

Número d'expedient **SU184152CO2025029****Plec de prescripcions tècniques particulars del contracte de Subministrament d'un equip MLA format per un Microscopi SEM sobretaula amb un detector d'energia dispersiva de raigs X (EDX) i programari automatitzat de MLA per a EMIT**

Amb la presentació de l'oferta, l'empresa licitadora accepta les prescripcions tècniques establertes en aquest plec, que tenen la consideració d'especificacions mínimes i d'obligat compliment.

Qualsevol proposta que no s'ajusti als requeriments mínims establerts en aquest plec quedarà exclosa de la licitació.

1 Objecte del contracte o necessitat a cobrir

El present Plec té per objecte establir les prescripcions tècniques particulars que regiran la realització de la prestació de l'adquisició d'un equip automatitzat d'anàlisi mineral (MLA), format per un Microscopi Electrònic de Rastreig (SEM) de sobretaula, equipat amb un sistema de microanàlisi per espectroscòpia de dispersió d'energia de raigs X (EDS) i software d'anàlisi automatitzada per a l'estudi de l'alliberament de minerals.

L'equip es destinarà al Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC (EMIT) i a l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), i serà instal·lat al pilot del projecte BLOOM per tal de ser utilitzat com a validador del sensor MLA en línia que es desenvoluparà en el marc d'aquest projecte.

Aquest equipament és essencial per dur a terme la validació del sensor de MLA al pilot de BLOOM, anàlisis mineralògiques avançades aplicades a l'àmbit de la geometal·lúrgia, la caracterització de materials i optimització dels processos de benefici de minerals. Permetrà augmentar la capacitat de recerca i innovació en el camp del processament de minerals, mitjançant:

- Identificació i quantificació automàtica de fases minerals per partícula (alliberament).
- Estudis de textura i associació mineral mitjançant tècniques automatitzades.
- Obteniment d'imatges d'alta resolució.
- Anàlisis composicionals en temps real.

Especificacions tècniques mínims

L'equip a subministrar haurà de complir, com a mínim, amb les característiques tècniques següents, garantint un funcionament fiable, precís i d'alt rendiment per a les

Original signat per:JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2

aplicacions de caracterització mineralògica i anàlisi automatitzada de l'alliberament de minerals.

1.1 Microscopi Electrònic de Rastreig (SEM)

L'equip principal haurà de ser un Microscopi Electrònic de Rastreig (SEM) de sobretaula, compacte però amb prestacions pròpies d'equips de gamma mitjana-alta. Aquest SEM ha de permetre una visualització detallada de la morfologia superficial i el contrast composicional de mostres sòlides mitjançant l'ús d'electrons secundaris (SE) i retrodispersats (BSE).

Les especificacions tècniques mínimes són:

- Resolució espacial: mínima de 1 a 3 μm , amb possibilitat d'aconseguir millores amb voltatges d'acceleració elevats. Ha de garantir imatges nítides per a mostres minerals heterogènies.
- Rang de voltatge d'acceleració: de com a mínim 1 a 20 kV, per adaptar-se a diferents tipus de mostres, incloses aquelles sensibles al feix d'electrons o amb baixa conductivitat.
- Modes de buit: el sistema ha de ser compatible tant amb alt com amb baix buit, permetent l'anàlisi de mostres no conductores sense necessitat de metal·lització.
- Font d'electrons: s'exigeix una font per emissió termoiónica de tungstè, robusta, amb baixos costos operatius i fàcil manteniment.
- Rang de magnificació: mínim de 10x fins a 100.000x, per observar des de l'estructura general de la mostra fins a detalls microscòpics.
- Mida de mostra: capacitat per allotjar mostres de com a mínim 25 mm de diàmetre i 10 mm d'alçada, amb opcions per a múltiples portamostres.
- Visualització de cambra: sistema de càmera de vídeo (IR o òptica) integrat a la cambra per supervisar visualment la col·locació i moviment de les mostres.
- Detectors:
 - SE (*Secondary Electrons*): per obtenir imatges de topografia superficial.
 - BSE (*Backscattered Electrons*): per mostrar contrastos de composició basats en el nombre atòmic.
 - Superfície activa dels detectors mínima: entre 30 mm² i 60 mm² per a una alta eficiència en la detecció del senyal.

1.2 Sistema de microanàlisi per EDS (Espectroscòpia de Dispersió d'Energia de Raigs X)

L'equip haurà d'estar equipat amb un sistema EDS integrat, capaç de realitzar anàlisis composicionals puntuals, en línia o per mapeig elemental.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- Resolució espectral: ≥ 129 eV (a la línia Mn-K α), assegurant una diferenciació clara entre elements propers.
- Rang d'elements detectables: des de Beril·li (Be) fins a Urani (U), cobrint l'espectre complet d'interès en mineralogia.
- Modes d'adquisició: espectre puntual, mapeig elemental, línies de perfil i identificació automàtica de fases.
- Processament de dades: el sistema ha de permetre la quantificació semi-automàtica dels resultats i exportació en formats estàndard (CSV, TIFF, etc.).

1.3 Sistema automatitzat d'adquisició de dades

L'equipament haurà d'incloure un sistema que permeti la adquisició automatitzada d'imatges i dades analítiques mitjançant protocols definits per l'usuari o per programació automàtica.

- Compatibilitat amb software d'anàlisi mineral (MLA), que permeti l'anàlisi estadística i mineralògica de partícules de forma totalment automatitzada.
- Capacitat per analitzar múltiples mostres sense intervenció manual, amb suport per a portamostres múltiples (mínim 2 mostres).
- Base de dades mineralògiques integrada, amb reconeixement automàtic de minerals segons espectres de referència.
- Sistema d'escaneig automatitzat que permeti el seguiment de zones definides i el processament seqüencial per lots.

1.4 Software d'anàlisi d'alliberament mineral (MLA)

El contracte haurà d'incloure la llicència del software especialitzat per a l'anàlisi automatitzada de minerals, compatible amb el sistema EDS i SEM, i dissenyat per a aplicacions en mineralogia i geometal·lúrgia.

- Ordinador de control inclòs, amb prestacions adequades per a l'ús fluït del software i visualització de resultats.
- Mòduls de programari requerits:
 - Anàlisi modal: classificació mineral, distribució d'elements, proporció volumètrica.
 - Anàlisi d'alliberament: grau d'alliberament mineral, associació i bloqueig de fases.
 - Cerca de fases: detecció automàtica de minerals d'interès.
 - Segmentació d'imatge i mesura de paràmetres morfològics.
- Base de dades mineralògica: inclosa, amb possibilitat d'ampliació i edició per part de l'usuari.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- Resultats esperats:
 - Distribució i associació de minerals.
 - Grau d'alliberació i bloqueig mineral.
 - Mineralogia modal (percentatges minerals).
 - Textura i mida de partícules.
 - Exportació de dades per a modelització de processos.

2 Activitats i funcions de l'empresa contractista

L'empresa adjudicatària haurà d'assumir, de forma completa i coordinada, el desenvolupament de les següents activitats i funcions, imprescindibles per garantir el correcte subministrament, instal·lació, posada en funcionament i ús operatiu de l'equip MLA destinat al Departament EMIT a l'EPSEM (UPC):

- **Subministrament i transport** de tot l'equipament, accessoris i programari inclosos, fins a les instal·lacions indicades.
- **Desembalatge, muntatge i instal·lació** completa del sistema SEM-EDS i del software d'anàlisi mineral automatitzada, incloent la configuració dels components físics, el calibratge i la connexió a xarxes elèctriques i informàtiques.
- **Verificació tècnica i posada en funcionament** de tot el sistema, amb la comprovació del correcte funcionament del SEM, del sistema EDS i del software MLA, assegurant l'obtenció d'imatges i dades analítiques de forma òptima.
- **Formació tècnica especialitzada en línia** al personal de la UPC designat, amb una durada mínima de 3 hores, cobrint l'ús de l'equip, el manteniment preventiu bàsic, i l'anàlisi mineral automatitzada.
- A més de la formació tècnica general prevista, l'empresa adjudicatària haurà d'impartir de manera **obligatòria una sessió formativa presencial específica sobre la preparació de mostres minerals**, d'acord amb les necessitats del projecte BLOOM i les metodologies pròpies de treball del Departament EMIT i de l'EPSEM.
- **Subministrament de manuals d'ús i documentació tècnica**, tant en format digital com físic, incloent guies operatives, protocols de manteniment i documentació tècnica del software i hardware.
- **Garantia i servei postvenda** durant el període establert al plec (mínim 1 any), que inclogui assistència tècnica remota i presencial, manteniment correctiu, actualització de software i subministrament de peces de recanvi en cas de necessitat.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- **Aportació i instal·lació de llicències de software** per a l'ús en línia i fora de línia (mínim una llicència offline), amb dret d'ús il·limitat per a activitats docents i de recerca.
- **Assistència a la validació funcional** del sistema en el marc del projecte BLOOM, col·laborant en la configuració inicial del flux de treball que servirà com a referència per a la validació del sensor MLA en línia.

L'oferta que presenti l'empresa licitadora haurà d'abastar la totalitat de les activitats i funcions especificades en el present plec i al Plec de Clàusules Administratives Particulars, essent totes elles obligatòries per a l'admissió de les propostes.

3 Requeriments tècnics generals obligatoris de la prestació i/o rendiment o exigències funcionals de la prestació

L'empresa contractista disposarà dels suficients mitjans tècnics, materials qualitatius i personals per a desenvolupar les tasques objecte d'aquest contracte.

La prestació regulada en el present plec haurà d'ajustar-se, almenys, als següents requisits tècnics, sens perjudici dels paràmetres a valorar mitjançant els criteris d'adjudicació establerts:

3.1 Termini màxim de subministrament

L'empresa adjudicatària haurà de subministrar la totalitat de l'equipament i dels components associats en un **termini màxim de 60 dies** a comptar des de la formalització del contracte.

Es valorarà positivament en fase de valoració d'ofertes:

- La reducció del termini de lliurament respecte al màxim establert.
- L'oferta d'un **equip provisional amb característiques tècniques equivalents**, que permeti iniciar l'activitat prevista mentre s'espera l'arribada de l'equip definitiu. Aquest equip provisional haurà de ser lliurat dins el termini contractual i, en tot cas, el sistema definitiu haurà d'arribar **com a màxim de 60 dies** després de la formalització del contracte.

3.2 Instal·lació i posada en marxa

L'empresa contractista haurà d'instal·lar completament l'equipament i deixar-lo en funcionament **en un màxim de 7 dies naturals** des de la seva recepció a les instal·lacions de la UPC. Aquesta posada en marxa inclourà totes les comprovacions tècniques i funcionals necessàries per validar el correcte funcionament del sistema SEM-EDS amb MLA automatitzat.

3.3 Formació tècnica per al personal de la UPC

L'empresa haurà d'impartir una **formació tècnica mínima de 3 hores** adreçada al personal investigador i tècnic de la UPC. Aquesta formació s'haurà de dur a terme dins del termini pactat posterior a la instal·lació i haurà d'incloure:

- **Operació i ús avançat de l'equipament.**

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- **Manteniment preventiu i correctiu bàsic**, incloent:
 - Diagnòstic de fallades.
 - Substitució i calibratge de components clau.
 - Protocols per garantir la disponibilitat de recanvis durant el període de garantia.
- **Resolució de problemes i optimització del rendiment del sistema.**
- **Preparació de mostres per a l'anàlisi**, incloent tècniques específiques i bones pràctiques per assegurar la qualitat i reproductibilitat dels resultats.

Els continguts generals es podran impartir en format **en línia**, mentre que la part relativa a **preparació de mostres** haurà de ser **presencial** i realitzada a les instal·lacions de la UPC.

3.4 Acceptació d'equips demo o km.0

S'acceptaran **equips demo o de quilòmetre zero (km.0)** sempre que es compleixin les següents condicions:

- No hagin estat utilitzats en entorns de producció contínua o intensiva.
- Presentin **condicions físiques, funcionals i prestacions equivalents a un equip nou**.
- Disposin de la **mateixa cobertura de garantia i servei postvenda** que un equip nou.
- L'empresa contractista garanteixi el **perfecte estat, calibratge i funcionament** del sistema.

3.5 Garantia de compliment

La Universitat Politècnica de Catalunya verificarà el compliment íntegre de totes les condicions contractuals abans d'emetre la recepció definitiva del sistema. Aquest control inclourà:

- Verificació del **lliurament correcte** de tot el material.
- Validació de la **instal·lació i funcionament operatiu** del sistema complet.
- Comprovació de la **realització efectiva de la formació tècnica** compromesa.

3.6 Pla de treball i coordinació

L'empresa adjudicatària haurà de presentar, en el moment de l'adjudicació, un **cronograma detallat** de les següents fases:

- Data estimada d'enviament i recepció de l'equipament.
- Dates d'inici i finalització de la instal·lació i posada en marxa.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- Dates previstes per a l'execució de la formació tècnica.
- Altres fites rellevants (com la disponibilitat d'equip provisional, si escau).

Aquest cronograma serà revisat per la UPC i servirà com a **pla de referència per al seguiment i validació del contracte**.

4 Formes de seguiment i control de l'execució de les condicions

L'empresa contractista ha de designar una persona responsable a qui encarregar la gestió de l'execució del contracte i que haurà de garantir la qualitat de la prestació objecte d'aquest plec, tractant directament les qüestions relacionades amb el desenvolupament normal de les tasques indicades en aquest plec amb la persona interlocutora designada per l'òrgan de contractació.

Les persones referides anteriorment es reuniran amb una periodicitat mínima de 15 dies per tal de supervisar, controlar i tractar qualsevol aspecte vinculat amb el desenvolupament del contracte, a fi d'assegurar que el mateix s'està executat conforme l'establert en el present plec.

Als efectes anteriors, s'avaluarà el seguiment i el control del compliment de cada requeriment tècnic de la següent manera:

- Coordinar els terminis de subministrament, instal·lació i formació.
- Respondre davant de qualsevol incidència o desviació respecte al calendari o les condicions establertes.
- Garantir la qualitat de la prestació, l'operativitat de l'equip i la satisfacció dels requisits tècnics i funcionals.

Per part de la Universitat Politècnica de Catalunya, es designarà una **persona interlocutora responsable de seguiment tècnic**, qui mantindrà la comunicació fluida amb l'empresa adjudicatària.

Les dues parts es reuniran amb una **periodicitat mínima quinzenal** (cada 15 dies naturals), des de la formalització del contracte fins a la recepció definitiva de l'equipament, per tal de supervisar l'execució, resoldre incidències i assegurar el correcte desenvolupament del contracte.

Mecanismes de seguiment i control

Per a cada requeriment tècnic establert en aquest plec, la UPC aplicarà els següents instruments de control i verificació:

- **Subministrament de l'equipament dins el termini establert**
 - *Instrument de seguiment*: Registre de recepció de béns, signat per la unitat receptora i amb verificació de conformitat de la data d'entrega.
 - *Compromís*: Subministrament complet dins el termini màxim de 30 dies naturals.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- **Instal·lació i posada en marxa**

- *Instrument de seguiment:* Acta tècnica de comprovació funcional signada pel personal tècnic de la UPC i l'empresa proveïdora.
- *Pla de contingència:* L'empresa haurà de proposar accions alternatives si es detecten anomalies durant la instal·lació.

- **Formació tècnica**

- *Instrument de seguiment:* Fulls de control d'assistència, contingut formatiu i valoració dels participants.
- *Compromís de resultats:* La formació haurà d'incloure tots els continguts exigits i permetre la capacitat autònoma del personal per operar l'equip.

- **Qualitat del sistema i conformitat funcional**

- *Instrument de seguiment:* Protocol de validació de rendiment i funcionalitat, incloent proves d'anàlisi real sobre mostres minerals proporcionades per la UPC.
- *Procediments de qualitat:* S'establirà una llista de comprovacions mínimes a superar abans de l'acceptació definitiva.

- **Garantia i servei postvenda**

- *Instrument de seguiment:* Registre d'incidències i temps de resposta/resolució documentat.
- *Compromís de resultats:* L'empresa haurà de garantir la disponibilitat de recanvis i suport tècnic durant el període garantit, així com temps de resposta inferior a 48 h laborables.

- **Compliment global del cronograma**

Instrument de seguiment: Pla de treball presentat per l'empresa i validat per la UPC, amb seguiment a cada reunió i ajustaments si escau.

5 Documentació tècnica a aportar per l'empresa adjudicatària

Les especificacions tècniques proposades per l'empresa licitadora en la seva oferta esdevindran condicions d'obligat compliment al llarg de l'execució del contracte si aquesta esdevé l'adjudicatària.

A fi d'acreditar el compliment de cada especificació tècnica exigida en aquest plec, l'empresa adjudicatària haurà d'aportar la documentació següent:

5.1 Fitxes tècniques oficials i fulls de dades dels components principals de l'equip (SEM, detectors EDS, sistema MLA, ordinador de control i llicències de software), amb indicació expressa de:

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



- Resolució del SEM.
- Rang de voltatge d'acceleració.
- Compatibilitat amb alt o baix buit.
- Resolució espectral dels detectors EDS.
- Dimensions i capacitat de mostra.
- Modalitats d'anàlisi mineral i funcionalitats disponibles en el software.

5.2 Manuals d'usuari i guies tècniques:

- Manual operatiu del SEM.
- Manual del sistema EDS.
- Guia del software MLA i dels mòduls d'anàlisi (modal, alliberació, *bright phase*, etc.).
- Procediments de manteniment preventiu i correctiu.

5.3 Certificats de conformitat i/o declaracions del fabricant:

- Certificat CE i/o altra normativa tècnica aplicable.
- Declaració del fabricant sobre l'estat de l'equip (en cas de ser demo/km.0).

5.4 Documentació acreditativa de la formació tècnica:

- Programa detallat de continguts.
- Calendari i format de les sessions (presencials i/o virtuals).
- Perfil professional del personal formador.

5.5 Protocol de validació tècnica i posada en marxa:

- Relació de comprovacions tècniques a realitzar durant la instal·lació.
- Criteris de validació funcional prèvia a la recepció definitiva.

5.6 Declaració de disponibilitat de recanvis i servei tècnic durant el període de garantia ofert, incloent dades de contacte del servei tècnic i compromís de temps màxim de resposta.

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2



5.7 Cronograma detallat de les activitats d'execució del contracte
(subministrament, instal·lació, formació, recepció provisional i definitiva).

El Responsable del contracte,

Josep Oliva Moncunill
Professor del Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC

Barcelona, a data de la signatura electrònica

Universitat Politècnica de Catalunya
Podeu verificar la integritat d'aquest document a: <https://seuelectronica.upc.edu/verifica-integritat-del-document>
Codi Segur de Verificació: zSmqPRWlqTtjyeVSMaUm

Original signat per:

JOSEP OLIVA MONCUNILL
Universitat Politècnica de Catalunya
Signat en: 09-04-2025 13:59:28
GMT+2

