distancias métricas entre piezas.
- **Selección múltiple por recuadro (`#btn-plano-select-box`)**: seleccioná varios puntos del plano para asignarles una UE en lote o gestionar bajas.
- **Vista 3D (`#btn-open-plano-3d`)**: proyecta el plano completo en profundidad tridimensional.

1. **Visor de Plantas Fotomapeadas de Campo (`plantas_visor_web.js`)**:

- Debajo del plano vectorial se despliegan en tiempo real todas las plantas cenitales fotografiadas y calibradas desde la **App Móvil Android** (`Fotomapeo Táctil`), con sus pines de hallazgos, trazos vectoriales de fogones/rasgos y botón **«Exportar Gráfico»** con escala gráfica incluida.

4.4. Estación Total Universal (`#modal-estacion-total`)

ArqueoHabilis integra un motor universal para importar, transformar y exportar levantamientos de **todas las marcas de estación total** (Leica, Trimble, Topcon, Sokkia, Nikon, Pentax, South, Ruide, Kolida, Geomax, CHCNav).

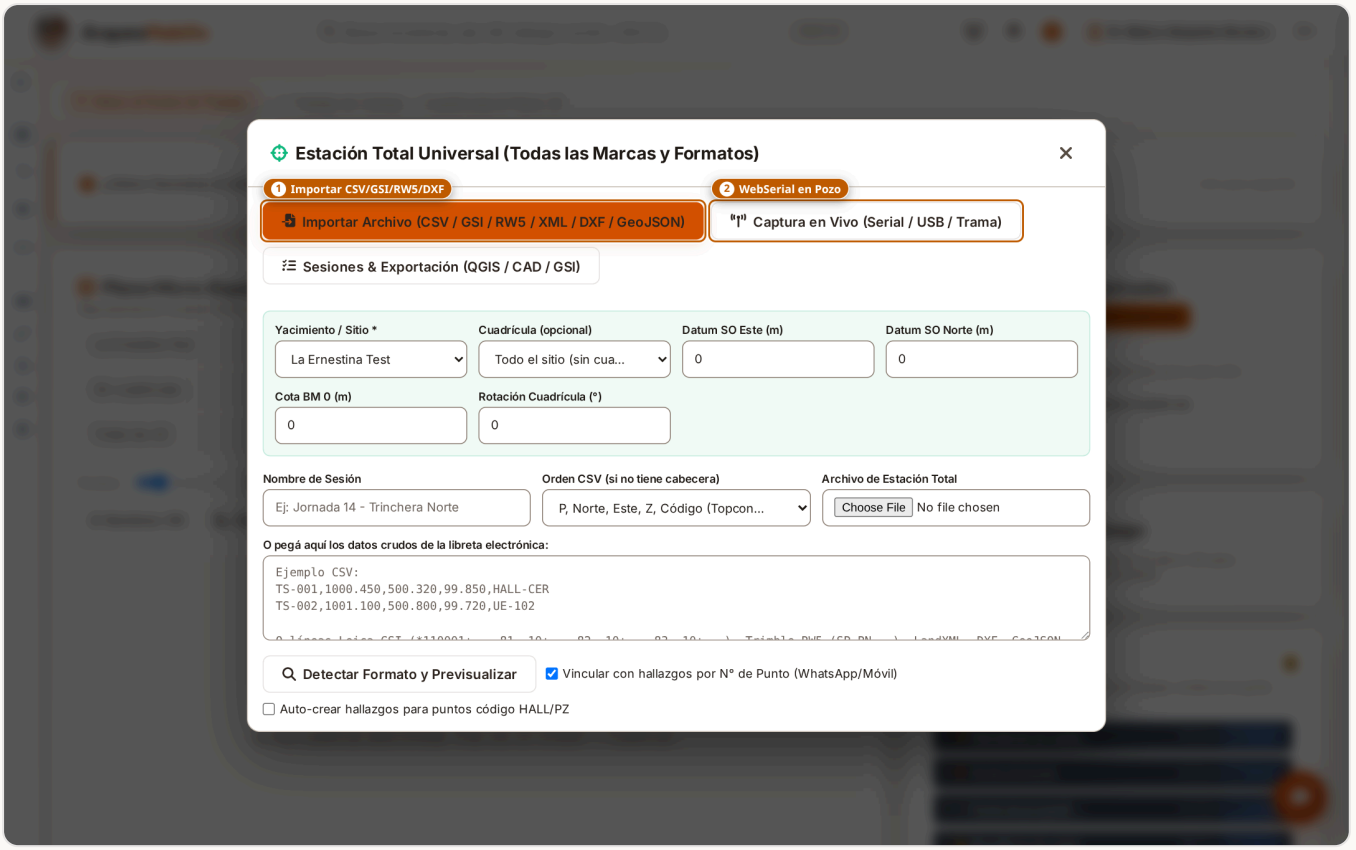


Figura 19. Modal de Estación Total Universal con pestañas de Importación multiformato, Captura WebSerial y Exportación GIS/CAD

Paso a paso en las 3 pestañas del módulo

1. En `#cuadriculas-tab`, pulsá **`Estación Total`** (`#btn-estacion-total`).
2. Configurá en la franja verde superior el **Sitio**, **Cuadrícula**, **Datum SO Este (m)**, **Datum SO Norte (m)**, **Cota BM 0 (m)** y **Rotación de Cuadrícula (°)** para transformar automáticamente metros topográficos a centímetros locales de cuadrícula (`pos_este_cm`, `pos_norte_cm`, `profundidad_cm`).
3. **Pestaña 1 — Importar Archivo**:

- Subí o pegá datos crudos en **CSV/TXT/SDR33**, **Leica GSI-8 / GSI-16** (cartesiano o polar), **Trimble / Carlson RW5 / RAW / JXL**, **LandXML**, **AutoCAD DXF** o **GeoJSON**.
- Pulsá **`Detectar Formato y Previsualizar`**: el parser identifica marca y formato, clasifica los códigos (`HALL`, `PZ`, `CER`, `LIT`, `UE`, `BM`) y previsualiza las coordenadas ya transformadas.
- Marcá **«Vincular con hallazgos por N° de Punto»** (cruce diferido con registros previos de WhatsApp/Móvil) y opcionalmente **«Auto-crear hallazgos para puntos código HALL/PZ»**, luego confirmá la importación.

1. **Pestaña 2 — Captura en Vivo (WebSerial / USB-OTG / Trama)**:

- Conectá el colector o estación vía puerto serie (`navigator.serial` a 9600–115200 bps) o pegá tramas individuales para registrar disparos en tiempo real en el pozo.

1. **Pestaña 3 — Sesiones & Exportación**:

- Descargá los puntos procesados en **CSV Universal** (Excel/R), **Leica GSI-16** (para replanteo en campo), **GeoJSON** (QGIS/ArcGIS) o **DXF** (AutoCAD con capas separadas por tipo de punto).

4.5. Libreta de Campo Digital con IA (`#libreta-tab`)

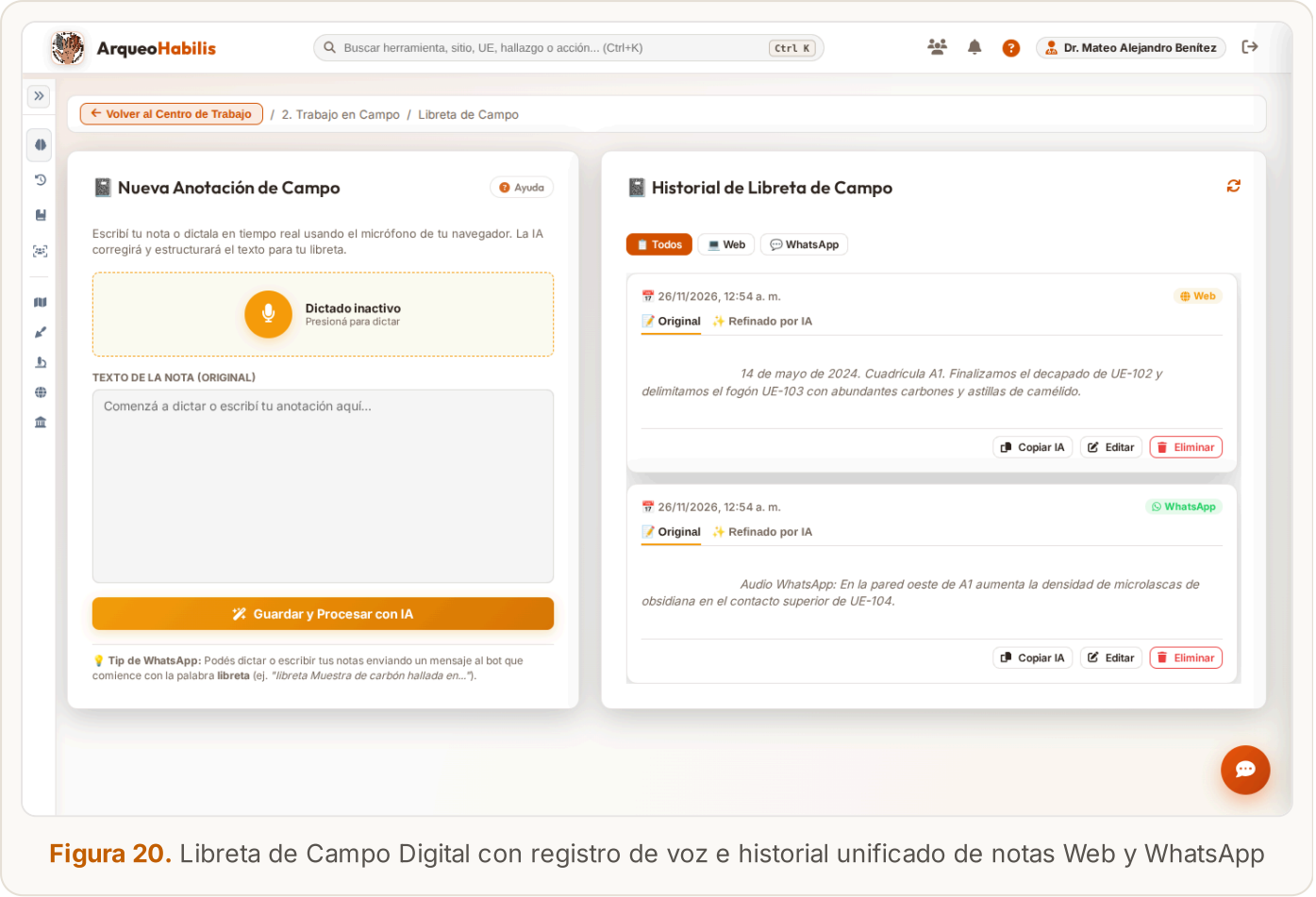


Figura 20. Libreta de Campo Digital con registro de voz e historial unificado de notas Web y WhatsApp

1. Abrí `2. Trabajo en Campo → Libreta de Campo Digital` (`#libreta-tab`).
2. Pulsá el botón de micrófono naranja (`#btn-record-libreta`) para dictar mediante Web Speech API o redactá directamente la crónica de la jornada en el área de texto.
3. Hacé clic en `Guardar y Procesar con IA` (`#btn-save-libreta`): el sistema estructura la nota en Markdown técnico preservando intacto tu texto original (`texto_original` + `texto_ia`).
4. El panel derecho consolida en orden cronológico tanto las entradas cargadas desde la Web como las enviadas desde la App Móvil o por nota de voz en **WhatsApp**, identificando siempre el canal de origen y las coordenadas GPS.

5. Arte Rupestre y Procesador Cromático DStretch (`#arte-rupestre-tab`)

El módulo de **Arte Rupestre & DStretch** combina la catalogación sistemática de soportes rocosos y motivos con una implementación directa en navegador del algoritmo de **decorrelación cromática DStretch** (*Decorrelation Stretch*, Harman 2005), fundamental para revelar pigmentos ocres, rojos o negros alterados por pátinas minerales e invisibles a simple vista.

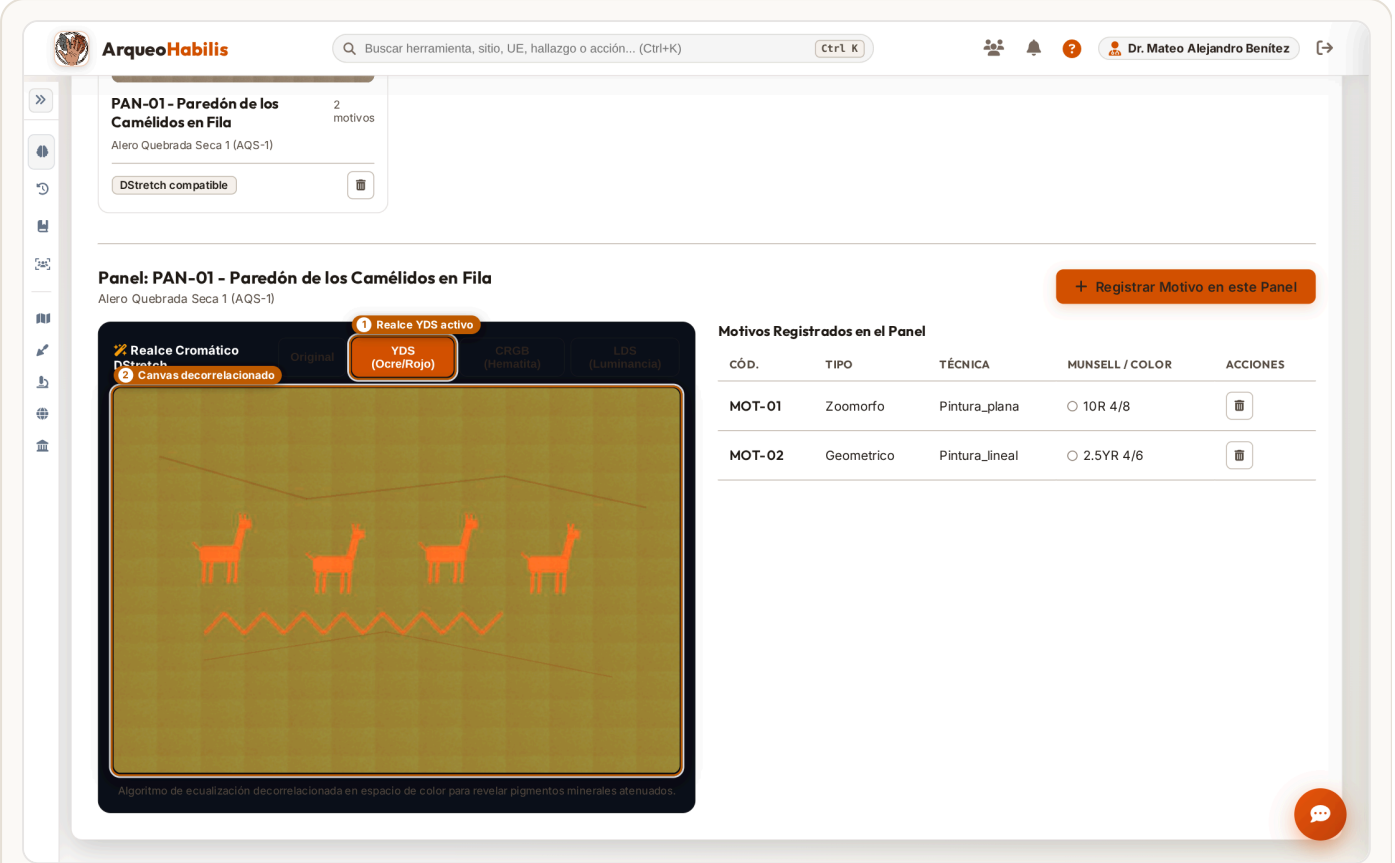


Figura 21. Módulo de Arte Rupestre mostrando la ficha de panel rocoso, el realce cromático DStretch YDS y el catálogo de motivos

¿Por qué DStretch corre localmente sobre Canvas HTML5 en el navegador?

Enviar imágenes de alta resolución al servidor cada vez que el investigador alterna entre canales de color (`Original`, `YDS`, `CRGB`, `LDS`) sería lento e inviable en campamentos sin banda ancha. Al ejecutar la matriz de transformación cromática píxel a píxel sobre `<canvas id="dstretch-canvas">`, la respuesta es instantánea y sin consumo de datos.

5.1. Paso a paso para registrar un Panel o Abrigo Rocoso

1. En la barra lateral, abrí `2. Trabajo en Campo → Arte Rupestre & DStretch` (`#arte-rupestre-tab`).

2. Filtrá por el yacimiento deseado en `#filter-sitio-arte` y pulsá **`+ Nuevo Panel / Abrigo`** (`abrirModalPanelRupestre()`).
3. Completá los parámetros físicos y ambientales del soporte:

- **Yacimiento / Sitio** y **Código del Panel** (ej. `PAN-01`).
- **Nombre Descriptivo** (ej. `Paredón de los Camélidos en Fila`).
- **Tipo de Soporte**: *Alero rocoso*, *Cueva / Caverna*, *Bloque / Paredón a cielo abierto* o *Pared rocosa*.
- **Orientación Cardinal y Azimut (°)**: ej. `Este (E)` y `95°`.
- **Exposición Solar, Tipo de Roca** (ej. *Ignimbrita*, *Arenisca*, *Caliza*, *Granito*), **Dimensiones (m)** y **Estado de Conservación**.
- **URL Foto General (para DStretch)**: URL de la fotografía subida (recordá usar rutas locales `/uploads/...` o fuentes con CORS habilitado para permitir la lectura de píxeles del Canvas).

1. Guardá el panel para incorporarlo a la grilla visual.

5.2. Registro de Motivos (`Guardar y Siguiente`) y Planilla Global de 12 Columnas

1. Hacé clic sobre la tarjeta del panel (`PAN-01`) para abrir el inspector de detalle inferior.
2. Pulsá **`+ Registrar Motivo en este Panel`** (`abrirModalMotivoRupestre()`).
3. Cargá los atributos del motivo:

- **Código Motivo** (ej. `MOT-01`).
- **Clase / Tipo de Motivo**: *Zoomorfo*, *Antropomorfo*, *Geométrico*, *Pisada / Rastro*, *Abstracto*.
- **Subtipo / Descripción** (ej. `Caravana de camélidos en fila`).
- **Técnica**: *Pintura plana*, *Pintura lineal*, *Grabado / Piqueteado*, *Incisión*, *Estarcido / Negativo*.
- **Pigmento y Color Munsell** (ej. `Rojo hematita` / `10R 4/8`), **Ancho × Alto (cm)** y relación de superposición.

1. Utilizá el botón **`Guardar y Siguiente`** cuando inventaríes paneles densos con decenas de figuras: preserva el panel, incrementa automáticamente el código (`MOT-01 → MOT-02`) y mantiene la técnica y el color Munsell activos para agilizar la carga.
2. Desde la cabecera del módulo podés alternar entre la vista de tarjetas/paneles y la **Planilla Global de Motivos (12 columnas)** alimentada por `GET /api/arte-rupestre/motivos`, con filtros por soporte, técnica o búsqueda textual y descarga en `.xlsx` y `.csv`.

5.3. Uso del Procesador Cromático DStretch

En el visor integrado del panel (`#dstretch-canvas`), alterná con un clic entre los cuatro modos de realce:

Tabla 3. 5.3. Uso del Procesador Cromático DStretch

Botón en la UI	Espacio / Transformación	Uso arqueológico recomendado

Botón en la UI	Espacio / Transformación	Uso arqueológico recomendado
`Original`	Imagen RGB sin alterar	Referencia base para documentar pátinas, líquenes, descamación y textura real del soporte.
`YDS (Ocre/Rojo)`	Decorrelación amarillo-rojo-azul	Maximiza el contraste de pigmentos **rojos, ocres y anaranjados** (hematita/goethita) sobre roca grisácea, caliza o ignimbrita.
`CRGB (Hematita)`	Decorrelación cromática en canales RGB	Diferencia **trazos superpuestos** de distintos momentos de ejecución o tonalidades cercanas de óxidos de hierro.
`LDS (Luminancia)`	Realce de luminancia y contraste estructural	Ideal para **grabados, petroglifos, incisiones finas** y trazos negros de carbón o manganeso desgastados.

Buenas prácticas fotográficas para DStretch (Le Quellec et al. 2013)

Tomá la foto del panel de manera perpendicular a la roca, con luz difusa homogénea (evitando sombras duras o destellos especulares) y con la carta de colores / escala gráfica IFRAO en un borde del encuadre sin cubrir los motivos.

6. Fase 3: Catálogo FUR, Colecciones, Muestras, Fechados y FAIR Data

6.1. Catálogo de Hallazgos Muebles (FUR) (`#hallazgos-tab`)

El catálogo de **Hallazgos & Objetos (FUR)** centraliza todos los bienes muebles recuperados en excavación, sondeo o recolección superficial, sincronizando los registros creados en la Web, la App Móvil, WhatsApp y el Ordenador de Excel.

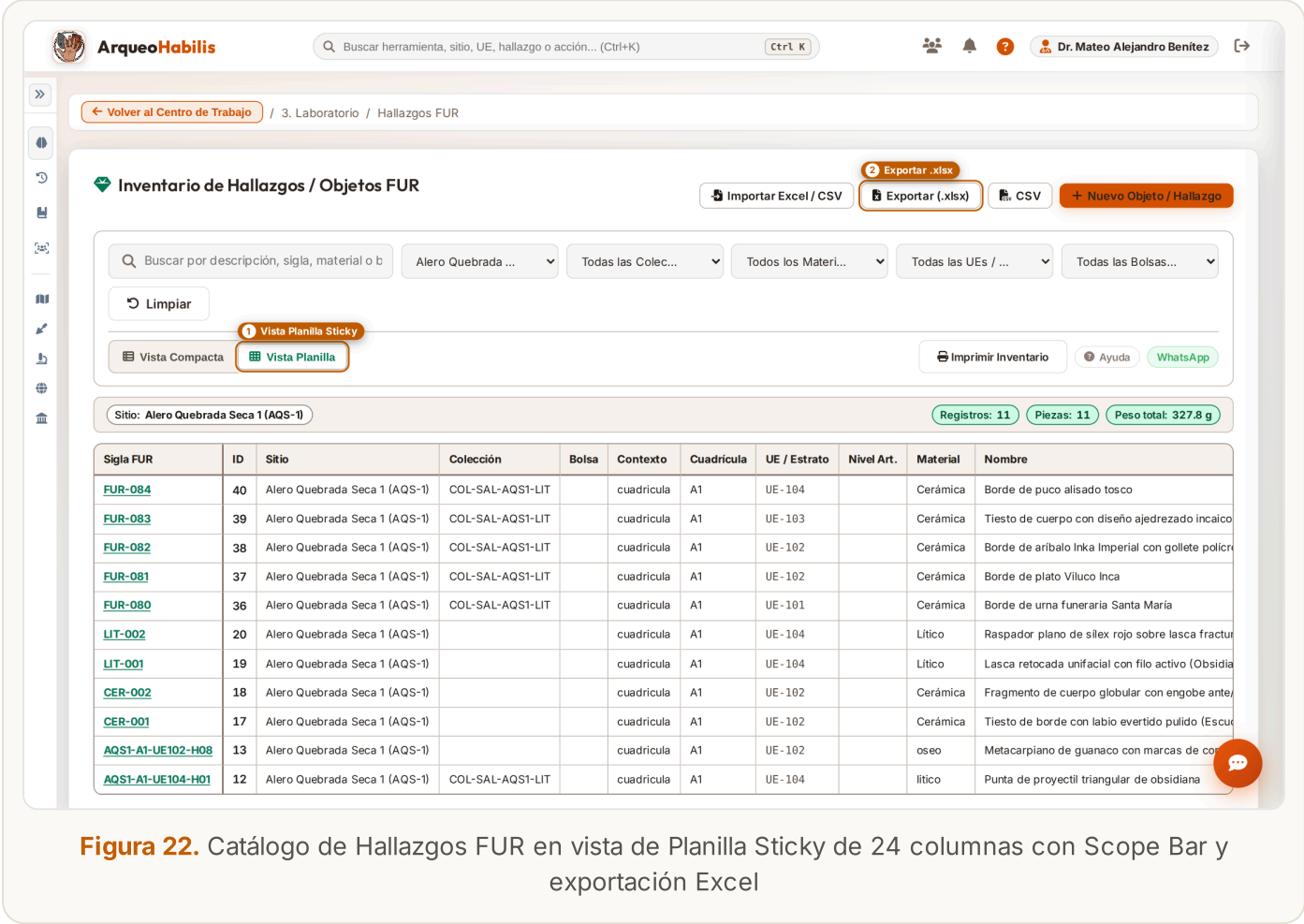


Figura 22. Catálogo de Hallazgos FUR en vista de Planilla Sticky de 24 columnas con Scope Bar y exportación Excel

Paso a paso para catalogar un objeto mueble

1. Abrí `3. Laboratorio y Materiales → Catálogo Hallazgos (FUR)` (`#hallazgos-tab`) y pulsá `+ Nuevo Objeto` (`#btn-section-new-hallazgo`).
2. Completá la ficha básica y contextual:

- **Yacimiento / Sitio**, **UE / Locus de procedencia** y **Colección asociada**.
- **Materia Prima**: *Lítico*, *Cerámica*, *Óseo / Malacológico*, *Metal*, *Textil*, *Vidrio*, *Loza*, *Carbón*, etc.
- **Nombre Descriptivo** (ej. `Punta de proyectil triangular de obsidiana`) y **Descripción Diagnóstica**.

1. Desplegá el acordeón de **Registro Detallado**:

- **Sigla de Objeto (FUR)**: ej. `AQS1-A1-UE104-H01`.
- **Adscripción Cultural / Temporal**, **Cantidad de piezas**, **Peso (g)** y **Dimensiones (Alto, Ancho, Espesor en cm)**.
- **Morfometría Cerámica (para cálculo EVE)**: marcá `¿Es borde?` e ingresá **Porcentaje de Arco (%)** y **Diámetro de Borde (cm)** (o completalo directo desde el Workbench Cerámico).
- **Estado Estructural y Completitud** + observaciones de conservación preventiva.
- **Posicionamiento Relativo en Cuadrícula**: seleccioná la cuadrícula (`A1`) e ingresá **Norte (cm)**, **Este (cm)** y **Profundidad (cm)** (o vinculá automáticamente por N° de Punto de Estación Total).

1. Guardá la pieza (o utilizá `Guardar y Siguiente` para cargar múltiples objetos de una misma bolsa conservando sitio, colección y UE).
2. **Planilla Sticky de 24 Columnas e Impresión**:

- Pulsá el conmutador de vista para pasar a la **Planilla tipo Excel de 24 columnas** con columna identificadora fija, `Scope Bar` dinámica y descarga en `.xlsx` / `.csv`.
- En cada fila disponés del botón ámbar `Etiqueta QR` para imprimir el marbete físico térmico o A4 de la bolsa.

6.2. Colecciones, Lotes y Trazabilidad Patrimonial (`#colecciones-tab`)

Los estándares internacionales de curaduría museológica y las leyes patrimoniales de todo el mundo distinguen la entidad jurídica de guarda (**Colección**) de las agrupaciones operativas de material (**Lotes**).

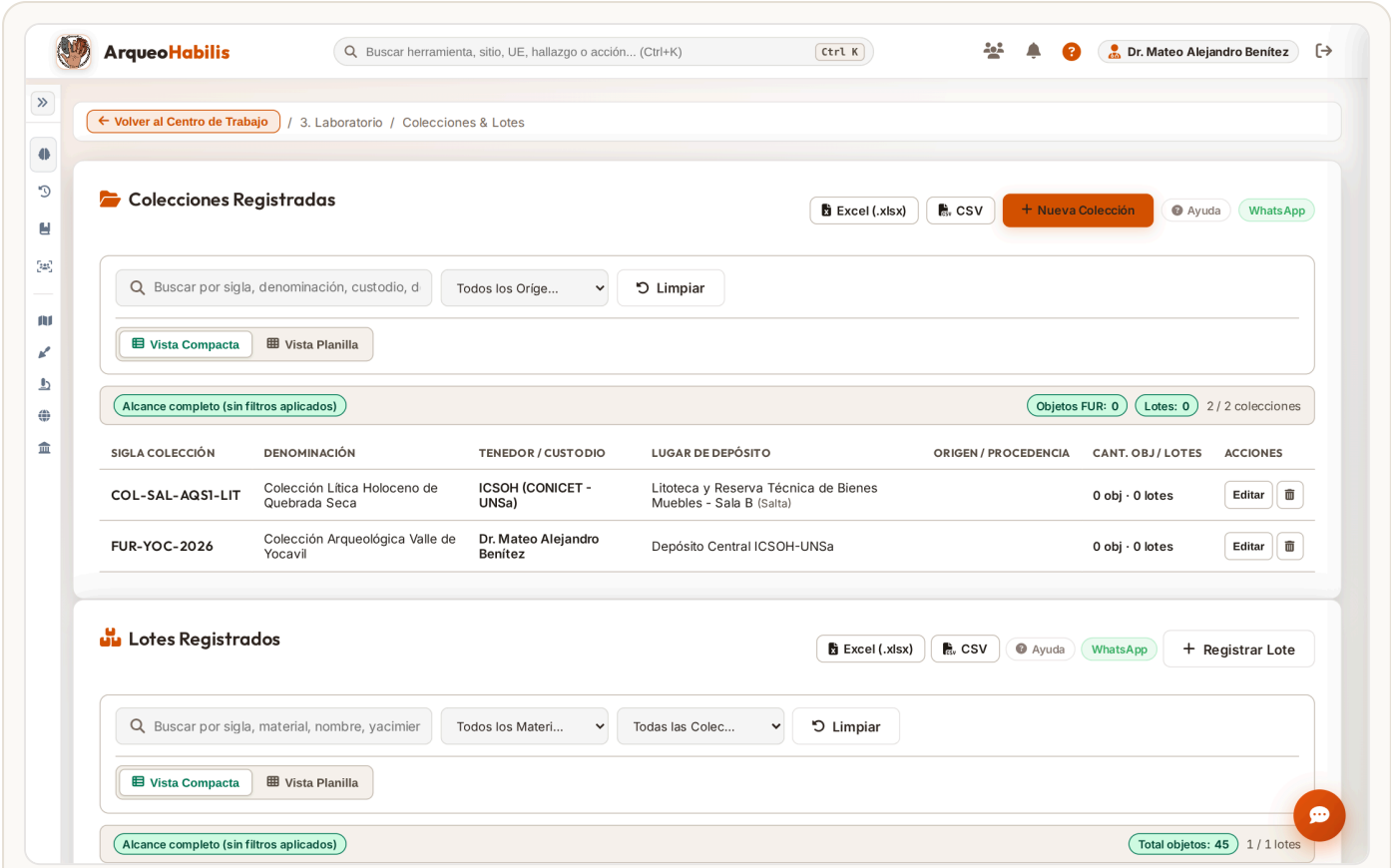


Figura 23. Pestaña de Colecciones y Lotes mostrando tenencia institucional, depósito de guarda y etiquetas QR

Paso a paso: Colección + Lote

1. En `3. Laboratorio y Materiales → Colecciones & Lotes` (`#colecciones-tab`), pulsá `+ Nueva Colección` (`#btn-section-new-coleccion`).
2. Completá los tres bloques:

- **Identificación**: Sigla oficial (ej. `COL-SAL-AQS1-LIT`), denominación, origen (*Investigación Científica*, *Rescate*) y yacimiento asociado.
- **Tenedor / Custodio**: Institución o investigador responsable, documento, teléfono y domicilio legal.
- **Depósito de Guarda**: Nombre de la reserva técnica o litoteca, provincia y dirección física de almacenamiento.

1. Una vez registrada la colección, pulsá `+ Registrar Lote` (`#btn-new-lote`) para agrupar fragmentos o desechos cuantificados en conjunto (ej. `LOTE-AQS1-LIT-01`, `45` lascas de cuarzo y basalto de `UE-104`).
2. Tanto colecciones (13 columnas) como lotes (11 columnas) disponen de vista dual en planilla sticky, exportación `.xlsx` / `.csv` y generación inmediata de **Etiqueta QR** para cajas y bolsas.

6.3. Muestras Arqueométricas y Fechados Absolutos (`#muestras-tab`, `#fechados-tab`)

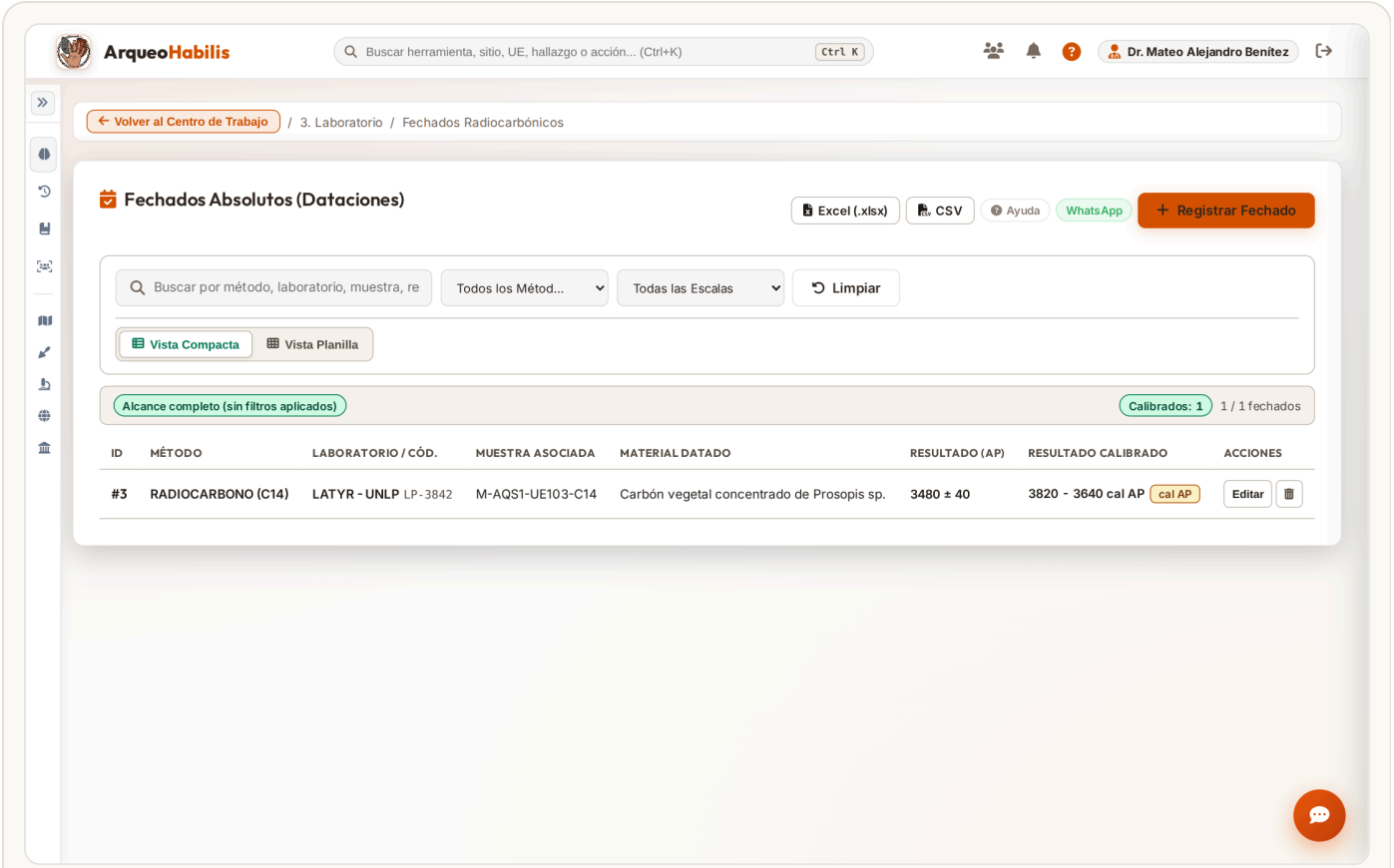


Figura 24. Pestaña de Fechados Absolutos C-14 / Termoluminiscencia vinculados a muestras y calibración

1. Registro de Muestras (`#muestras-tab`)

1. Abrí `3. Laboratorio y Materiales → Muestras Sedimentológicas` (`#muestras-tab`) y pulsá `+ Nueva Muestra` (`#btn-new-muestra`).
2. Ingresá código (ej. `M-AQS1-UE103-C14`), tipo (*Carbón Vegetal*, *Sedimento*, *Polen*, *Flotación*, *Colágeno*), sitio y UE asociada.
3. Si la muestra procede de una pieza específica (por ejemplo, colágeno de un hueso catalogado o residuo adherido a un tiesto), vinculala en **Hallazgo Asociado**.
4. Especificá **Coordenadas 3D (X, Y, Z)** dentro de la cuadrícula, peso/volumen, **Destino Laboratorio** (ej. `LATYR CONICET-UNLP`) y análisis solicitado.
5. Imprimí su **Etiqueta QR** para acompañar el envoltorio en aluminio o tubo estéril.

2. Registro de Fechados Absolutos (`#fechados-tab`)

1. Abrí `3. Laboratorio y Materiales → Fechados Radiocarbónicos` (`#fechados-tab`) y pulsá `+ Registrar Fechado` (`#btn-new-fechado`).
2. Al elegir la **Muestra de Origen**, el formulario autocompleta automáticamente el Yacimiento, Laboratorio, Método (`Radiocarbono C14` , `TL` , `OSL`), Material datado y Coordenadas 3D.
3. Ingresá el **Código de Laboratorio** (ej. `LP-3842`), **Resultado / Edad Base** (`3480`), **Margen de Error (± `40`)**, escala de calibración (`cal AP / cal BP` o `a.C./d.C.`), rango calibrado 2σ (`3820 - 3640 cal AP`) y la curva utilizada (**SHCal20** en hemisferio sur, **IntCal20** en hemisferio norte).

4. Al guardar, el fechado actualiza automáticamente el estado y resultado de la muestra física y alimenta el **Auditor Crono-Estratigráfico Bayesiano** del Núcleo Analítico.

6.4. Escáner QR, Cadena de Custodia en Laboratorio y API FAIR Data (`#laboratorio-tab`)

Dentro de `Núcleo Analítico & IA` (`#laboratorio-tab`), las solapas de trazabilidad y datos abiertos conectan la reserva técnica física con repositorios académicos internacionales:

1. **Escáner QR & Etiquetas**: Activá la cámara web/móvil o ingresá manualmente el código (`LOTE-AQS1-LIT-01` o token `AH-LOTE-...`) para consultar su procedencia exacta, actualizar el estado de custodia (*Campo*, *Análisis de Laboratorio*, *Depósito / Reserva Técnica*, *Exhibición*) y registrar la estantería/bandeja física.
2. **API FAIR Data & Ontología CIDOC-CRM**:

- Generá credenciales institucionales (`ah_live_...`) indicando universidad/instituto, email científico y nivel de acceso.
- Exponé conjuntos públicos mediante estándares **Linked Open Data / JSON-LD** mapeados a **CIDOC-CRM**:
- `GET /api/v1/fair/sites` (GeoJSON + CIDOC-CRM `E27 Place`).
- `GET /api/v1/fair/finds` (JSON-LD `E22 Human-Made Object`).

7. Bioarqueología y Antropología Biológica con Atlas Óseo 3D (`#bioarqueologia-tab`)

El módulo de **Bioarqueología** (`#bioarqueologia-tab`) está identificado en toda la plataforma por el icono oficial de la doble hélice de **ADN (`fa-dna` / 🧬)** y aplica los protocolos internacionales de *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains* (Buikstra & Ubelaker 1994).

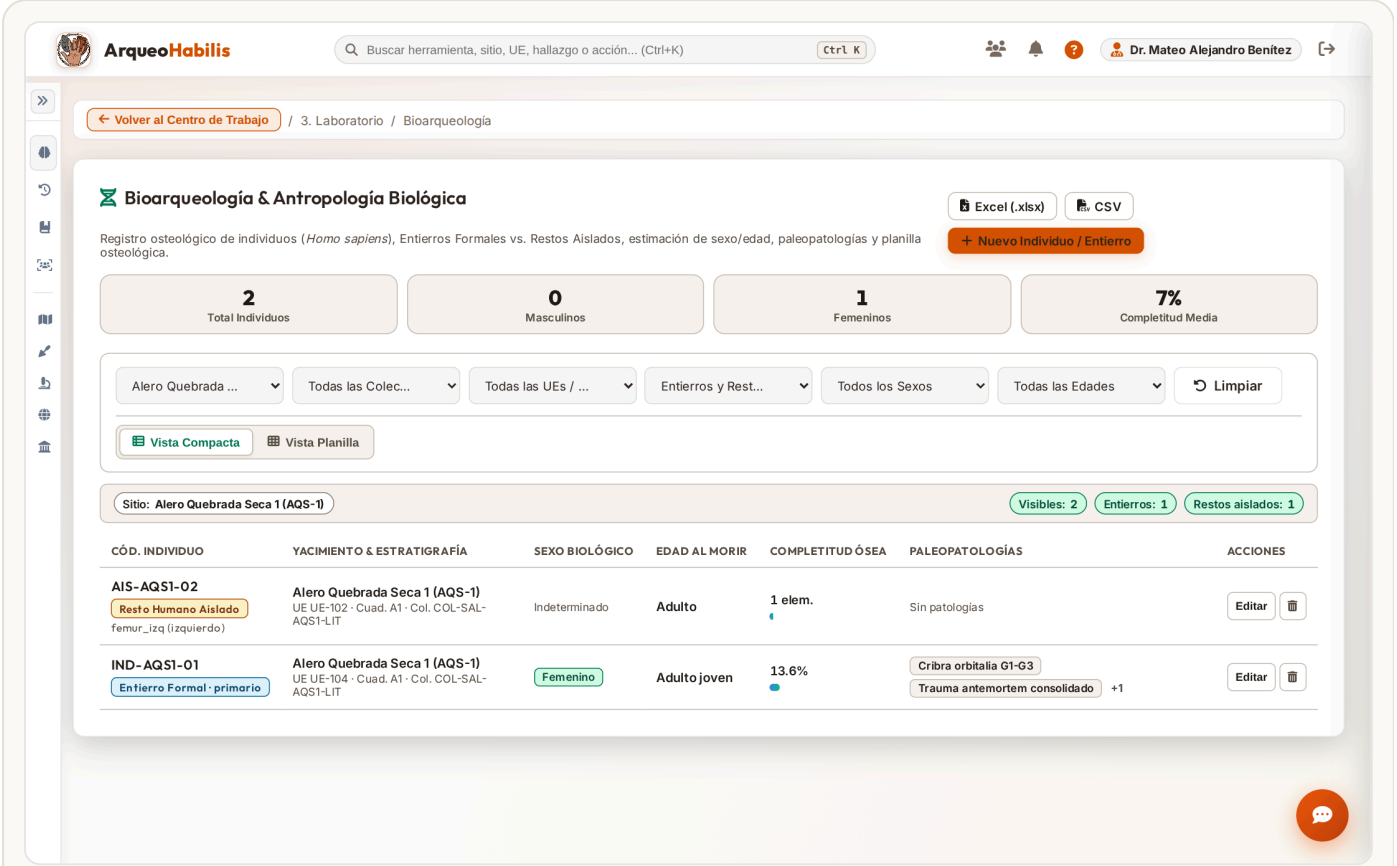


Figura 25. Panel principal de Bioarqueología con diferenciación entre Entierros Formales y Restos Humanos Aislados

¿Por qué diferenciar obligatoriamente entre «Entierro Formal» y «Resto Humano Aislado»?

En la excavación real aparecen tanto **inhumaciones articuladas** (donde importan la modalidad de entierro, orientación craneal, posición decúbito/flectada y ajuar funerario) como **elementos sueltos o dispersos** hallados en relleno sedimentario o zaranda (una falange, un molar, un fragmento de calota). Forzar un resto aislado dentro de una ficha de entierro distorsiona el cálculo de Número Mínimo de Individuos (MNI) y los contextos funerarios.

7.1. Carga en 3 Lentes WAI-ARIA, Contexto Fijable y Atlas Esquelético 3D (206 Huesos)

Al pulsar `+ Nuevo Individuo / Entierro` (o hacer clic en `Editar` sobre un registro existente), se abre el banco de carga bioarqueológico con el **Atlas Anatómico 3D de 206 Huesos** (`esqueleto_3d_atlas.js`) a un lado y tres lentes accesibles no bloqueantes al otro:

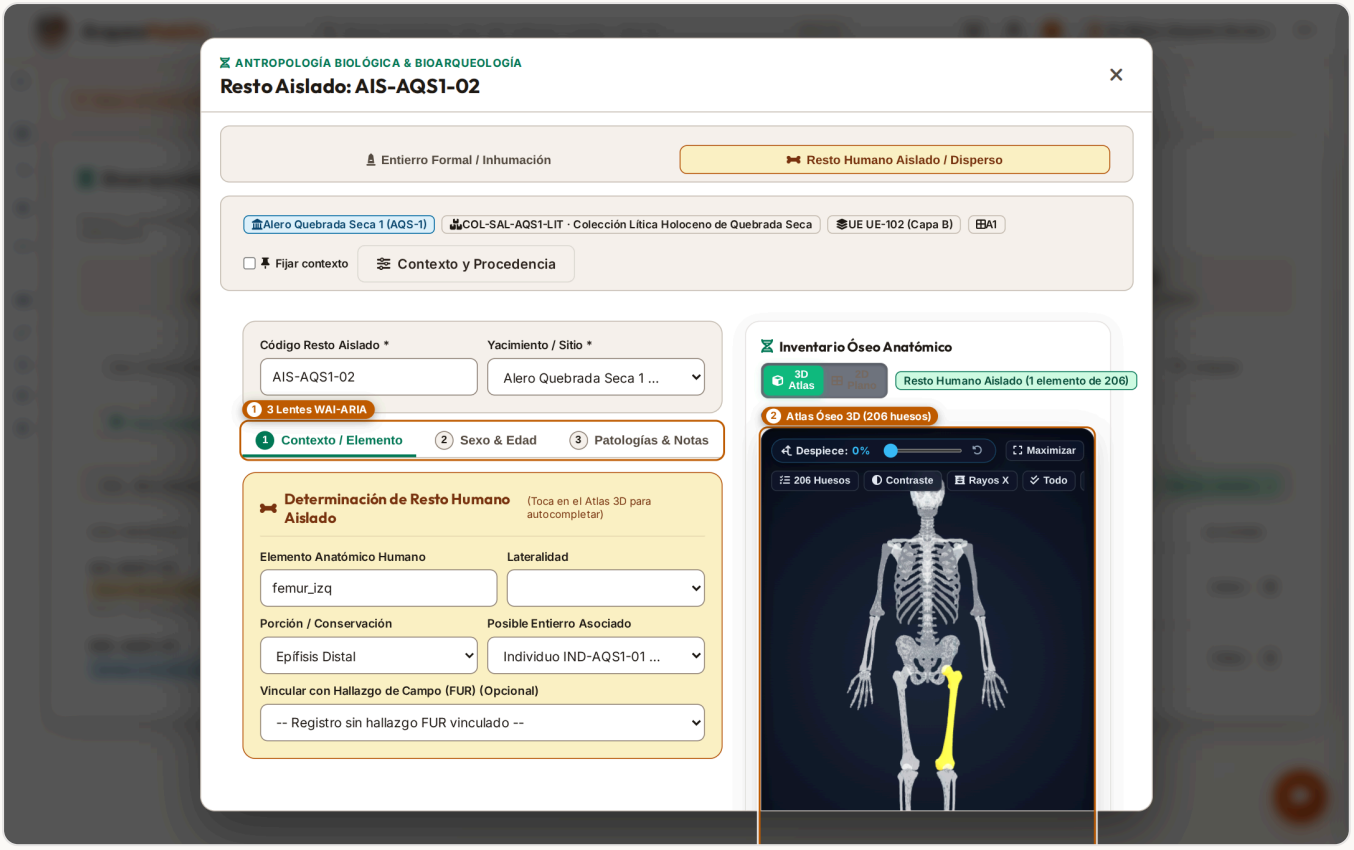


Figura 26. Modal de Bioarqueología mostrando las tres lentes de carga y el Atlas Esquelético Humano 3D interactivo de 206 huesos

Paso a paso para registrar un Entierro Formal / Inhumación

1. **Cajón de Contexto Fijable**: Seleccioná (y opcionalmente fijá para cargas seriadas) el **Sitio**, **Colección** (`coleccion_id`), **Cuadrícula / Sondeo** y **UE / Estrato**.
2. **Categoría del Hallazgo**: Elegí `Entierro Formal / Inhumación`.
3. **Lente 1 — Contexto Funerario**:

- Código de Individuo (ej. `IND-AQS1-01`).
- Modalidad (*Primario articulado*, *Secundario*, *Múltiple*, *Urna*, *Fardo*).
- Posición del cuerpo (*Decúbito dorsal*, *Decúbito lateral derecho flexionado*, *Hiperflexionado*).
- Orientación cardinal del eje (ej. `Cabeza hacia el Norte 350°, mirada al Este`) y descripción detallada del **Ajuar Funerario & Ofrendas**.

1. **Lente 2 — Perfil Biológico (Sexo & Edad al Morir)**:

- **Estimación de Sexo Biológico**:
- *Pelvis (Phenice 1969)*: Arco ventral, concavidad subpúbica, rama isquiopúbica y escotadura ciática mayor (escala 1 a 5).
- *Cráneo (Walker 2008)*: Glabela/arco superciliar, proceso mastoides, cresta nucal, margen supraorbital y eminencia mentoniana.
- La plataforma calcula automáticamente el diagnóstico combinado (`FEMENINO`, `MASCULINO` o `INDETERMINADO`).
- **Estimación de Edad al Morir**:
- *Sínfisis Púbica (Suchey-Brooks 1990)*: Fases I a VI.
- *Desgaste Dental (Brothwell 1981 / Smith 1984)* y *Obliteración de Suturas Craneales (Meindl & Lovejoy 1985)*.

1. **Lente 3 — Paleopatologías y Observaciones**:

- Agregá marcadores patológicos tipificados (*Cribra orbitalia G1-G3*, *Hiperostosis porótica*, *Trauma antemortem consolidado*, *Artrosis / EAD articular*, *Líneas de hipoplasia del esmalte*, *Periostitis*) con su descripción anatómica específica.

1. **Inventario Óseo Interactivo (Atlas 3D ↔ Diagrama 2D)**:

- Rotá el esqueleto completo de **206 huesos** (360°), usá las cámaras rápidas (`Frente`, `Dorsal`, `Cráneo`, `Tórax`, `Pelvis`, `Reset`), activá el slider de **Despiece anatómico (0–100%)**, **Rayos X** o **Aislar hueso**.
- Un clic marca el hueso como **Completo** (verde esmeralda); un segundo clic lo marca como **Fragmentario** (ámbar); un tercer clic vuelve a **Ausente** (gris translúcido).
- Alterná en cualquier momento entre `[ 🧊 3D Atlas ]` y `[ 📋 2D Plano ]`: ambos están sincronizados en tiempo real y recalculan la barra de **completitud esquelética (%)**.

1. Pulsá `Guardar Individuo` (o `Guardar y Siguiente` para cargar varios individuos sucesivamente manteniendo vivo el contexto WebGL del Atlas 3D sin reconstruir la escena).

Registro de Resto Humano Aislado / Disperso

Cuando seleccionás la categoría `Resto Humano Aislado / Disperso` (ej. `AIS-AQS1-02`):

- El formulario oculta los campos de modalidad funeraria/ajuar y solicita **Elemento Anatómico**, **Lateralidad** (*Izquierdo*, *Derecho*, *Indeterminado*), **Porción** (*Completo*, *Epífisis proximal*, *Diáfisis*, *Epífisis distal*) y **Posible vínculo con Entierro existente**.
- El Atlas 3D restringe automáticamente la selección a un único hueso para garantizar consistencia anatómica.

7.2. Planilla Osteológica Sticky de 22 Columnas y Métricas

En la vista principal de `#bioarqueologia-tab`, podés filtrar por **6 criterios** (Sitio, Colección, UE/Estrato, Categoría, Sexo, Edad), alternar a la **Planilla Sticky de 22 columnas** y exportar directamente a `.xlsx` multi-hoja o `.csv`.

8. Zooarqueología y Arqueofauna: Zonificación SVG, MNE/MNI y Atlas 3D (`#zooarqueologia-tab`)

El módulo de **Zooarqueología & Arqueofauna** (`#zooarqueologia-tab`) implementa cuantificación anatómica por **zonas diagnósticas** (Dobney & Rielly 1988), cálculo de **NISP, MNE y MNI** sin doble conteo de astillas longitudinales (`zoo_mne_calculator.js`), ficha tafonómica estándar y un **Atlas Esquelético 3D Multiespecie** de 19 especies organizadas en 4 *bauplans* reales.

> **¿Por qué ArqueoHabilis utiliza obligatoriamente el término «desposte» en lugar de «carnicería»?**
>
> Siguiendo la literatura zooarqueológica académica (Binford 1981; Mengoni Goñalons 1999), el término científico estandarizado para el procesamiento antrópico de presas animales —desollado, desarticulación, descarnado y fractura intencional para extracción de médula— es **«desposte»**. Todo el sistema, la búsqueda global (`Ctrl+K`), los informes y las tablas de tafonomía emplean rigurosamente esta nomenclatura.

8.1. Selector Anatómico SVG de 2 Niveles y Zonificación Osteológica

Al abrir `+ Nuevo Espécimen de Fauna` (`abrirModalZooarqueologia()`), el banco de trabajo presenta un selector visual diseñado específicamente para evitar inflar artificialmente los conteos de huesos fragmentados:

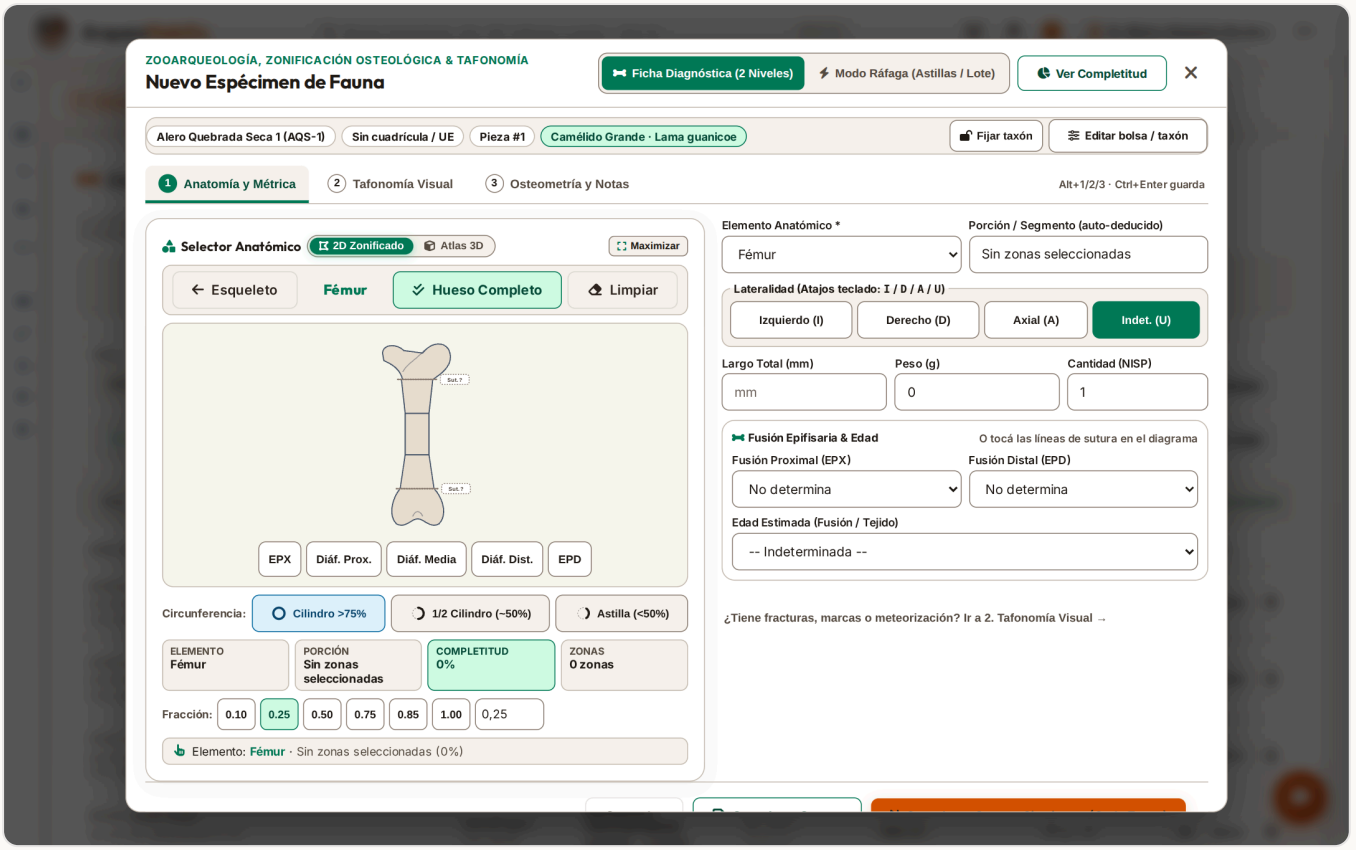


Figura 27. Modal de Zooarqueología mostrando el Selector Anatómico SVG de 2 Niveles con 5 zonas diagnósticas y circunferencia de diáfisis

Cómo funciona el Selector SVG en 2 Niveles (`zoo_anatomia_zonas.js`)

1. **Contexto Fijable de Bolsa/Colección**: Definí Sitio, Colección (`coleccion_id`), Cuadrícula, UE, **N° de Bolsa**, **N° de Pieza**, **Código de Individuo Animal (`individuo_animal_codigo`)** para remontajes y **Modo Ráfaga / Diagnóstico**.
2. **Nivel 1 — Silueta Esquelética por Morfotipo**:

- Al elegir el **Taxón** (ej. *Camélido Grande / Lama guanicoe*, *Ovicáprido*, *Cérvido*, *Carnívoro*, *Roedor*, *Ave*, *Pez*), el SVG superior muestra la silueta anatómica correspondiente al morfotipo (*camélido, ungulado, carnívoro, roedor, ave o pez*).
- Hacé clic directamente sobre cualquier hueso de la silueta (húmero, fémur, radio-ulna, metatarso, mandíbula, escápula, vértebra, etc.) para seleccionarlo al instante.

1. **Nivel 2 — Diagrama Zonificado del Hueso (5 Zonas + Circunferencia)**:

- Para huesos largos, el sistema despliega las **5 zonas longitudinales** (`ep`: epífisis proximal, `dp`: diáfisis proximal, `dm`: diáfisis mesial, `dd`: diáfisis distal, `ed`: epífisis distal) más la **circunferencia de diáfisis** (`<50%`, `>50%`, `100%`).
- Para elementos irregulares (escápula, pelvis, mandíbula, cráneo, calcáneo, costillas, vértebras), muestra sus zonas diagnósticas específicas (ej. *cavidad glenoidea*, *acetábulo*, *serie dental*).
- **Por qué evita el doble conteo**: si excavás 4 astillas longitudinales de diáfisis mesial de fémur izquierdo con circunferencia `<50%`, el motor `zoo_mne_calculator.js` suma `NISP = 4` pero computa `MNE = 1` en lugar de contar 4 fémures falsos.

8.2. Tafonomía de Desposte, Fusión y Estadios de Payne

En las lentes de **Tafonomía** y **Osteometría** del modal:

- **Lateralidad** (*Izquierdo*, *Derecho*, *Axial / Impar*, *Indeterminado*) y **Porción**.
- **Fusión Epifisaria Proximal y Distal** (Binford): *No fusionada*, *En proceso*, *Fusionada (Adulto)*, *No aplica*.
- **Estadio de Desgaste Dental de Payne (1973)** (`A` a `I`) en mandíbulas y piezas dentales: alimenta automáticamente el motor de **Curvas de Mortalidad** del Núcleo Analítico.
- **Meteorización Ósea (Behrensmeyer 1978)**: Estadios `0` a `5` (o `no_aplica` para dientes/astas).
- **Huellas Antrópicas de Desposte**: Marcá `Desollado`, `Desarticulación`, `Descarnado`, `Fractura para extracción de médula`, más `Termoalteración` (*Sin quemar*, *Carbonizado*, *Calcinado*) y `Agentes Bióticos` (*Carnívoros*, *Roedores*).
- **Edición In Situ**: Desde la tabla principal de `#zooarqueologia-tab`, pulsá `✏️ Editar` en cualquier registro para reabrir la ficha con todos los campos y el hueso resaltado en el visor (`PUT /api/zooarqueologia/:id`).

8.3. Atlas 3D Multiespecie (19 Especies / 4 Bauplans) y Remontaje / Completitud Esquelética

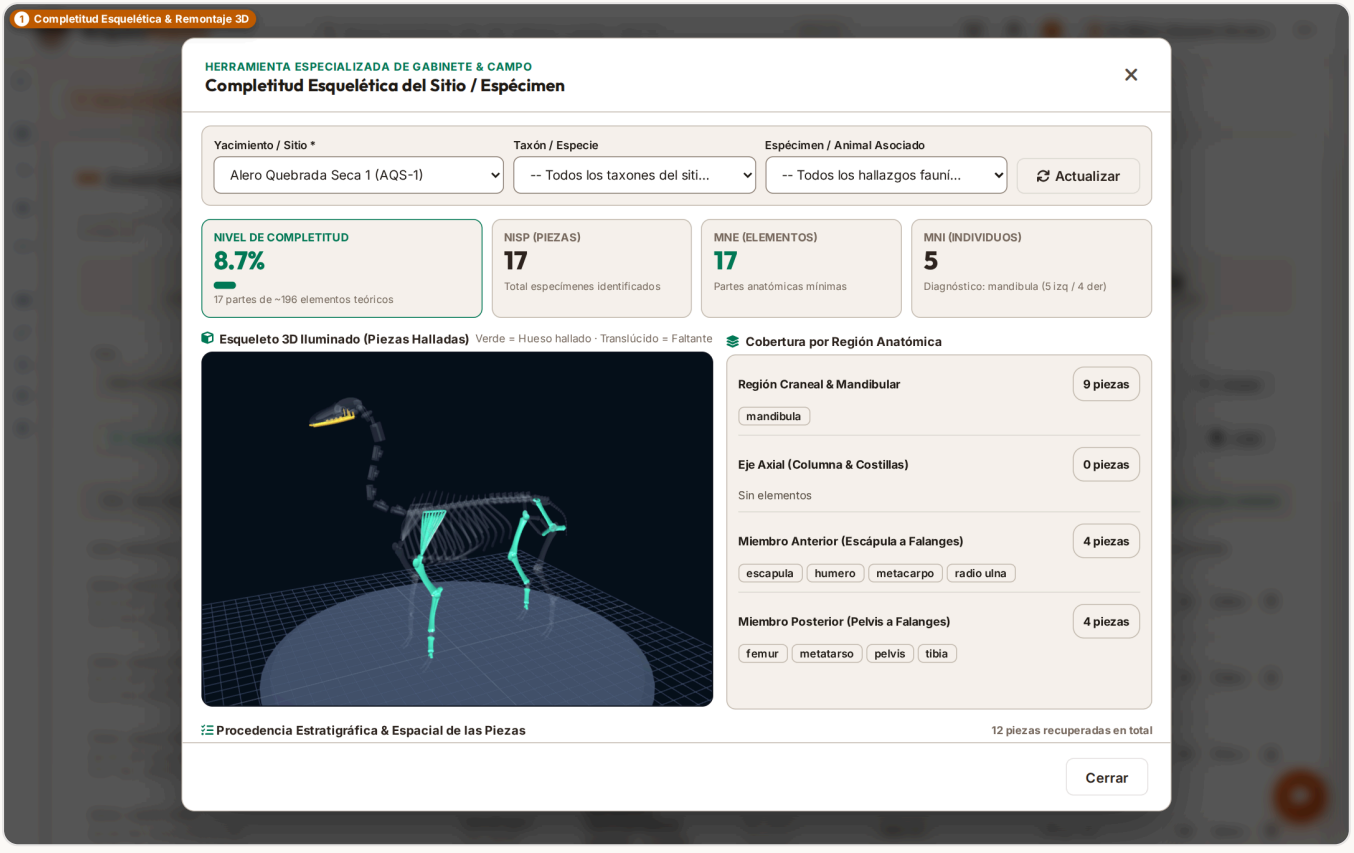


Figura 28. Herramienta de Completitud Esquelética y Remontaje 3D en Zooarqueología mostrando huesos recuperados en verde y esqueleto fantasma

Paso a paso en el Visor 3D y Completitud (`modal-zoo-completitud`)

1. Dentro del modal de carga zooarqueológica, cambiá a `3D Atlas` (`#zoo-mode-3d-btn`) para explorar el esqueleto articulado tridimensional de cualquiera de las **19 especies científicas** agrupadas en **4 bauplans reales** (*tetrápodos mamíferos*, *marsupiales bípedos*, *aves* y *peces teleósteos*).
2. Utilizá los controles del visor:

- Cámaras anatómicas rápidas (`Lat. Izq`, `Lat. Der`, `Dorsal`, `Ventral`, `Craneal`, `Caudal`, `Reset`).
- **Slider de Despiece (0% → 100%)** para separar en el espacio los elementos axiales y apendiculares.
- Botones `☢ Rayos X`, `⊕ Aislar` y `⛶ Pantalla Completa` (preservando la precisión del *raycasting* al volver a vista compacta).
- La selección en 3D es **bidireccional**: al clicar un hueso en el modelo 3D se actualizan el elemento y la lateralidad del formulario.

1. **Completitud Esquelética y Remontaje por Espécimen (`individuo_animal_codigo`)**:

- Pulsá `Completitud / Remontaje 3D` (`abrirModalCompletitudZoo()`) desde la barra de `#zooarqueologia-tab`.
- Filtrá por yacimiento, taxón o un **Código de Individuo Animal** específico (ej. `GUAN-01` para huesos de un mismo animal recuperados en diferentes niveles).
- El panel calcula en vivo **NISP, MNE, MNI**, porcentaje de completitud frente al bauplan teórico y desglose en 4 regiones anatómicas, iluminando en **verde esmeralda** los huesos recuperados sobre un **esqueleto fantasma translúcido** junto con la tabla de procedencia espacial.

9. Laboratorios de Cerámica, Lítica, Mesa de Cotejo, Atlas Mundial y Corpus

9.1. Laboratorio de Cerámica: Pastas, Atmósfera y Gramática de Diseño (`#ceramica-lab-tab`)

El **Workbench Cerámico** (`ceramica_litica_lab.js`) permite al investigador sentarse directamente frente a las bandejas de tiestos en el laboratorio y catalogar cada pieza sin abandonar la mesa de análisis.

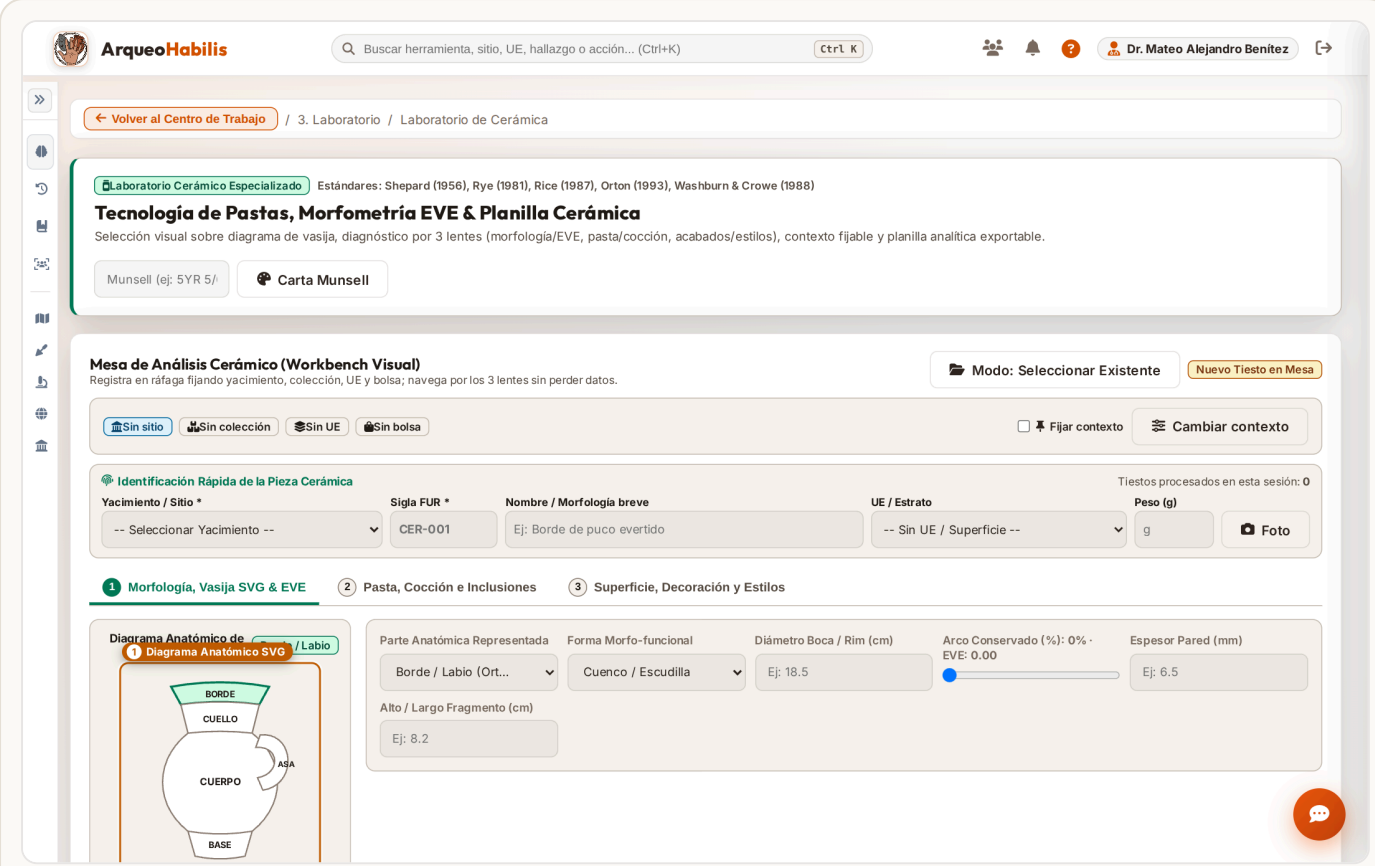


Figura 29. Mesa de Trabajo del Laboratorio Cerámico con diagrama anatómico de vasija SVG, corte de cocción Rye 1981 e inclusiones Terry & Chilingar

Paso a paso en el Workbench Cerámico

1. Abrí `3. Laboratorio → Cerámica (Pastas & Diseño)` (`#ceramica-lab-tab`) y seleccioná el **Yacimiento / Sitio** (`#ceramica-sitio-select`). El sistema inspecciona los hallazgos existentes y sugiere automáticamente la siguiente sigla correlativa (`CER-001`, `CER-002`...).
2. **Contexto Fijable y Diagrama Anatómico SVG (`#ceramica-vasija-svg`)**:

- Desplegá la cinta de contexto si querés fijar **Colección**, **Bolsa/Lote** y **UE/Estrato** para toda una bandeja.
- Hacé clic sobre la zona anatómica de la vasija en el diagrama SVG (*borde*, *cuello*, *cuerpo*, *asa*, *base* o *núcleo*) para focalizar la lente correspondiente sin ocultar atributos obligatorios en pestañas inactivas.

1. **Medición Básica y Fotografía Comprimida**:

- Ingresá sigla, descripción morfo-funcional, peso (g), diámetro de boca (cm) y % de arco (para el cálculo automático de EVE).
- Al tomar o subir una foto, el cliente la comprime vía Canvas (máx. 1400 px, JPEG 0.82) antes de enviarla a `/api/upload`.

1. **Módulo 1 — Atmósfera de Cocción (Rye 1981 / Shepard 1956)**:

- Seleccioná *Oxidante*, *Reductora*, *Incompleta / Núcleo Sándwich* o *Mixta*. El corte transversal vectorial (`#ceramica-pasta-corte-svg`) actualiza al instante el perfil cromático de la pared cerámica, junto con la **Dureza (Mohs 1–10)** y **Porosidad Aparente**.

1. **Módulo 2 — Antiplásticos e Inclusiones (Terry & Chilingar 1955)**:

- Mové el slider de densidad visual (`1%` a `30%`): el diagrama petrográfico SVG genera estocásticamente los clastos para cotejo bajo lupa binocular. Registrá inclusión dominante (*Cuarzo*, *Feldespato*, *Mica*, *Chamota/Tiesto molido*, *Valva*, *Espículas*) y granulometría **Wentworth**.

1. **Módulo 3 — Tratamiento de Superficie y Gramática de Diseño (Washburn & Crowe 1988)**:

- Indicá acabado mecánico (*Alisado*, *Pulido*, *Bruñido*), decoración plástica (*Incisa*, *Excisa*, *Modelada*), tratamiento pictórico (*Engobe*, *Pintura negativa*, *Polícromo*) y el grupo cristalográfico unidimensional de simetría en bandas (`p1`, `pm11`, `p1m1`, `p112`, `p1a1`).

1. **Guardado Atómico y Flujo por Lote**:

- Pulsá `Guardar y Catalogar Tiesto` (`POST /api/hallazgos`) y luego `+ Siguiente Pieza (CER-XXX)` para conservar yacimiento, colección, bolsa y UE reiniciando solo peso y descripción.
- En la parte inferior disponés de la **Biblioteca Comparativa de Estilos Cerámicos del Mundo** (con creación de estilos locales propios) y de la **Planilla Sticky de 20 columnas** exportable a `.xlsx` / `.csv`.

9.2. Laboratorio Lítico: Cadena Operativa, Débitage y Traceología (`#litica-lab-tab`)

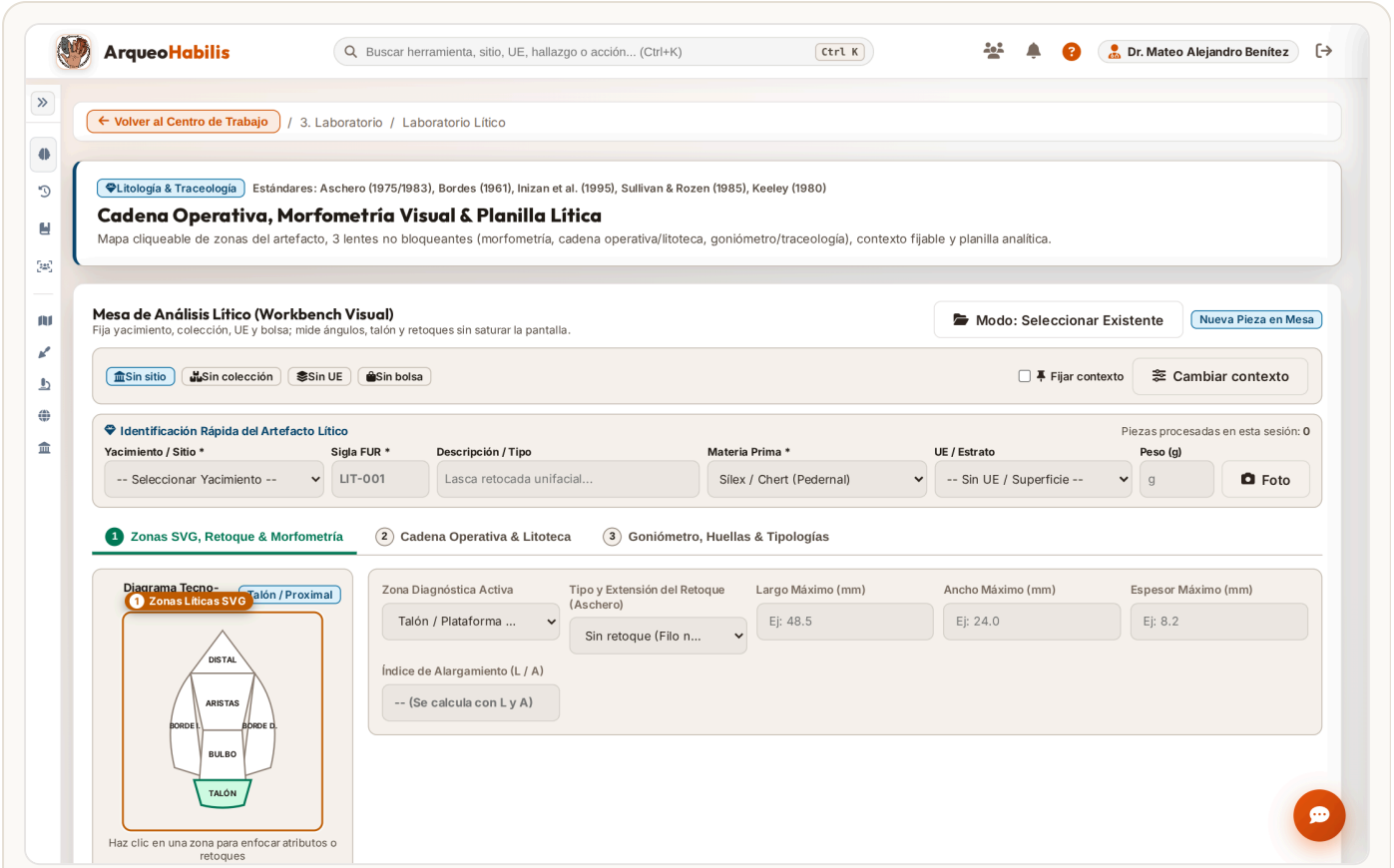


Figura 30. Mesa de Trabajo del Laboratorio Lítico con artefacto SVG interactivo, clasificación Sullivan & Rozen y Goniómetro de Filos

Paso a paso en el Workbench Lítico

1. Abrí `3. Laboratorio → Lítica (Tecno & Traceología)` (`#litica-lab-tab`) y seleccioná el yacimiento (sugiere `LIT-001`, `LIT-002`...).
2. **Diagrama SVG de Artefacto Lítico (`#litica-artefacto-svg`) y Métrica**:

- Clicá sobre *talón*, *cara dorsal*, *filo retocado* o secciones *proximal/mesial/distal*, e ingresá Largo, Ancho y Espesor para calcular automáticamente el **Índice de Elongación (L/A)**.
- Seleccioná **Materia Prima** (*Obsidiana*, *Sílex/Chert*, *Cuarcita*, *Cuarzo*, *Basalto*, *Calcedonia*) y **UE / Estrato**.

1. **Módulo 1 — Desechos de Talla y Cadena Operativa (Sullivan & Rozen 1985 / Aschero 1975/1983 / Bordes 1961)**:

- Clasificación jerárquica: *1. Lasca Completa*, *2. Lasca Fracturada con Talón*, *3. Fragmento de Lasca sin Talón*, *4. Debris / Shatter*, *5. Núcleo*.
- **Tipo de Talón** (*Liso*, *Cortical*, *Diedro*, *Facetado / Levallois*, *Puntiforme*), **Técnica / Percutor** (*Duro*, *Blando asta/hueso con labio*, *Presión*) y **Corteza Dorsal** (*Primaria >50%*, *Secundaria 1–50%*, *Terciaria 0%*).

1. **Módulo 2 — Goniómetro de Filos y Traceología (Semenov 1964 / Keeley 1980)**:

- Mové el slider de **Ángulo de Filo ($20^\circ-90^\circ$)**: el goniómetro SVG dibuja el bisel en tiempo real y sugiere el uso cinemático probable (ej. $<35^\circ$ corte fino/carne; 45° raído/madera blanda; $>65^\circ$ raspado intenso de cuero seco o hueso).

- Seleccioná el **Micropulido Diagnóstico** observado al microscopio metalográfico o lupa (*Madera*, *Cuero/Piel seca*, *Carne/Tejido blando*, *Hueso/Asta*, *Lustre de siega vegetal*).

1. Guardá con `Guardar y Catalogar Pieza Lítica` y avanzá en lote con `+ Siguiente Pieza (LIT-XXX)` (preserva además la materia prima activa). Incluye **Litoteca petrológica**, acceso al Atlas Lítico y **Planilla Sticky de 20 columnas**.

9.3. Materiales de Referencia y Mesa de Cotejo Dual (`#materiales-comparacion-tab`)

La sección **Materiales de Comparación** combina una colección comparativa colaborativa (Osteoteca, Tipoteca Lítica, Ceramoteca, Bioarqueología, Metalurgia y Huellas de Desposte) con una **Mesa de Cotejo Lado a Lado** asistida por IA.

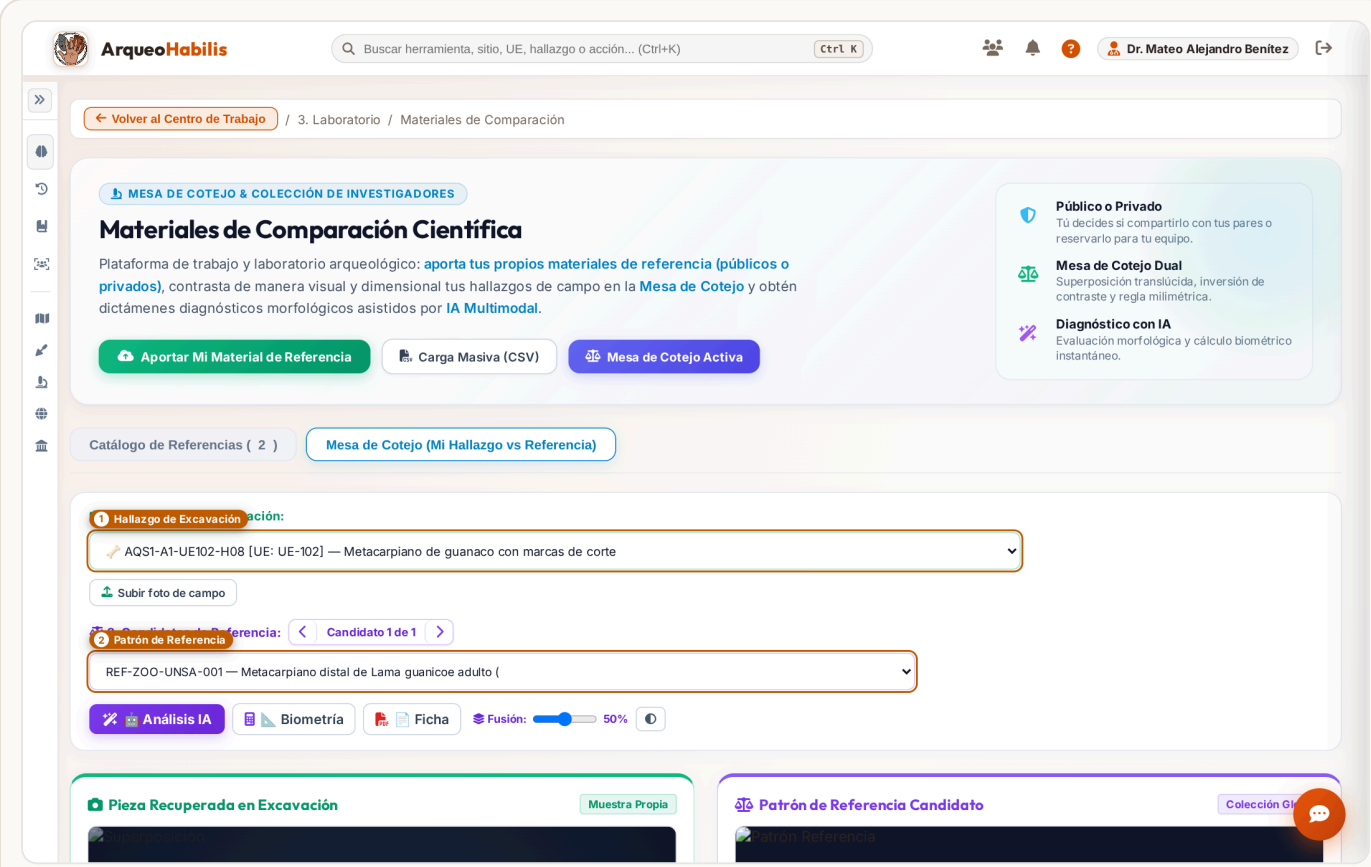


Figura 31. Mesa de Cotejo Dual comparando un hallazgo arqueológico de campaña con un espécimen de referencia y análisis por IA

Cómo aportar material y ejecutar un cotejo científico

1. **Aportar Material de Referencia (`+ Aportar Mi Material de Referencia`)**:

- Elegí visibilidad `🌐 Público` (comunidad científica con licencia Creative Commons: `CC BY`, `CC BY-SA`, `CC0`) o `🔒 Privado` (exclusivo para tu equipo e investigaciones).
- Completá categoría, atributos específicos (taxón/elemento/fusión en fauna o materia prima/técnica en lítica), descripción diagnóstica, claves diferenciales y fotografía.

- Filtrá el catálogo por `🌐 Red Abierta`, `👤 Mis Materiales`, disciplina o estado de validación.

1. **Mesa de Cotejo Activa (`⚖️ Mesa de Cotejo`)**:

- En la columna izquierda elegí **Tu Hallazgo Arqueológico** (ej. `AQS1-A1-UE102-H08`, metacarpiano de guanaco); en la derecha, la **Pieza de Referencia** (`REF-ZOO-UNSA-001`).
- Utilizá el **Visor Dual** con regla milimétrica, slider de **Translucidez / Superposición** y botón **Invertir Contraste (Negativo)**.
- Pulsá `🤖 Análisis IA` (`#btn-cotejo-analisis-ia`): **Gemini Vision** compara ambas imágenes y descriptores, reportando afinidad morfológica estimada, concordancias diagnósticas y sugerencia de dictamen.
- Pulsá `📐 Biometría`: abrí la **Calculadora de Índices Morfométricos** (ej. *Índice de Robustez Diafisaria de Von den Driesch*: $SD / GL \times 100$) y transferí el resultado directamente al dictamen.
- Guardá el dictamen definitivo en base de datos (`hallazgos_cotejos`) e imprimí la **Ficha Técnica Oficial de Cotejo (PDF)**.

9.4. Atlas Mundial de Difusión Cultural y Corpus Epistemológico

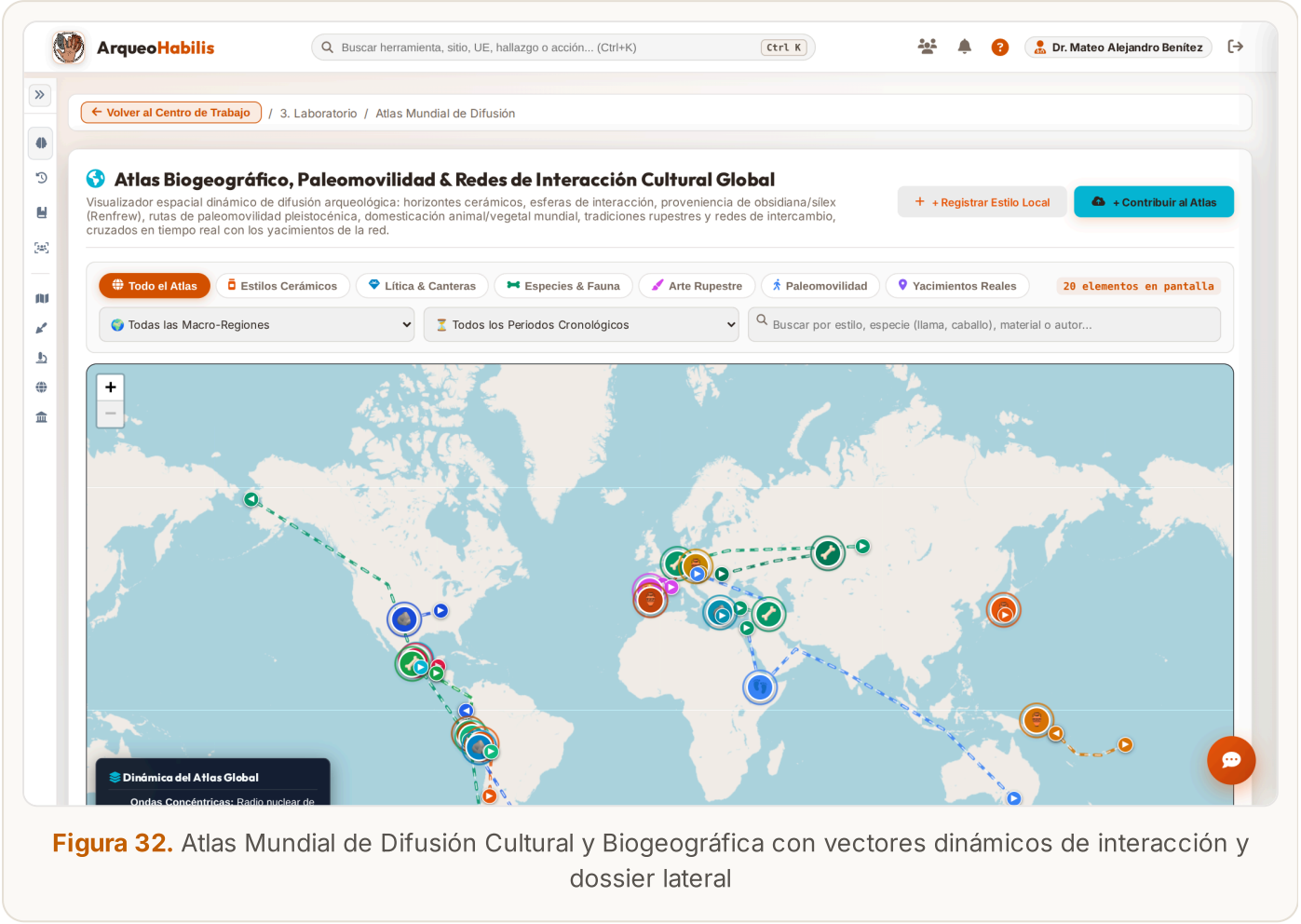


Figura 32. Atlas Mundial de Difusión Cultural y Biogeográfica con vectores dinámicos de interacción y dossier lateral

1. **Atlas Mundial de Difusión (`#atlas-difusion-tab`)**:

- Proyecta redes de interacción cultural, dispersión cerámica, canteras de obsidiana/sílex y focos de domesticación animal/vegetal en todo el mundo.
- **Por qué no usa polígonos estáticos rígidos**: las culturas arqueológicas son dinámicas; por ello el planisferio renderiza **flechas direccionales animadas de ida y vuelta** y **ondas concéntricas de difusión** cruzadas con los **Yacimientos Reales** de tu red. Filtrá por dominio (*Cerámica*, *Lítica*, *Biogeografía*, *Yacimientos Reales*), macro-región o período, y abrí el **Dossier Lateral** de cada nodo.

1. **Corpus Epistemológico (`#corpus-epistemologico-tab`)**:

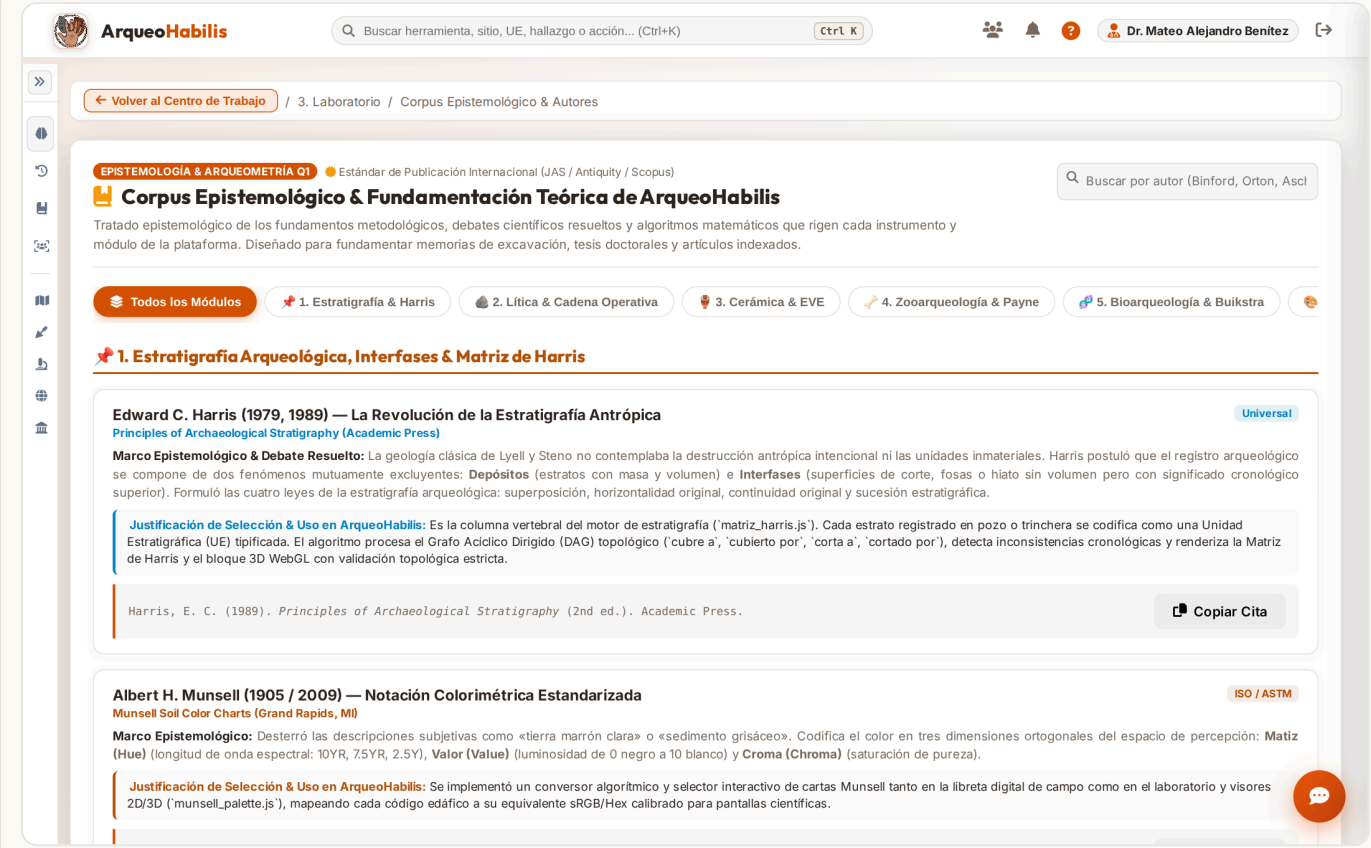


Figura 33. Corpus Epistemológico y Fundamentos Científicos con tarjetas por especialidad y botón de copia en formato APA 7

- Reúne la justificación teórica, ecuaciones y citas bibliográficas completas de todos los autores canónicos implementados en ArqueoHabilis (Binford, Mengoni Goñalons, Payne, Lyman, Elkin, Harris, Schiffer, Renfrew, Orton, Rye, Shepard, Rice, Washburn & Crowe, Aschero, Bordes, Sullivan & Rozen, Semenov, Keeley, Odell, Phenice, Walker, Suchey-Brooks, Buikstra & Ubelaker).
- Incluye buscador en vivo y botón `Copiar Cita` en formato **APA 7** listo para pegar en manuscritos.

10. Núcleo Analítico Transversal e Inferencia Científica IA («De la Tabla al Paper»)

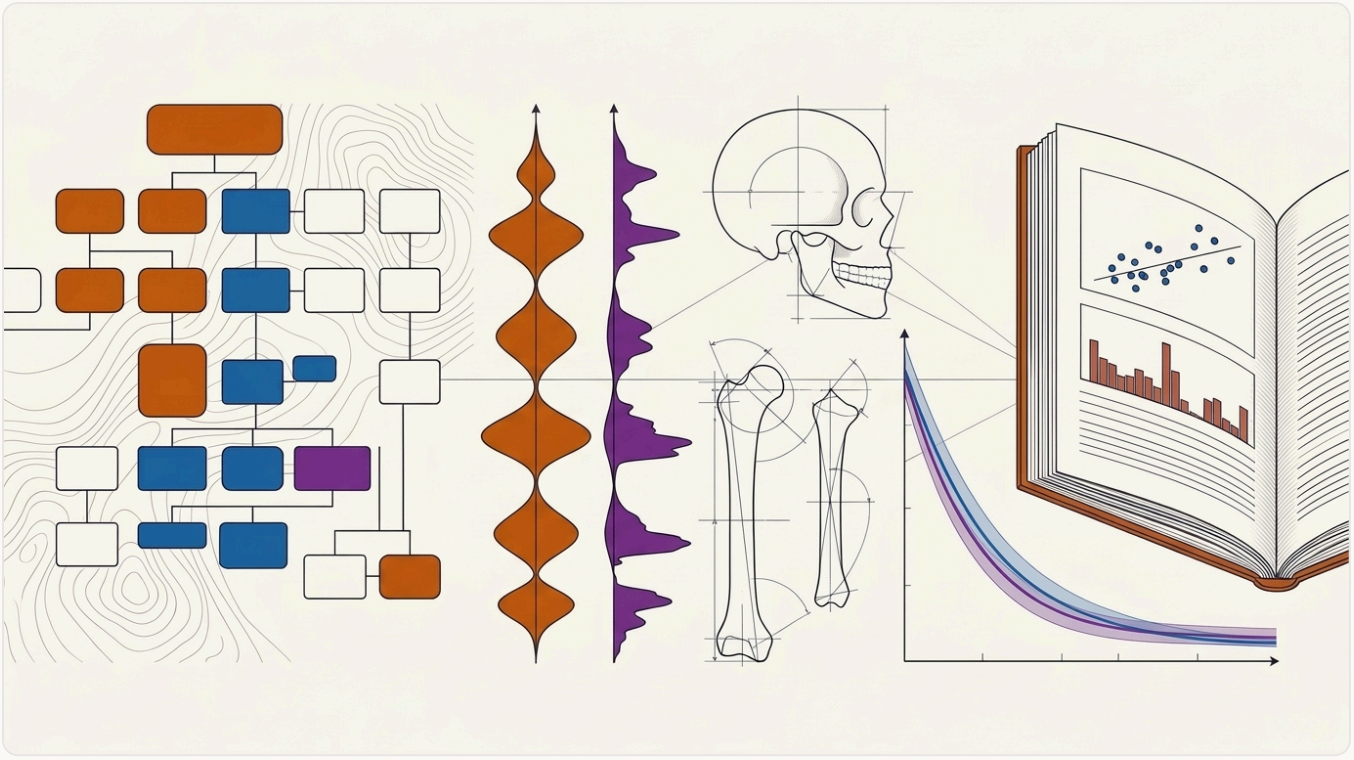


Figura 34. Ilustración editorial del Núcleo Analítico representando Matriz de Harris, seriación en acorazado, osteometría y publicación

El **Núcleo Analítico & IA** (`#laboratorio-tab`) es una **super-etapa transversal no correlativa**: accesible desde el primer lugar de la barra lateral y del Centro de Trabajo en cualquier fase de la investigación. Su misión es transformar los registros de excavación en estadística arqueométrica rigurosa y código editorial reproducible.

> **¿Por qué se diseñó así? Principio de Gobernanza Científica («La IA calcula; el arqueólogo valida y firma»)**
>
> Ninguna revista indexada (Q1 *JAS*, *Antiquity*, *Latin American Antiquity*) aceptaría un resultado generado automáticamente por una caja negra. Por eso cada motor muestra explícitamente sus ecuaciones, valores p, coeficientes y citas, y exige que el Director o Investigador Responsable abra el cajón de **Validación Científica** (`#btn-toggle-dictamen-drawer`), elija `Validado`, `Validado con Ajustes` o `Refutado`, redacte su dictamen y firme con su nombre profesional (`analitica_diagnosticos_sitio`).

10.1. Presets Macrorregionales y las 5 Perspectivas Conectadas

Al ingresar a `#laboratorio-tab`, seleccioná tu **Yacimiento** (`#analitica-select-sitio`) y el **Perfil Macrorregional o Parámetro Analítico** (`#analitica-select-perfil`). El motor opera en **cualquier latitud y**

región del mundo: selecciona automáticamente la curva radiocarbónica hemisférica (`SHCal20` o `IntCal20`) según las coordenadas reales del sitio y ofrece perfiles calibrados preconfigurados (*Andes Centro-Sur y Cono Sur*, *Andes Centrales*, *Andes Septentrionales*, *Mesoamérica*, *Tierras Bajas y Amazonía*, *Norteamérica*, *Europa Mediterránea*, *Europa Continental/Nórdica*, además de modo global personalizable para cualquier otra región de América, África, Asia u Oceanía).

Desde la barra superior conmutás entre las **5 perspectivas conectadas**:

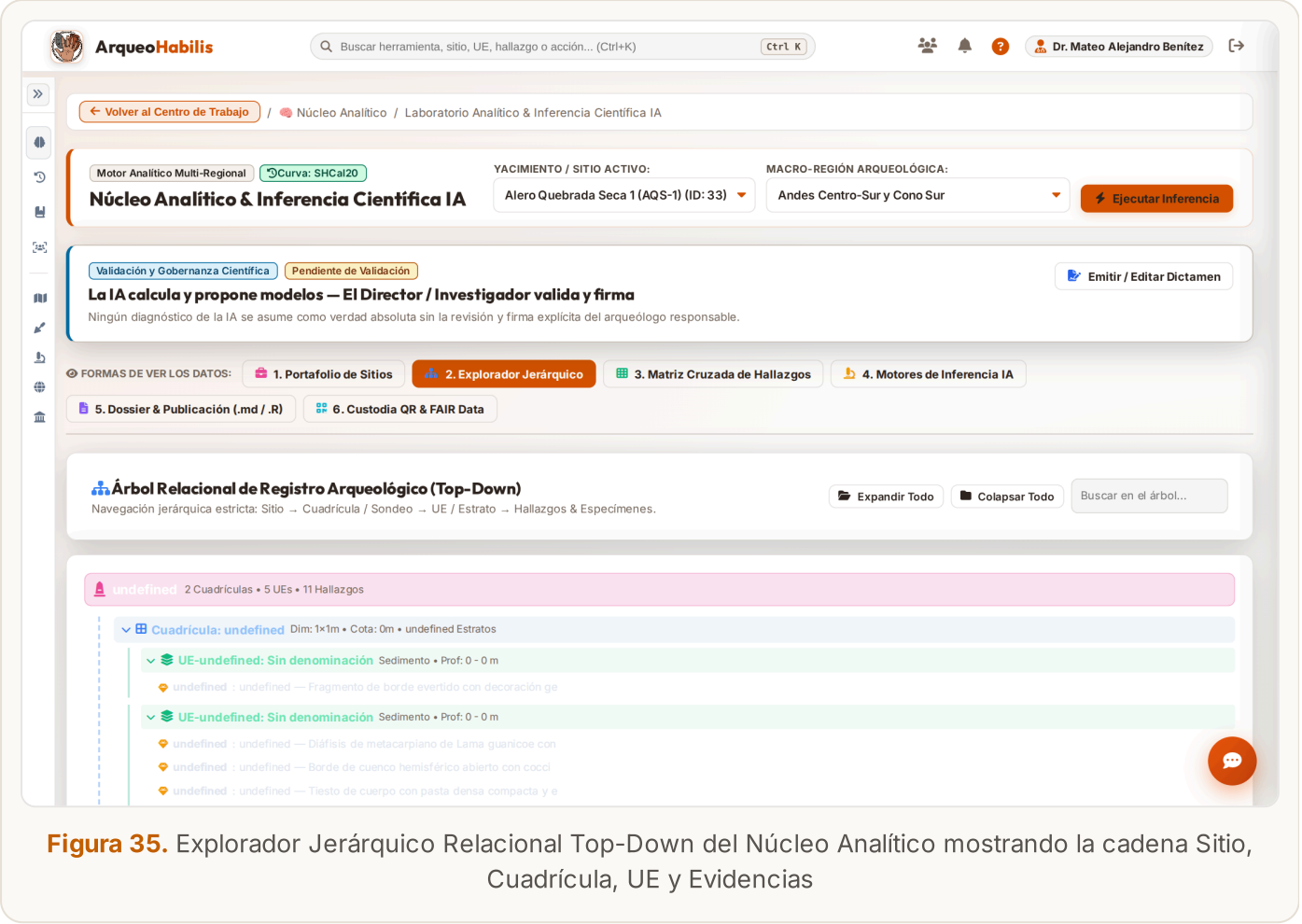


Figura 35. Explorador Jerárquico Relacional Top-Down del Núcleo Analítico mostrando la cadena Sitio, Cuadrícula, UE y Evidencias

1. **Portafolio de Sitios (`view-portafolio`)**: Visión panorámica de todos tus proyectos con *score* de completitud estratigráfica y desglose adaptativo de materiales (lítica, cerámica, metales, vidrio, fauna, bioarqueología y C-14).
2. **Explorador Jerárquico Top-Down (`view-arbol`)**: Árbol interactivo estricto `Yacimiento → Cuadrículas / Sondeos → UE / Estrato → Hallazgos FUR, Especímenes Faunísticos con marcas de desposte, Bioarqueología y Muestras C-14`, más ramas dedicadas para estratigrafía general y recolección superficial.
3. **Matriz Cruzada de Hallazgos (`view-matriz`)**: Tabla multifactorial plana que conecta cada pieza con su cota Z, cuadrícula, UE y fechado C-14 asociado, con filtros en vivo y exportación directa a **CSV**.
4. **Motores Analíticos Cuantitativos (`view-motores`)**: Cuatro sub-solapas especializadas detalladas en la sección siguiente.
5. **Dossier de Publicación & Script R (`view-dossier`)**: Compilación automática del manuscrito en Markdown y código en R reproducible.

10.2. Los Motores Cuantitativos de Inferencia

Motor 1 y 5 — Zooarqueología, Spearman (%MAU vs FUI/BMD) y Curvas de Mortalidad de Payne (1973)

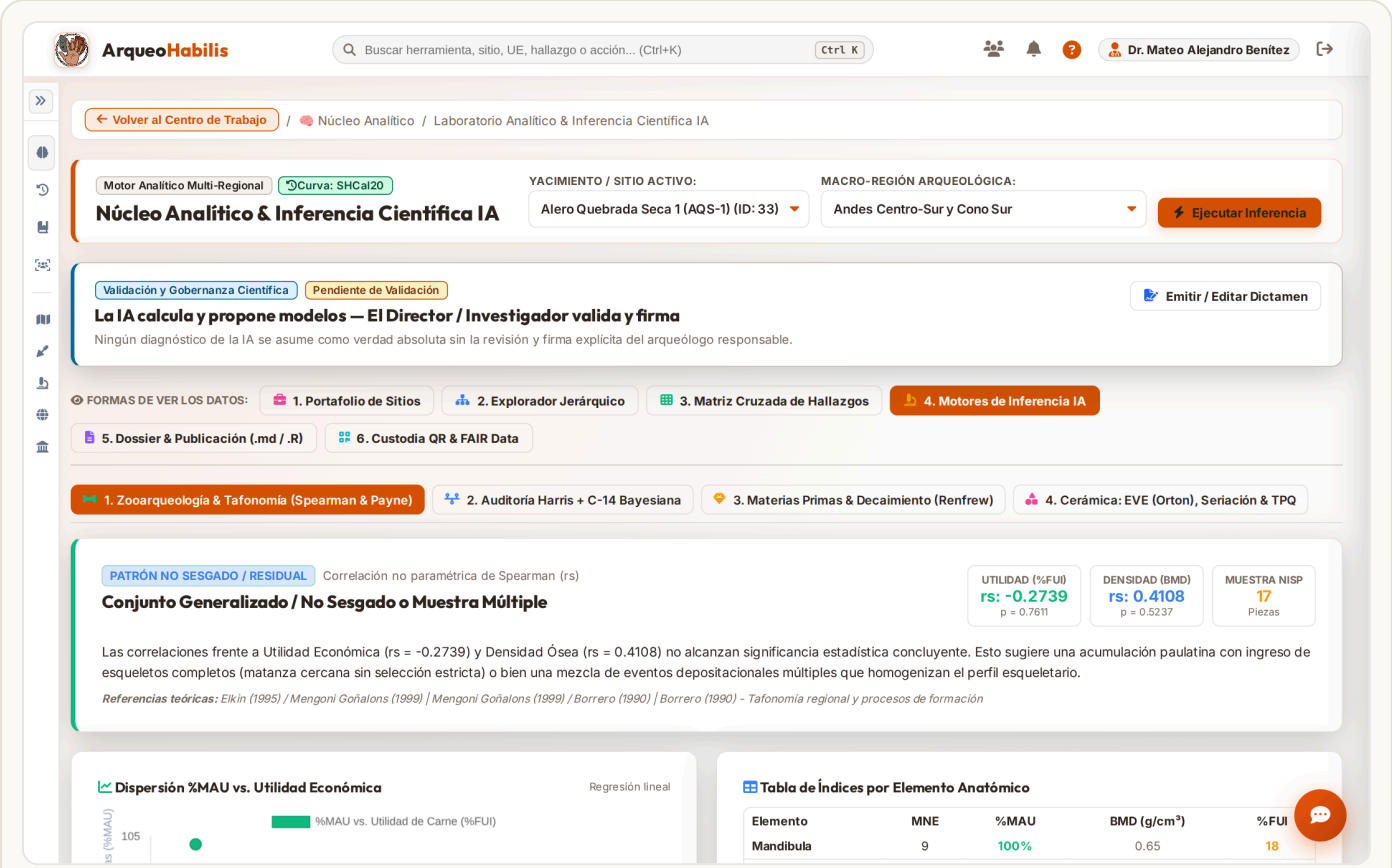


Figura 36. Motores Zooarqueológicos del Núcleo Analítico mostrando correlación de Spearman (%MAU vs FUI/BMD) y Curva de Mortalidad de Payne

- **Transporte Selectivo vs. Atrición Tafonómica In Situ**:
- A partir del cálculo zonificado de MNE y `%MAU`, el motor cruza las frecuencias observadas contra las tablas patrón de **Índice de Utilidad Económica (%FUI / MGUI)** (Mengoni Goñalons 1999; Metcalfe & Jones 1988; Binford 1978) y **Densidad Mineral Ósea (BMD)** (Elkin 1995; Lyman 1984/1994).
- Computa el coeficiente no paramétrico de **Spearman (r_s)** y su valor p, generando gráfico de dispersión interactivo e hipótesis automática (ej. *Efecto Schlepp / transporte selectivo humano de cuartos ricos en carne* vs. *destrucción diferencial por densidad y meteorización*).
- **Curvas de Mortalidad de Payne (1973)**:
- Evalúa mandíbulas y desgaste dentario agrupados en los **9 estadios de Payne (`A` a `I`)**.
- Superpone la curva de supervivencia observada frente a los tres modelos teóricos de manejo de rebaños (**Carne**, **Leche** y **Lana/Productos Secundarios**), calculando el **Error Cuadrático Medio (RMSE)** de cada ajuste para identificar la estrategia económica dominante.

Motor 2 — Auditoría Crono-Estratigráfica Bayesiana (Harris + C-14)

- Cruza el grafo dirigido de relaciones estratigráficas (*cubre a / se apoya sobre*) contra las edades radiocarbónicas BP registradas en `#fechados-tab`.
- Detecta automáticamente **Inversiones Crono-Estratigráficas** (ej. una UE superior con fecha más antigua que una inferior) y sugiere hipótesis tafonómicas documentadas (*efecto madera vieja / old wood problem* de Schiffer 1986, fosas/madrigueras intrusivas o remoción postdepositacional).

Motor 3 y 6 — Economía de Materias Primas, Sourcing y Ley de Decaimiento de Renfrew (1977)

- Evalúa proporciones de reserva de corteza, núcleos y piezas formatizadas (Andrefsky 1998; Kuhn 1995) para distinguir aprovisionamiento **local expedito** vs. **alóctono curado**.
- Calcula distancias geodésicas (Haversine en km) desde tu yacimiento hacia un banco global de canteras geoquímicas (Zapaleri, Pachuca, Alca, Quispisisa, Melos, Obsidian Cliff, etc.) y modela la curva de decaimiento exponencial $y = a \cdot e^{-bx}$ de **Colin Renfrew (1977)**, clasificando el sitio en **Supply Zone (<300 km)** o **Contact Zone / Intercambio Down-the-Line**.
- Incluye el modal `+ Registrar Cantera` (`modal-nueva-cantera`) para incorporar fuentes locales o canteras propias en tu Litoteca personal con coordenadas WGS84 y firma geoquímica.

Motor 4 — Cerámica Universal: EVE (Orton 1993), Seriación de Ford (1962), TPQ, Tafonomía y Reconstructor

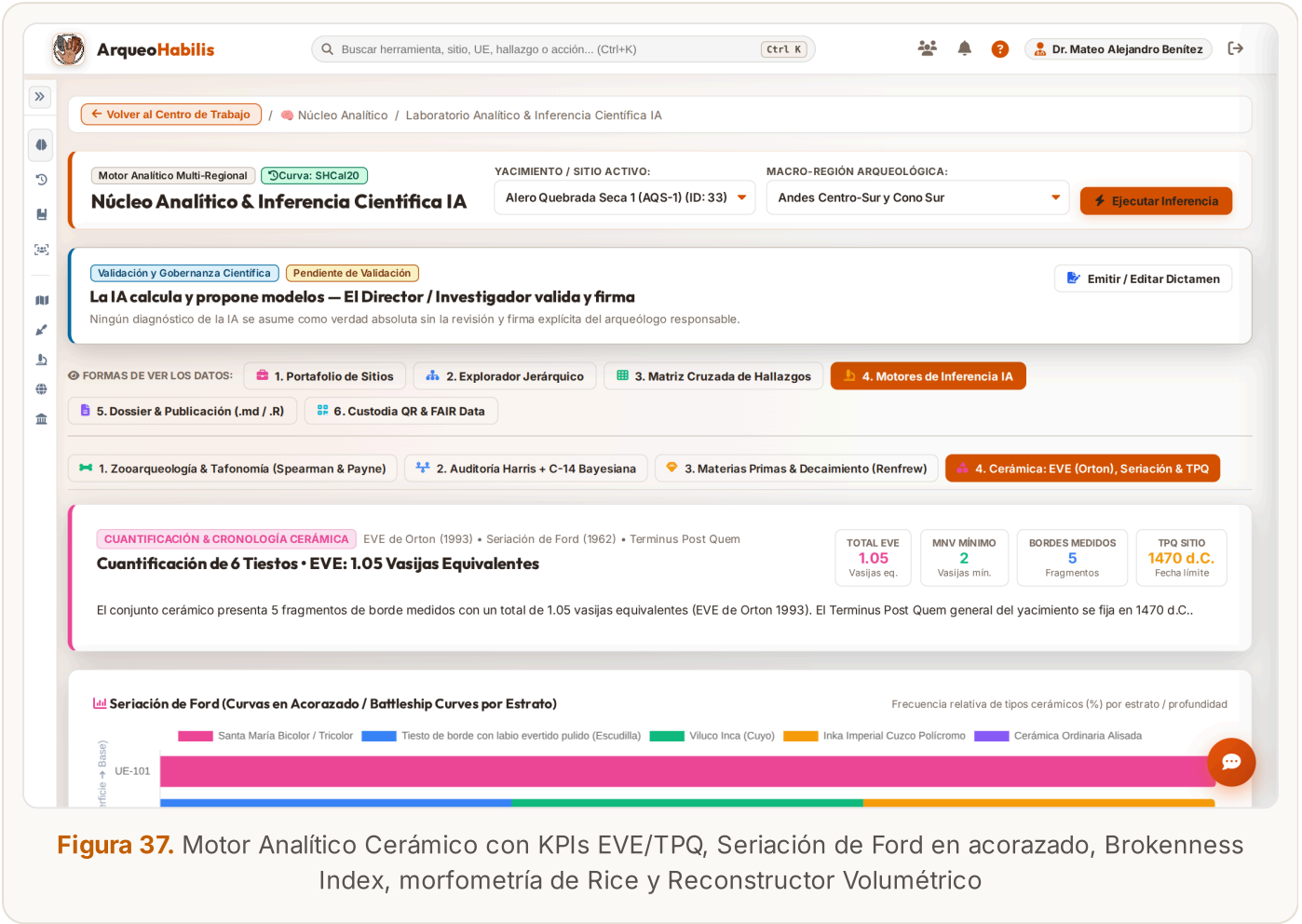


Figura 37. Motor Analítico Cerámico con KPIs EVE/TPQ, Seriación de Ford en acorazado, Brokenness Index, morfometría de Rice y Reconstructor Volumétrico

1. **EVE y MNV (Orton et al. 1993)**: Suma los porcentajes de arco de borde (`% arco / 100`) evitando el sesgo del NISP por fractura; reporta **Total EVE**, **MNV mínimo**, **Bordes medidos** y **TPQ del sitio**.
2. **Seriación de Ford (*Battleship Curves*)**: Gráfico de barras horizontales proporcionales por Unidad Estratigráfica para visualizar el surgimiento, apogeo y declive de cada tipo cerámico.
3. **Tabla de *Terminus Post Quem* (TPQ): Compara las producciones del sitio contra el** Corpus Tipológico Internacional** (`analitica_tipologias_ceramicas_patron`, 21 producciones diagnósticas desde Terra Sigillata y Ánforas Dressel hasta Inka Imperial, Santa María y Mayólicas) para asignar la fecha mínima posible de cierre de cada UE.
4. **Tafonomía Cerámica (*Brokenness & Completeness Index*, Schiffer 1987 / Orton 1993)**: Calcula el ratio $NISP / EVE$ y la completitud media ($EVE / MNV \times 100\%$) para diagnosticar depósitos primarios sellados frente a superficies pisoteadas o redepósitos.
5. **Morfometría Funcional (Rice 1987)**: Gráfico de dona por rangos de diámetro de boca (*Servicio Individual <14 cm*, *Cocción Doméstica 14–24 cm*, *Almacén Corto 25–36 cm*, *Silos/Ánforas >36 cm*).
6. **Reconstructor Interactivo de Vasija**: Ajustá diámetro, % de arco y forma hipotética (*Plato*, *Cuenco*, *Olla Globular*, *Tinaja*, *Vaso*) para calcular en vivo perímetro ($2\pi r$), arco medido en cm y volumen estimado en **Litros** (Nelson 1985), con botón `Copiar Métricas`.

10.3. Dossier de Publicación, Validación y Script de R Reproducible

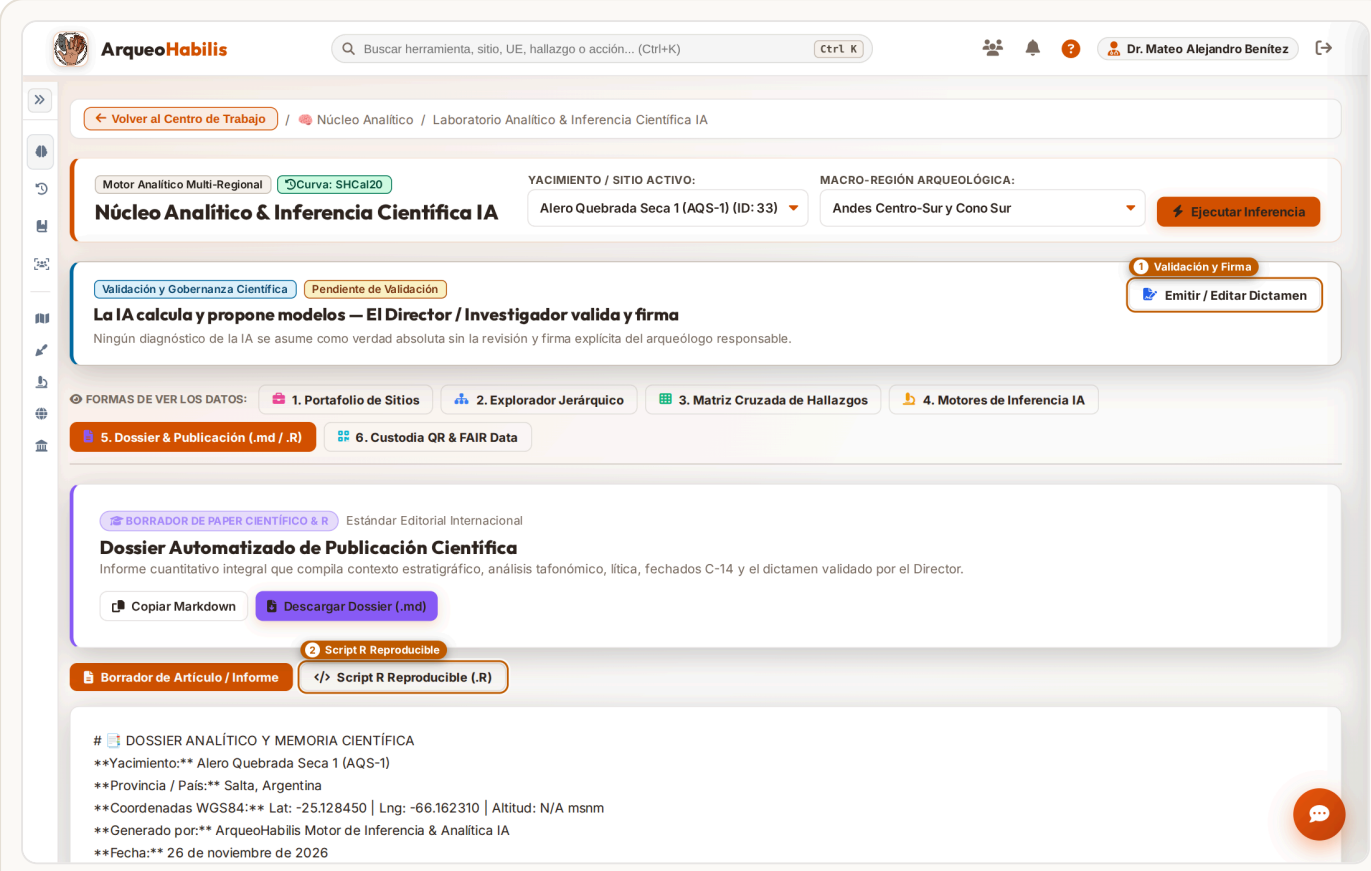


Figura 38. Vista de Dossier de Publicación con cajón de Validación del Arqueólogo y Script de R reproducible descargable

1. Abrí la perspectiva `Dossier de Publicación (R & Paper)` (`view-dossier`).

2. Revisá el manuscrito compilado automáticamente en Markdown (resumen espacial, diagnóstico Spearman, EVE/TPQ, curva de Payne, Renfrew y lista bibliográfica).
3. Desplegá **`Validación y Firma del Arqueólogo`** (`#btn-toggle-dictamen-drawer`), redactá tu conclusión técnica, ingresá tu nombre y pulsá **`Validado`**, **`Validado con Ajustes`** o **`Refutado`**.
4. Conmutá a la pestaña **`Script R (.R)`** (`#btn-tab-dossier-script-r`) y pulsá **`Descargar Script (.R)`** (`GET /api/analitica/exportar-r/:sitioId`): obtendrás un archivo `analisis_arqueo_sitio_<id>.R` listo para correr en RStudio con `ggplot2` y `dplyr` y generar gráficos vectoriales a **300 DPI** para revistas científicas.

11. Fase 4: Publicación, Modelos 3D, Colaboradores y Divulgación

11.1. Informes de Síntesis y Asistente IA Transversal (`#asistente-tab`)

Desde `4. Publicación y Extensión → Informes y Asistente IA` (`#asistente-tab`), o desde el botón flotante de varita mágica abajo a la derecha (`#floating-ai-assistant-btn`), podés formular consultas cruzadas sobre tus propios datos en lenguaje natural:

- *«¿Qué hallazgos registré en la UE-104 de Alero Quebrada Seca 1?»* → Devuelve siglas FUR, pesos, medidas y lotes vinculados.
- *«Haceme un resumen cronológico de AQS-1 con el fechado de UE-103»* → Cruza el fechado radiocarbónico `LP-3842` (`3480 ± 40 AP`) con la muestra y los niveles ocupacionales.
- También brinda acceso directo al **Vectorizador de Croquis IA** y la generación de síntesis narrativas de campaña.

11.2. Repositorio de Modelos 3D y Fotogrametría (`#modelos-3d-tab`)

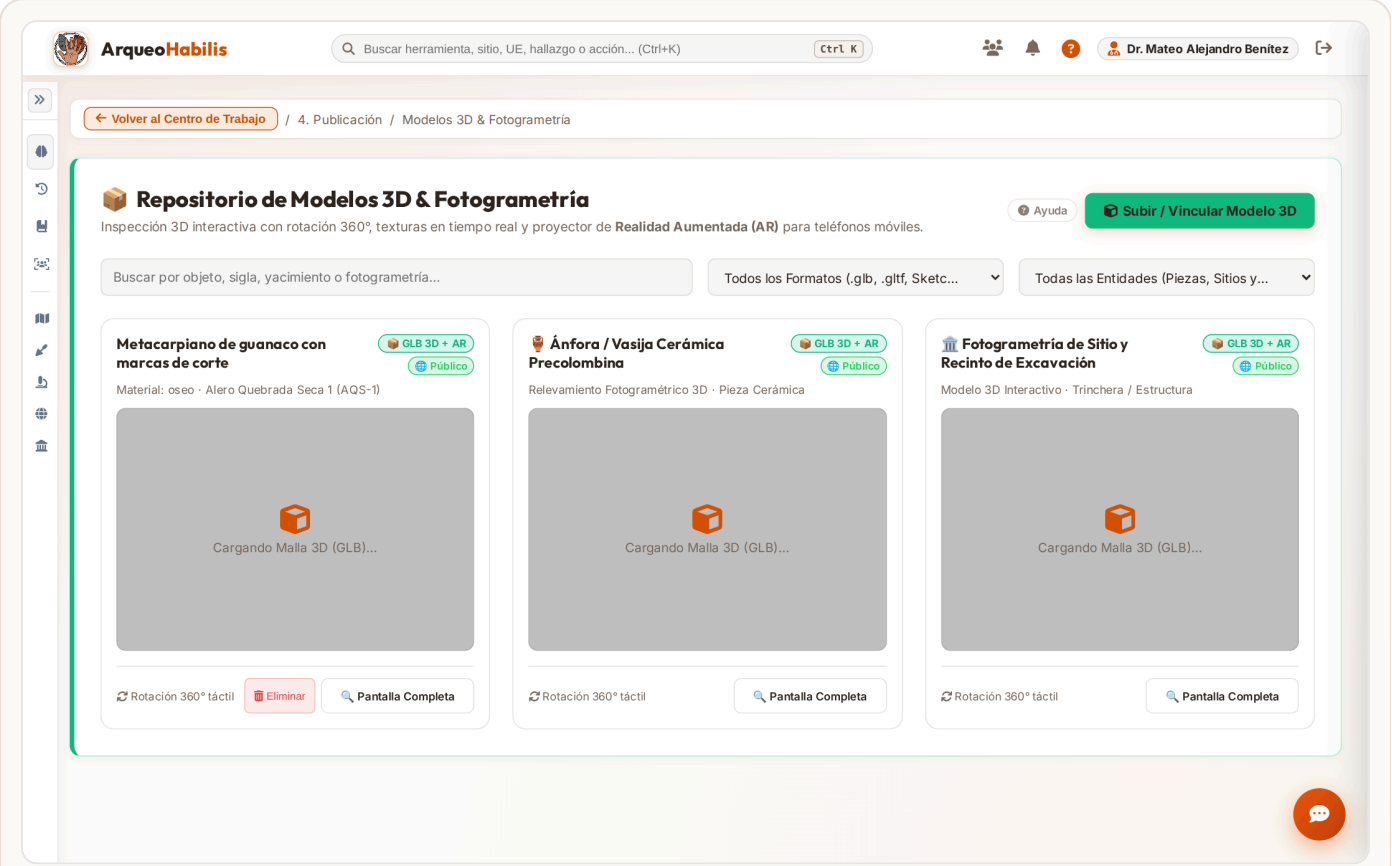


Figura 39. Galería del Repositorio de Modelos 3D y Fotogrametría con visor Three.js / model-viewer y Realidad Aumentada

Paso a paso para subir o vincular un modelo 3D

1. Abrí `4. Publicación y Extensión → Modelos 3D & Fotogrametría` (`#modelos-3d-tab`) y pulsá `Subir / Vincular Modelo 3D` (`#btn-new-modelo-3d`).
2. En el modal (`#modal-upload-3d-standalone`):

- **Asociar a Objeto o Yacimiento**: vinculá el modelo a un hallazgo específico (ej. `AQS1-A1-UE104-H01`) o a un yacimiento completo.
- **Formato**: elegí archivo `.glb` / `.gltf` (estándar web compatible con `model-viewer` y Realidad Aumentada móvil) o enlace *Embed* de Sketchfab.
- **Visibilidad**: tildá `🌐 Compartir públicamente` si deseás exhibirlo también en la galería abierta `/modelos3d`.

1. Pulsá **«Guardar y Publicar Modelo 3D»** para habilitar la inspección orbital 360° e iluminación de estudio.

11.3. Red de Colaboradores, Permisos Granulares y Gobernanza de Bajas (`#colaboradores-tab`)

Los proyectos de campo rara vez pertenecen a una sola persona. En `4. Publicación y Extensión → Red de Colaboradores` (`#colaboradores-tab`, o desde el ícono de personas en la barra superior):

1. **Invitar Co-Investigadores**: Buscá colegas registrados por nombre, correo o institución y asignales acceso a un yacimiento específico.
2. **Permisos Granulares por Colaborador**:

- *Editar información del sitio*
- *Agregar / editar Unidades Estratigráficas (UE)*
- *Agregar / editar Hallazgos y Muestras*

1. **Política Estricta de Bajas (`solicitudes_baja`)**:

- El Director del sitio define si permite eliminación directa o **solicitud de baja con confirmación previa**.
- **Regla inmutable**: en proyectos compartidos, los colaboradores nunca pueden eliminar registros unilateralmente ni auto-aprobar sus solicitudes; cada petición queda en estado pendiente hasta que el **Director / creador original** la autorice o rechace desde el panel de notificaciones.

11.4. Divulgación y Perfil Público del Investigador (`#divulgacion-tab`)

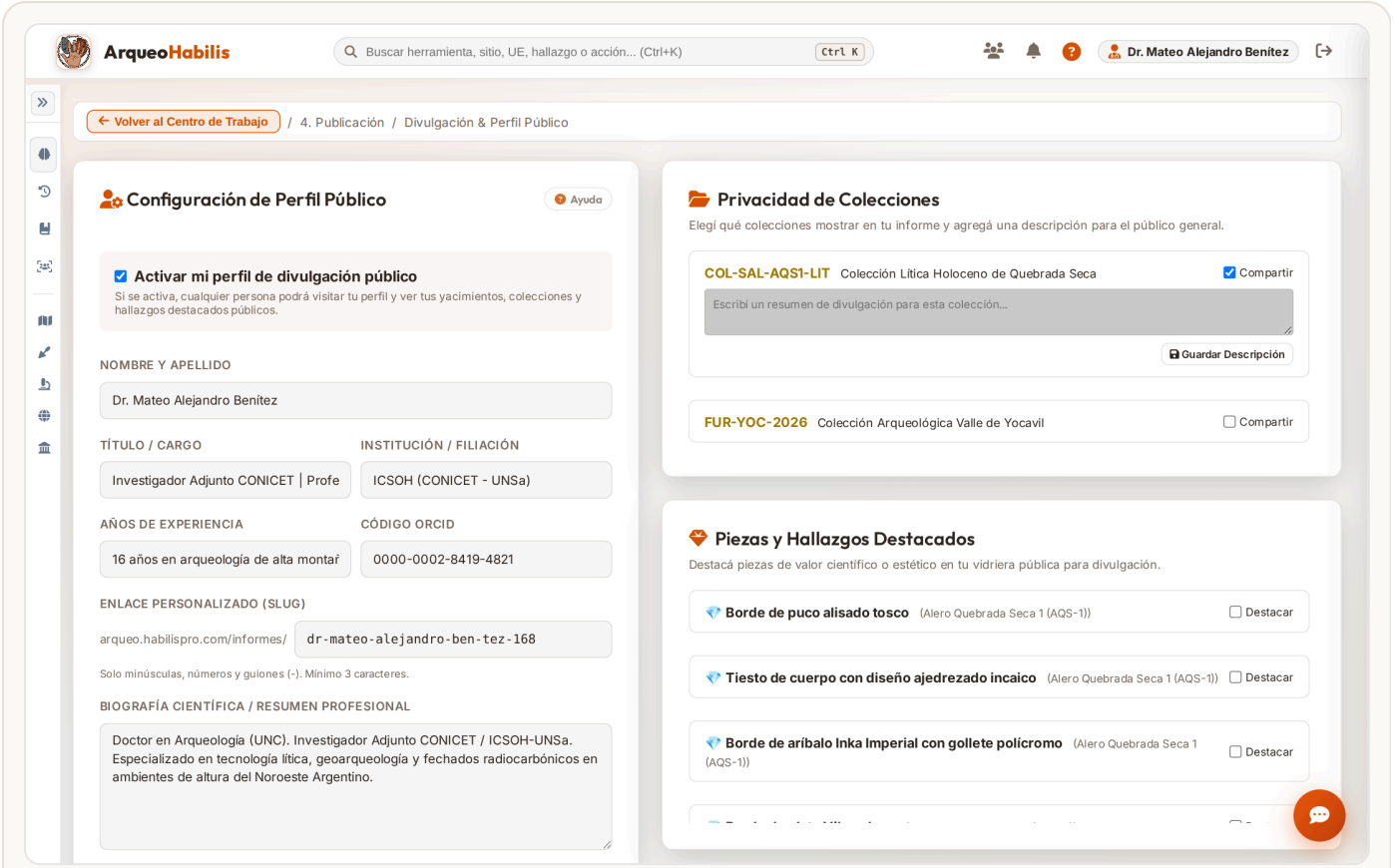


Figura 40. Panel de Divulgación y Perfil Público con enlace personalizado ORCID, colecciones públicas y piezas destacadas

Paso a paso para publicar tu vidriera científica (`/informes/:slug`)

1. Ingresá a `4. Publicación y Extensión → Divulgación & Perfil Público` (`#divulgacion-tab`).
2. Activá `Activar mi perfil de divulgación público` y completá Cargo/Título, Institución, Años de experiencia, **ORCID**, **Slug personalizado** (ej. `mateo-benitez` → `https://arqueo.habilispro.com/informes/mateo-benitez`) y Biografía científica.
3. En los paneles de la derecha decidí exactamente qué **Colecciones** pasan a estado público y marcá tus **Piezas Destacadas** (`es_destacado_publico = true`) para su exhibición en tu perfil y en la red abierta.
4. Pulsá `Guardar Cambios`.

12. Fase 5: Arqueología de Contrato, Rescate y Monitoreo de Obra (CRM / PMA)

La **Fase 5** está diseñada específicamente para proyectos de **Arqueología de Contrato, Salvamento y Planes de Monitoreo Arqueológico (PMA)** en obras de infraestructura (gasoductos, líneas eléctricas, carreteras, excavaciones urbanas), cumpliendo exigencias legales de organismos como INAH, MINCUL (CIRA/PEA/PRA), CSIC/Comunidades Autónomas y Section 106 (SHPO/NHPA).

12.1. Cuaderno Diario de Monitoreo Arqueológico (`#crm-monitoreo-tab`)

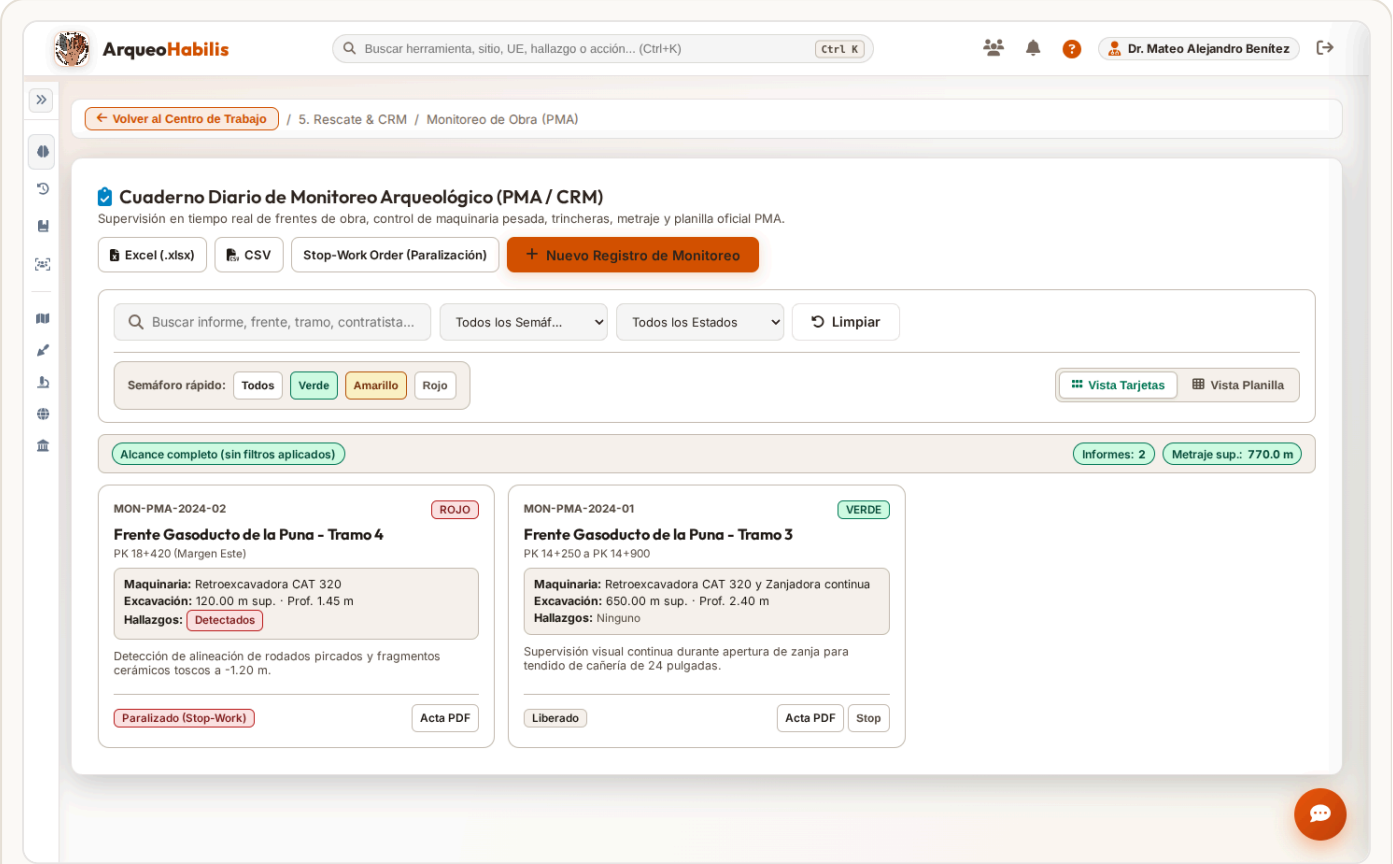


Figura 41. Panel de Monitoreo Diario de Obra Civil PMA con tarjetas por frente, semáforo de riesgo y botón Stop-Work Order

Paso a paso para registrar un parte diario de obra

1. En la barra lateral, abrí `5. Rescate & CRM → Monitoreo Diario (PMA)` (`#crm-monitoreo-tab`) y pulsá `+ Nuevo Registro de Monitoreo`.
2. Completá los datos de ingeniería y arqueología de contrato:

- **Frente de Obra / Sector** y **Progresiva / PK** (ej. `PK 14+250 a PK 14+900`).
- **Empresa Contratista** y **Maquinaria Supervisada** (ej. *Retroexcavadora CAT 320*, *Zanjadora continua*).

- **Metraje Lineal Supervisado (m)**, **Profundidad Media (m)** y **Profundidad Máxima (m)**.
- **Semáforo de Sensibilidad / Riesgo**:
- 🟢 **Verde (`Liberado`)**: sin evidencias ni matriz antrópica; continuidad de obra autorizada.
- 🟡 **Amarillo (`Observado`)**: sedimento potencial o proximidad a área sensible; requiere decapado lento.
- 🔴 **Rojo (`Paralizado / En Rescate`)**: detección de restos arqueológicos; dispara protocolo de contingencia.
- **Descripción de actividad**, **Estratigrafía geotécnica observada**, **Medidas de mitigación** y datos del **Ingeniero Residente / Supervisor**.

1. Al pulsar **«Guardar Reporte Diario»**, la plataforma incorpora el parte a la **Planilla Sticky de 13 columnas** y genera con un clic el **Acta PDF Oficial de Monitoreo** con espacios de firma para el Arqueólogo Monitor y el Residente de Obra.

12.2. Protocolo Legal Stop-Work Order (Acta de Paralización Inmediata)

Cuando la maquinaria pesada expone estructuras o restos durante una zanja, el arqueólogo monitor debe respaldar jurídicamente la detención de obra en el acto:

1. Desde `#crm-monitoreo-tab` (o directo sobre un frente de obra), pulsá el botón rojo **`Stop-Work Order (Paralización)`** (`abrirModalStopWorkOrder()`).
2. Completá el acta legal:

- **Proyecto de Obra Civil** y **Ubicación Exacta / Progresiva PK** (ej. `PK 18+420, Zanja Principal margen Este`).
- **Motivo Legal de Paralización** (ej. *Hallazgo fortuito de estructura pircada y restos óseos — Ley 25.743*).
- **Radio de Exclusión (m)** perimetral de seguridad (ej. `20.0` m).
- **Organismo de Patrimonio a Notificar** y **Descripción del hallazgo e impacto potencial**.

1. Pulsá **`Emitir y Notificar Orden Legal`**: se genera el código unívoco `ACTA-STOP-...` con estado `vigente` y formato imprimible formal para entregar a la contratista y elevar a la autoridad patrimonial.

12.3. Cadena de Custodia QR para Embalajes de Rescate (`#crm-cadena-custodia-tab`)

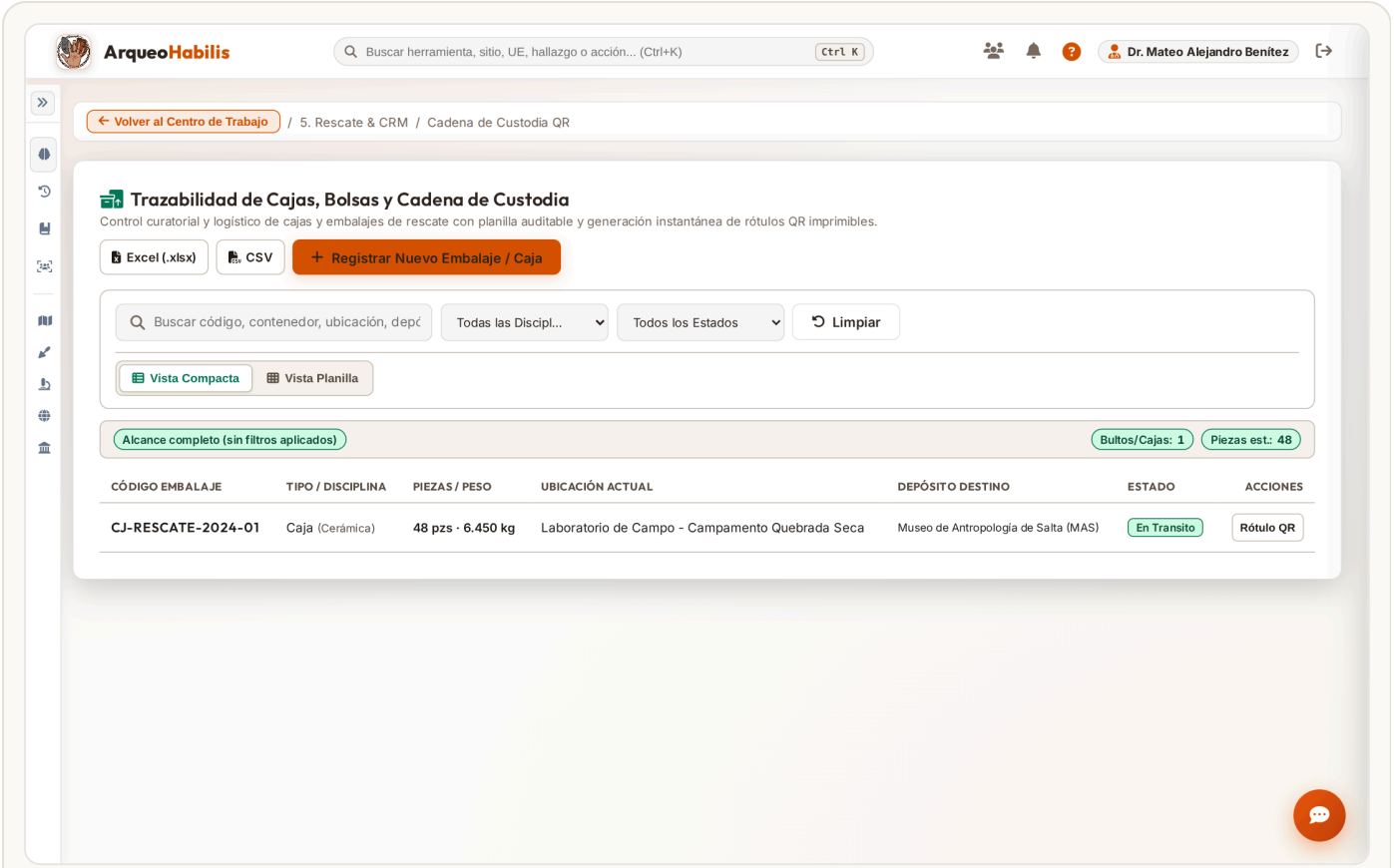


Figura 42. Módulo de Cadena de Custodia QR para cajas y bolsas de rescate arqueológico con rótulos imprimibles

Paso a paso para embalar y rotular cajas de rescate

1. En la barra lateral, abrí `5. Rescate & CRM → Cadena de Custodia QR` (`#crm-cadena-custodia-tab`) y pulsá `+ Registrar Nuevo Embalaje / Caja`.
2. Ingresá **Código de Embalaje** (`CJ-RESCATE-2024-01`), **Tipo de Contenedor** (*Caja*, *Bolsa Ziploc*, *Tubo de Muestra*, *Contenedor Especial*), **Disciplina**, **N° estimado de piezas** y **Peso neto (kg)**.
3. Indicá **Ubicación Actual**, **Depósito / Museo Destino** (ej. *Museo de Antropología de Salta*), **Estado de Custodia** (*En zanja*, *En laboratorio*, *En tránsito*, *Entregado a organismo*, *En museo*) y **Observaciones de conservación preventiva** (lavado, secado a la sombra, gel de sílice).
4. Guardá para generar el token QR (`AH-CUST-...`) y pulsá `Rótulo QR` en la tabla (11 columnas sticky) para imprimir la etiqueta térmica de `100 × 60 mm` con código QR escaneable, peso y destino oficial.

13. App Móvil Android de Campo (`ArqueoHabilis Campo`)

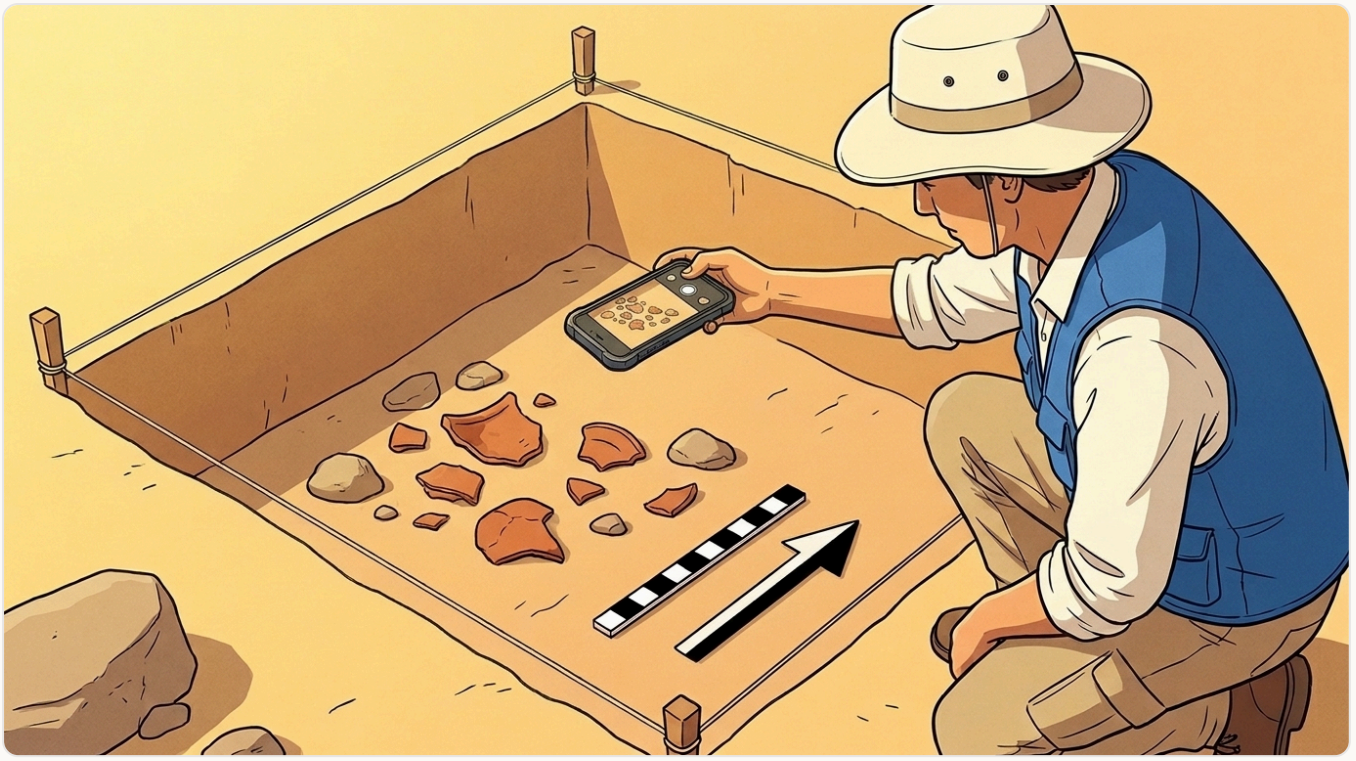


Figura 43. Ilustración de arqueólogo en campo soleado realizando fotomapeo cenital de cuadrícula con una sola mano

La aplicación móvil **ArqueoHabilis Campo** (disponible en Google Play Store y vía web móvil en `/mobile`) está diseñada bajo los lineamientos de **UX de Cuadrícula y Campo**: alto contraste bajo sol directo, botones grandes manejables con guantes o manos sucias, operación táctil de una sola mano, **100 % Offline-First** y cero formularios interminables.

> **¿Por qué la App Móvil no replica los visores 3D complejos ni el editor de polígonos GIS?**
>
> En el fondo de un pozo con sol cenital y poca batería, nadie necesita rotar 206 huesos en Three.js ni redactar tablas estadísticas. La app prioriza **velocidad extrema de captura en terreno** (foto cenital, pines táctiles, dictado por voz a la IA, puntos GPS y estación total en pozo) y delega el análisis complejo y la curaduría de gabinete al Dashboard Web.

13.1. Sesión de 48 h, Seguridad Biométrica y Cierre Hermético

1. **Sesión Extendida de Campaña (48 horas)**: Al ingresar con tu teléfono/email y contraseña (`X-Arqueo-Client: mobile-app`), la sesión permanece activa durante 48 horas continuas aunque cierres la app por completo.

2. **Desbloqueo Biométrico / PIN en Reapertura**: Cada vez que bloqueás el teléfono o volvés desde otra app, `@capgo/capacitor-native-biometric` solicita tu **huella dactilar, rostro o PIN del dispositivo** antes de mostrar datos patrimoniales sensibles.
3. **Tolerancia inteligente a la Cámara Nativa**: Al abrir la cámara del celular para tomar fotos de cuadrícula o hallazgos, la app suprime temporalmente el bloqueo biométrico durante el retorno (`suprimirBloqueoTemporal`), evitando pedir huella entre foto y foto.
4. **Ingreso Rápido Cifrado (Android Keystore)**: Si cerraste sesión o expiraron las 48 h, la pantalla de login ofrece el botón `Ingresar con bloqueo del celular` leyendo tus credenciales cifradas en el almacén seguro hardware de Android.
5. **Cierre de Sesión Hermético**: Al cerrar sesión, la app limpia vistas, fotos y cachés de la cuenta saliente (`body.sin-sesion-activa`) sin borrar registros pendientes en la cola offline.

13.2. Fotomapeo Táctil de Cuadrícula y Planta (`view-fotomapeo`)

Es la herramienta principal al abrir la app: reemplaza el dibujo en papel milimetrado sobre el fondo del pozo por fotografía cenital calibrada e interactiva.

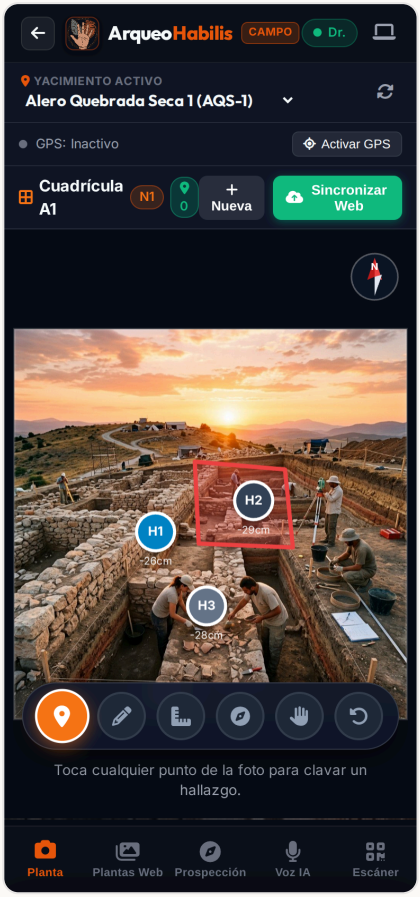


Figura 44. Captura real de la App Móvil en la vista de Fotomapeo Táctil con foto cenital, pines clavados, trazo de fogón y carrusel inferior

Paso a paso en la cuadrícula

1. Seleccioná el **Yacimiento Activo** en la barra superior (o ingresá Cuadrícula `A1` y Nivel/UE `N1`).

2. Tocá el botón naranja `Abrir Cámara` (o `Galería`): la imagen se comprime automáticamente en memoria a un máximo de **1400 px / JPEG 0.82** (~200 KB).
3. Utilizá la barra flotante lateral sobre el lienzo:

- `📍 Clavar Hallazgo` (`pin`): tocá el punto exacto donde apareció el objeto. Se abre un *Bottom Sheet* para elegir categoría (*Lítico*, *Cerámica*, *Fauna*, *Resto Humano* 🧬, *Carbón/C14*, *Metal*, *Estructura*, *Muestra*), ajustar la **profundidad Z (cm)** con botones `-10 / -1 / +1 / +10` y **dictar por voz con el Walkie-Talkie IA** mientras sostenés la pieza.
- `✏️ Dibujar Rasgo / Fogón` (`dibujar`): elegí color en la paleta y contorneá manchas de ceniza, fosas, muros o lentes con el dedo.
- `📏 Calibrar Escala` (`escala`): tocá los dos extremos de tu jalón o escala IFRAO en la foto e ingresá su medida real en centímetros para georreferenciar los pines en planta.
- `🧭 Girar Norte`, `✋ Mover / Pan` y `↩️ Deshacer`.

1. Pulsá `Sincronizar Web` arriba a la derecha: la planta completa junto con sus pines, dibujos y audios queda disponible al instante en `Cuadrículas & Plano 2D` del Dashboard Web.

13.3. Prospección Libre (Sin Sitio Fijo) y Acciones Rápidas (`view-inicio`)



Figura 45. Vista Inicio de la App Móvil mostrando selector de sitio, telemetría GPS y pila de acciones táctiles de campo

Modo Prospección / Recorrida / Sondeos

Si iniciás una campaña de prospección caminando un valle antes de delimitar un sitio:

1. Seleccioná `🧭 Prospección / Recorrida y Sondeos (Sin sitio fijo)` en el desplegable superior (o tocá `Salir a Prospección` si tu cuenta aún no tiene yacimientos).
2. Registrá hallazgos aislados, sondeos exploratorios y notas de transecta con tu GPS en tiempo real.
3. Cuando identifiques una concentración diagnóstica, tocá `Crear Sitio / Punto con GPS` (`sheet-nuevo-sitio-gps`), capturá Latitud/Longitud actuales y dejá marcada la casilla `Vincular registros de mi recorrida actual`: el servidor migra todos tus hallazgos previos de prospección al nuevo yacimiento en un paso (`/api/prospeccion/vincular-sitio`).

13.4. Dictado a la IA (Walkie-Talkie), Estación Total Móvil, Escáner QR y Cola Offline



Figura 46. Modal táctil de Dictado a la IA en la App Móvil con texto dictado listo para interpretar sin alucinación

1. **Dictar a la IA (`sheet-dictado-ia`):**

- Tocá `Tocar y dictar` y hablá naturalmente: *«Abrimos la UE-106 en capa 6, entre 80 y 95 cm, sedimento limo-arenoso 5YR 4/4. Apareció un raspador frontal de obsidiana negra, peso 18 gramos»*.

- Al tocar `Interpretar`, la IA propone una **Vista Previa Editable** separada en UE, Hallazgos y Notas **sin inventar ningún campo omitido**, y te permite corregir antes de pulsar `Confirmar y guardar en el yacimiento`.
- Si estás sin señal, podés guardar el dictado al instante con `Solo como nota` dentro de la cola local.



Figura 47. Captura de la herramienta Estación Total Móvil para disparo de puntos X/Y/Z en pozo con soporte offline

1. **Estación Total Móvil (`estacion_total_mobile.js`)**: Permite anotar o recibir en pozo puntos `N° / Este / Norte / Z / Código` (o tramas GSI/CSV) incluso en modo avión, sincronizándolos al volver al campamento.
2. **Diario de Voz & Libreta (`view-libreta`)**: Graba notas con foto y sello GPS automático.
3. **Escáner de Etiquetas QR (`view-qr`)** y **Galería de Plantas (`view-galeria`)**: Consultá marbetes de bolsas en terreno y revisá todas las plantas sincronizadas.
4. **Resiliencia Sin Conexión (`ArqueoOffline`)**: Si activás Modo Avión o perdés señal en una quebrada, la píldora superior cambia a `Modo Campo`. Todos los registros se encolan de forma segura en IndexedDB, los borradores de formulario sobreviven a llamadas o reinicios y todo se sincroniza automáticamente apenas regresa la señal. Si eliminás un hallazgo pendiente con foto, la app purga la imagen huérfana para evitar asignaciones erróneas.

14. Bot Asistente de WhatsApp y Flujo Concurrente de Campaña



Figura 48. Ilustración editorial del arqueólogo en montaña enviando audio por WhatsApp hacia el campamento y el laboratorio

14.1. ¿Por qué WhatsApp es un canal de primera clase en ArqueoHabilis?

En excavaciones rurales o de alta montaña, las aplicaciones pesadas suelen fallar por cobertura intermitente 2G/EDGE o paquetes de datos mínimos en *roaming*. Además, en equipos numerosos con becarios, técnicos locales o voluntarios, pedir que todo el mundo descargue y configure una app nueva genera fricción el primer día.

WhatsApp ya está instalado en todos los teléfonos y tolera envíos diferidos de notas de voz y fotos comprimidas en redes mínimas. Por eso el bot (`src/config/whatsapp.js` + `src/services/agent/turn_controller.js`) comparte el mismo núcleo lógico que el Dashboard Web y la App Móvil.

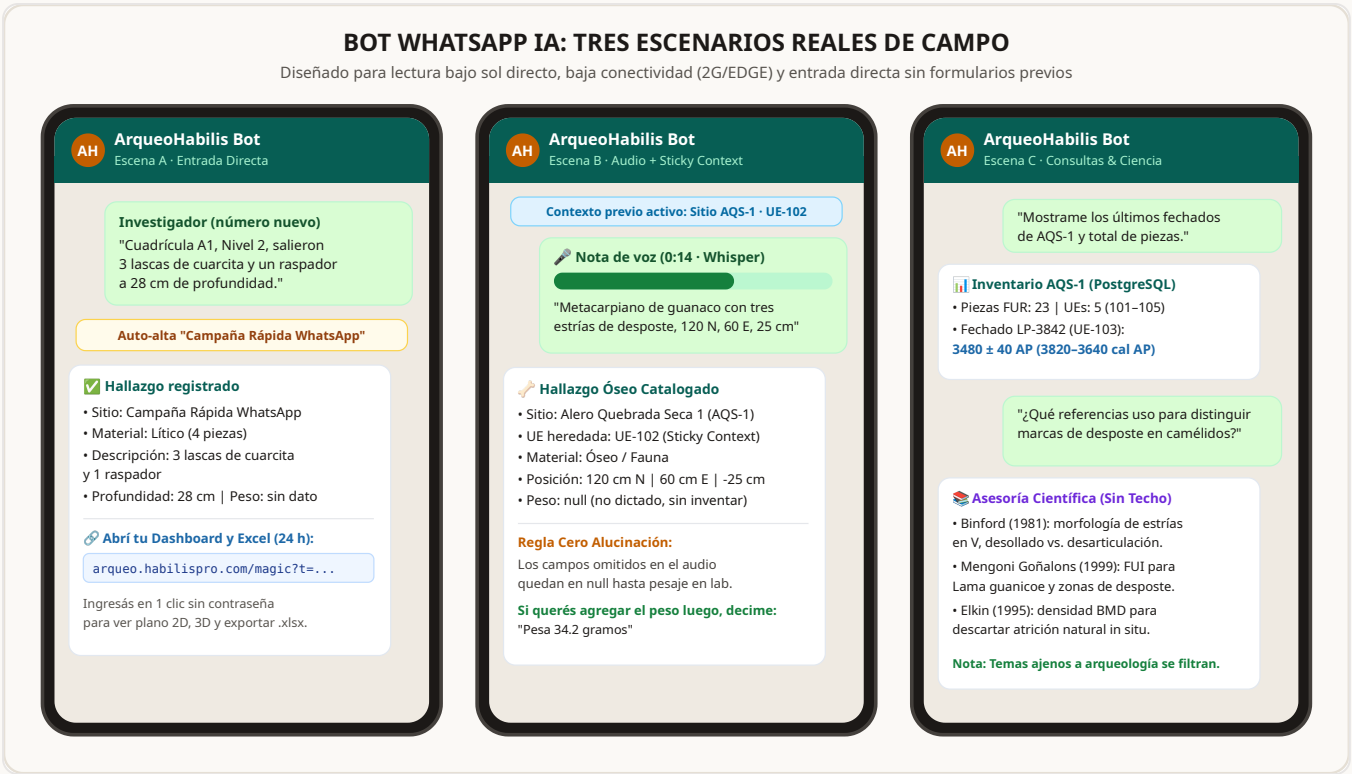


Figura 49. Tres escenarios reales del Bot WhatsApp: entrada directa con Magic Link, audio con Sticky Context y consultas científicas

---

14.2. Entrada Directa sin Registro Previo y Magic Link (`/magic`)

1. Un arqueólogo que **nunca creó cuenta** envía directamente un mensaje de texto, audio o foto al número oficial del bot: > *«Cuadrícula A1, Nivel 2, salieron 3 lascas de cuarcita y un raspador a 28 cm de profundidad»*.
2. El controlador de turnos detecta léxico arqueológico operativo (o nota de voz/foto), **no bloquea al usuario con formularios previos**: auto-provisiona una cuenta express, crea el proyecto `"Campaña Rápida WhatsApp"`, registra el hallazgo en PostgreSQL y responde con la ficha estructurada más un **Magic Link válido por 24 horas** (`https://arqueo.habilispro.com/magic?t=...`).
3. Al abrir ese enlace desde la computadora o el celular, `/magic` inicia sesión automáticamente sin pedir contraseña y abre el Dashboard Web con los datos ya cargados para ver el plano 2D/3D o descargar a Excel.

14.3. Comandos y Lenguaje Natural sobre WhatsApp

Una vez vinculado tu número (desde `/qr` o vía entrada directa), podés interactuar enviando audios o texto natural:

Tabla 4. 14.3. Comandos y Lenguaje Natural sobre WhatsApp

Qué querés hacer	Ejemplo real que podés decir o escribir	Qué hace el Bot
Registrar Hallazgo	*«Encontré un fragmento de cerámica pintada en Locus 104, peso 45 g, 40 cm N y 65 cm E»*	Clasifica material, extrae peso y coordenadas locales (`pos_norte_cm`, `pos_este_cm`), asocia a `UE-104` sin inventar datos omitidos.
****Continuar por *Sticky Context***	*«La siguiente pieza es un metacarpiano de guanaco con huellas de desposte a 25 cm»*	Hereda el **sitio y la UE activos** de los últimos mensajes de la sesión sin obligarte a repetirlos en cada audio.
Abrir UE / Estrato	*«Registrar UE 102 depósito arcilloso Munsell 10YR 4/3 en cala A»*	Crea la Unidad Estratigráfica en `estratos` asociada al sitio activo.
Anotar en Libreta	*«Anotar en la libreta que en el perfil sur aparece lenteja de ceniza de 4 cm»*	Estructura la nota técnica en Markdown y la guarda en `libreta_campo` (`origen = 'whatsapp'`).
Muestras y Fechados	*«Crear muestra de carbón de UE-103 para LATYR»* / *«Registrar fechado C14 3480 AP ± 40 en LP-3842»*	Registra la muestra o vincula la datación en base de datos.
Foto de planilla de papel	*(Enviar fotografía de ficha manuscrita)*	La IA multimodal extrae filas y datos de la hoja para agilizar su digitalización.
Consulta operativa	*«¿Cuántas piezas llevamos en AQS-1?»* o *«Mostrame los últimos fechados»*	Consulta PostgreSQL en tiempo real y responde con formato limpio de alto contraste.
Consulta científica libre	*«¿Qué criterios diferencian huellas de desposte de marcas de carnívoros?»*	Responde con conocimiento académico expansivo (*sin techo*), manteniendo el filtro de dominio (`dominio_turno`) para ignorar temas ajenos a la arqueología.

Asistente de ejemplos dentro del Dashboard Web

En varias secciones del Dashboard encontrarás botones con ícono de WhatsApp que abren el simulador `help_system.js`: te muestra ejemplos exactos para copiar al portapapeles o abrir directamente el chat con el bot pre-cargado.

14.4. Un Día Completo de Trabajo Concurrente del Tridente

En una campaña profesional real, los tres canales operan **al mismo tiempo sin pisarse**:

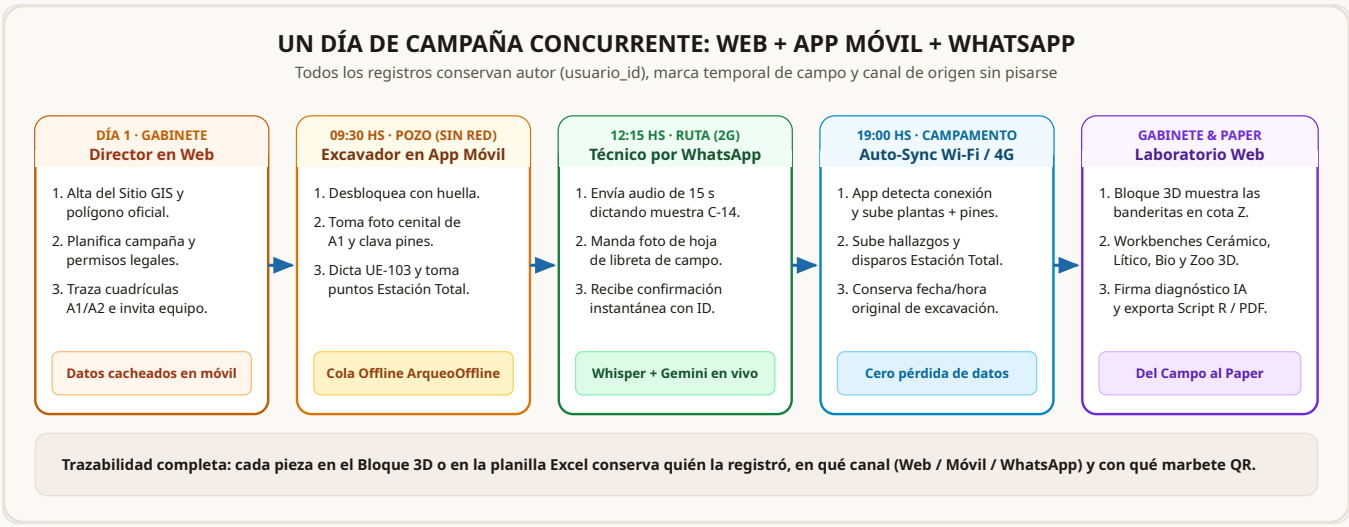


Figura 50. Flujo concurrente de una jornada de campaña integrando Dashboard Web, App Móvil Offline y Bot WhatsApp

1. **Mañana — Gabinete (Web)**: El Director crea el sitio con su polígono satelital, planifica la campaña `CAMP-CAL-2024`, traza las cuadrículas `A1` y `A2` y habilita permisos a su equipo.
2. **Excavación sin señal (App Móvil)**: El equipo de pozo desbloquea con huella, toma la foto cenital de `A1`, clava los pines de hallazgos, dicta la apertura de `UE-103` y captura los disparos de estación total. Todo queda protegido en `ArqueoOffline`.
3. **Mediodía — Borde de ruta con 2G (WhatsApp)**: Un técnico envía una nota de voz de 15 segundos desde la camioneta reportando el muestreo C-14 del fogón. El servidor lo asienta inmediatamente en PostgreSQL.
4. **Tarde — Regreso al campamento con Wi-Fi (Auto-Sync)**: Al detectar red, la App Móvil sube automáticamente la planta fotomapeada, los hallazgos y los puntos topográficos conservando la **fecha/hora original de excavación** y la autoría de cada investigador.
5. **Noche — Laboratorio y Síntesis (Web)**: El Director abre el Bloque Estratigráfico 3D y ve todas las piezas posicionadas en su cota Z exacta, lee en la Libreta unificada las notas de WhatsApp, procesa las bandejas de cerámica y fauna y valida las inferencias cuantitativas del Núcleo Analítico.

15. Anexos y Tablas de Referencia Rápida

Anexo A: Inventario Maestro de Planillas Sticky y Exportaciones Excel/CSV

El motor unificado `ArqueoPlanilla` (`frontend/js/arqueo_planilla_engine.js`) estandariza **12 planillas sticky multi-alcance** más la planilla especializada de **Zooarqueología**, todas con vista dual (*Compacta* vs. *Planilla*), columna identificadora fija y descarga `.xlsx` (multi-hoja con resumen y autofiltro) y `.csv` (UTF-8 BOM):

Tabla 5. Anexo A: Inventario Maestro de Planillas Sticky y Exportaciones Excel/CSV

Módulo del Dashboard	Pestaña (`tabId`)	Columnas en Planilla Sticky	Flujo `Guardar y Siguiente`
Catálogo Hallazgos (FUR)	`#hallazgos-tab`	**24 columnas**	✅ Sí
Bioarqueología (`fa-dna`)	`#bioarqueologia-tab`	**22 columnas**	✅ Sí (mantiene WebGL activo)
Laboratorio de Cerámica	`#ceramica-lab-tab`	**20 columnas**	✅ Sí
Laboratorio Lítico	`#litica-lab-tab`	**20 columnas**	✅ Sí
Estratigrafía (UE / Locus)	`#estratigrafia-tab`	**15 columnas**	✅ Sí
Colecciones (FUR)	`#colecciones-tab`	**13 columnas**	✅ Sí
Muestras Arqueométricas	`#muestras-tab`	**13 columnas**	✅ Sí
Monitoreo Diario (PMA / CRM)	`#crm-monitoreo-tab`	**13 columnas**	✅ Sí
Fechados Absolutos (C-14 / TL)	`#fechados-tab`	**12 columnas**	✅ Sí
Arte Rupestre (Motivos)	`#arte-rupestre-tab`	**12 columnas**	✅ Sí
Lotes de Excavación	`#colecciones-tab`	**11 columnas**	✅ Sí

Módulo del Dashboard	Pestaña (`tabId`)	Columnas en Planilla Sticky	Flujo `Guardar y Siguiente`
Cadena de Custodia QR	`#crm-cadena-custodia-tab`	**11 columnas**	✅ Sí
Zooarqueología & Zonas	`#zooarqueologia-tab`	Planilla osteológica completa	✅ Sí (Modo Ráfaga y Diagnóstico)

Anexo B: Atajos de Teclado y Sinónimos del Buscador Global (`Ctrl+K`)

El buscador global (`#global-search-input`) se abre desde cualquier lugar del Dashboard Web presionando `Ctrl + K` (Windows/Linux), `Cmd + K` (macOS) o la tecla `/` fuera de campos de texto. Reconoce sinónimos científicos y regionalismos internacionales:

Ver tabla completa de términos, sinónimos y atajos de navegación rápida

Tabla 6. Anexo B: Atajos de Teclado y Sinónimos del Buscador Global (Ctrl+K)

Qué escribís en el buscador	Qué encuentra / a dónde salta
`desposte`, `guanaco`, `nisp`, `mne`, `payne`	**Zooarqueología & Atlas 3D** / Motor Tafonómico del Núcleo Analítico.
`tiesto`, `tepalcate`, `eve`, `rye`, `ford`, `tpq`	**Laboratorio de Cerámica** y Motor Cerámico EVE / Seriación.
`munsell`, `harris`, `ue`, `locus`, `perfil`	**Estratigrafía (UE), Constructor 2D y Bloque 3D**.
`sullivan`, `keeley`, `lasca`, `goniometro`, `renfrew`	**Laboratorio Lítico** y Sourcing Geoquímico.
`adn`, `entierro`, `phenice`, `suchey`, `206`	**Bioarqueología (🧬)** y Atlas Óseo 3D Humano.
`dstretch`, `pintura`, `petroglifo`, `panel`	**Arte Rupestre & Procesador DStretch**.
`estacion`, `gsi`, `rw5`, `dxf`, `leica`, `trimble`	**Cuadrículas, Plano 2D y Estación Total Universal**.
`excel`, `planilla`, `caotico`	**Ordenador de Excel Caótico con IA (`/ordenar-excel`)**.
`pma`, `stop-work`, `paralizacion`, `custodia`, `obra`	**Fase 5: Monitoreo Diario CRM y Cadena de Custodia QR**.
Nombre o sigla de tus propios registros **(ej. `AQS-1`, `UE-103`, `CER-001`)**	Salta directo a la pestaña correspondiente y resalta el registro en memoria.

Anexo C: Corpus Bibliográfico y Estándares Científicos Implementados

Desplegar listado completo de referencias académicas por especialidad

Zooarqueología, Tafonomía y Paleoeconomía

- **Behrensmeyer, A. K. (1978)**. *Taphonomic and ecologic information from bone weathering*. Paleobiology, 4(2), 150-162. (Estadios 0–5).
- **Binford, L. R. (1978)**. *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press. (MGUI / transporte selectivo).
- **Binford, L. R. (1981)**. *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press. (Marcas de desposte y modificación ósea).
- **Dobney, K., & Rielly, K. (1988)**. *A method for recording archaeological animal bones: the use of diagnostic zones*. Circaea, 5(2), 79-96.
- **Elkin, D. C. (1995)**. *Volume density of South American camelid skeletal parts*. International Journal of Osteoarchaeology, 5(1), 29-37. (BMD en *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*).
- **Lyman, R. L. (1984 / 1994)**. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press. (NISP, MNE, MNI, %MAU y densidad ósea).
- **Mengoni Goñalons, G. L. (1999)**. *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. SAA, Buenos Aires. (%FUI camélidos y desposte).
- **Metcalfe, D., & Jones, K. T. (1988)**. *A reconsideration of animal body-part utility indices*. American Antiquity, 53(3), 486-504.
- **Payne, S. (1973)**. *Kill-off patterns in sheep and goats: the mandibles from Aşvan Kale*. Anatolian Studies, 23, 281-303.

Bioarqueología y Antropología Biológica (`fa-dna` / 🧬)

- **Brothwell, D. R. (1981)**. *Digging up Bones*. Cornell University Press. (Desgaste dental).
- **Buikstra, J. E., & Ubelaker, D. H. (1994)**. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archeological Survey No. 44.
- **Meindl, R. S., & Lovejoy, C. O. (1985)**. *Ectocranial suture closure*. AJPA, 68(1), 57-66.
- **Phenice, T. W. (1969)**. *A newly developed visual method of sexing the os pubis*. AJPA, 30(2), 297-301.
- **Suchey, J. M., & Brooks, S. T. (1990)**. *Skeletal age determination based on the os pubis*. Human Evolution, 5(3), 227-238.
- **Walker, P. L. (2008)**. *Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits*. AJPA, 137(1), 39-50.

Estratigrafía, Cronología, Cerámica, Lítica y Arte Rupestre

- **Andrefsky, W. (1998)**. *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge University Press.
- **Aschero, C. A. (1975 / 1983)**. *Ensayo de lógica en la clasificación de artefactos líticos*. CONICET.
- **Bordes, F. (1961)**. *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Delmas.
- **Ford, J. A. (1962)**. *A quantitative method for deriving cultural chronology*. Pan American Union. (Curvas en acorazado).
- **Harman, J. L. (2005)**. *Using Decorrelation Stretch to Enhance Rock Art Images*. ARARA. (DStretch).
- **Harris, E. C. (1979 / 1989)**. *Principles of Archaeological Stratigraphy*. Academic Press.
- **Hogg, A. G., et al. (2020) / Reimer, P. J., et al. (2020)**. *SHCal20* y *IntCal20*. Radiocarbon, 62(4).

- **Keeley, L. H. (1980)** & **Semenov, S. A. (1964)**. Traceología y análisis funcional de microdesgaste.
- **Orton, C., Tyers, P., & Vince, A. (1993)**. *Pottery in Archaeology*. Cambridge University Press. (EVE y Brokenness).
- **Renfrew, C. (1977)**. *Alternative models for exchange and spatial distribution*. Academic Press. (Ley de decaimiento espacial).
- **Rice, P. M. (1987)**, **Rye, O. S. (1981)**, **Shepard, A. O. (1956)**, **Terry, R. D., & Chilingar, G. V. (1955)** y **Washburn, D. K., & Crowe, D. W. (1988)**. Tecnología cerámica, inclusiones y simetrías en bandas.
- **Schiffer, M. B. (1986 / 1987)**. *Formation Processes of the Archaeological Record* y efecto madera vieja.
- **Sullivan, A. P., & Rozen, K. C. (1985)**. *Debitage analysis and archaeological interpretation*. American Antiquity, 50(4), 755-779.