

SEGUIMIENTO ASTROMÉTRICO DEL COMETA P/2026 P1 (PANSTARRS)

Leonardo Montenegro P.¹

¹Investigador independiente; miembro del A-Team NEO Trackers de Slooh
soyastronomoaficionado.com – leomontenegro@gmail.com: +58 412 833 33 48

Resumen: Este trabajo presenta la reducción astrométrica independiente y el reporte en formato Astrometry Data Exchange Standard (ADES) de cinco observaciones de P/2026 P1 (PANSTARRS), obtenidas el 20 de agosto de 2026 desde Slooh Canary Islands Observatory (código MPC G40) durante la fase en que el objeto aún era seguido bajo la identificación PCCP P12p4Jx. Los datos corresponden a cinco apilados por mediana, cada uno construido a partir de siete exposiciones de 50 s en luminancia con el telescopio Canary One de 0.508 m. Las soluciones WCS fueron verificadas y homogeneizadas mediante un marco maestro; la posición del objeto se obtuvo con ajuste PSF multifuente debido a contaminación parcial por estrellas de campo. Las cinco posiciones cubren 39.75 min y describen un movimiento aparente de aproximadamente 0.306 segundos de arco por minuto con ángulo de posición cercano a 254°. La consistencia interna del ajuste lineal fue de aproximadamente 0.43" en $\alpha \cos \delta$ y 0.40" en δ . Se construyó un archivo ADES PSV con incertidumbres conservadoras entre 0.61" y 0.88" y notas de observación para imágenes apiladas e involucradas con estrellas. El archivo superó sin advertencias el entorno de prueba del MPC y posteriormente fue aceptado para procesamiento en producción, donde recibió cinco identificadores únicos de observación. El caso ilustra un flujo reproducible de ciencia ciudadana avanzada para transformar observaciones remotas en astrometría trazable y compatible con los estándares del MPC.

Palabras clave: P/2026 P1 (PANSTARRS), P12p4Jx, astrometría, cometas, ADES, Minor Planet Center, ciencia ciudadana, Slooh

I. Introducción.

La confirmación y el refinamiento orbital de objetos menores dependen de series astrométricas temporalmente distribuidas y suficientemente precisas. El Minor Planet Center (MPC) recomienda, para astrometría de alta precisión, obtener unas pocas observaciones profundas distribuidas durante aproximadamente una hora y utilizar el tiempo medio de exposición cuando se mide el centro de una imagen o trazo corto (Minor Planet Center, 2026a). El estándar ADES es actualmente el formato preferido por el MPC para el intercambio y envío de astrometría, y admite tanto representaciones XML como PSV (Minor Planet Center, 2026b).

P/2026 P1 (PANSTARRS) fue seguido inicialmente en la Possible Comet Confirmation Page (PCCP) con el identificador P12p4Jx. La designación cometaria oficial fue publicada posteriormente en la circular MPEC 2026-Q98, emitida el 25 de agosto de 2026. Los elementos publicados para el objeto corresponden a un cometa periódico con semieje mayor cercano a 7.80 au, excentricidad aproximada de 0.537, perihelio de 3.61 au e inclinación cercana a 8.48°, a partir de 117 observaciones obtenidas entre el 9 y el 25 de agosto de 2026 (Minor Planet Center, 2026c; Yoshida, 2026).

El presente estudio documenta una reducción independiente de cinco imágenes apiladas obtenidas el 20 de agosto de 2026, cinco días antes de la publicación de la designación oficial. El objetivo fue

determinar si el objeto móvil detectado en los datos era cinemática y astrométricamente consistente con P12p4Jx/P/2026 P1, estimar de manera conservadora la incertidumbre de cada posición y generar un lote ADES PSV reproducible para su presentación al MPC. El énfasis se sitúa en la trazabilidad de la reducción, la atribución observacional y las limitaciones inherentes al uso de imágenes ya apiladas.

II. Método.

Procedencia de los datos y configuración instrumental.

Las misiones fueron originalmente programadas por L. Bernd en Slooh y los FITS fueron consultados posteriormente por L. Montenegro mediante el acceso piggyback disponible para miembros avanzados. La estación fue Slooh Canary Islands Observatory, código MPC G40, ubicada en el Observatorio del Teide, Tenerife. El instrumento utilizado fue Canary One Half Meter, un PlaneWave CDK20 de 508 mm de apertura y relación focal f/6.8 equipado con una cámara FLI PL09000. La escala nativa publicada es de 0.717"/píxel con orientación norte arriba; las imágenes analizadas fueron obtenidas con binning 2 × 2 y filtro Luminance (Slooh, 2026).

El conjunto está formado por cinco archivos FITS, cada uno correspondiente a un apilado por mediana de siete exposiciones de 50 s, con 350 s de integración total por apilado. Para cada observación se adoptó DATE-AVG/JD-AVG como instante

efectivo, de acuerdo con la recomendación del MPC de reportar el tiempo medio cuando se mide el centro de una imagen o trazo corto (Minor Planet Center, 2026a).

Tabla 1. Configuración observacional y productos de entrada

Parámetro	Valor
Estación MPC	G40 — Slooh Canary Islands Observatory
Telescopio	Canary One Half Meter; PlaneWave CDK20
Apertura / relación focal	0.508 m / f/6.8
Cámara	FLI PL09000
Filtro	Luminance
Binning	2 × 2
Producto por observación	Mediana de 7 × 50 s
Exposición total por stack	350 s
Número de stacks	5
Ventana temporal	2026-08-20 03:08:03–03:47:48 UTC

Nota. Las especificaciones instrumentales se contrastaron con la documentación técnica vigente de Slooh (2026).

Solución astrométrica y marco WCS.

Las cinco imágenes disponían de soluciones WCS del tipo TAN-SIP. Astrometry.net proporciona calibración astrométrica ciega mediante índices de patrones estelares (Lang et al., 2010). El archivo 305_WCS.fits se adoptó como marco maestro porque su solución utilizaba un índice de la serie 5200 con 48 coincidencias. Astrometry.net documenta que la serie 5200 se construye a partir de Tycho-2 y Gaia DR2, mientras que la serie 4100 utiliza Tycho-2 (Astrometry.net, s. f.). Las otras cuatro imágenes presentaban nueve coincidencias cada una, por lo que se prefirió unificar la reducción en el sistema local del marco 305 antes de transformar definitivamente los centroides a coordenadas ecuatoriales.

El uso de Gaia DR2 como componente del marco de referencia está justificado por la precisión astrométrica y la cobertura del catálogo, aunque en este trabajo no se realizó una recalibración catalogal independiente estrella por estrella. En consecuencia, el campo ADES astCat se estableció como Gaia2 y se documentó explícitamente que el WCS maestro procedía de índices 5200 híbridos Tycho-2 + Gaia DR2 (Gaia Collaboration et al., 2018).

Medición del objeto y registro local.

El candidato se encontraba parcialmente involucrado con fuentes estelares en varias imágenes. Por ello, la posición no se estimó mediante un máximo de intensidad simple, sino mediante un ajuste PSF multifuente diseñado para separar el componente móvil de las estrellas próximas. Tras medir el candidato en cada stack, se identificaron estrellas comunes y se ajustó un registro local de las imágenes 314, 325, 335 y 345 contra 305. Los RMS locales obtenidos fueron 0.435", 0.443", 0.419" y 0.459", respectivamente.

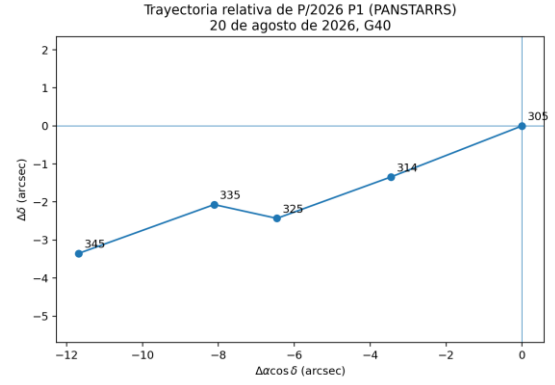


Fig. 1. Trayectoria relativa de P/2026 P1 en el plano tangente. *Nota. Los desplazamientos se expresan respecto de la primera observación; valores decrecientes de $a \cos \delta$ corresponden al movimiento hacia el oeste y valores decrecientes de δ al movimiento hacia el sur.*

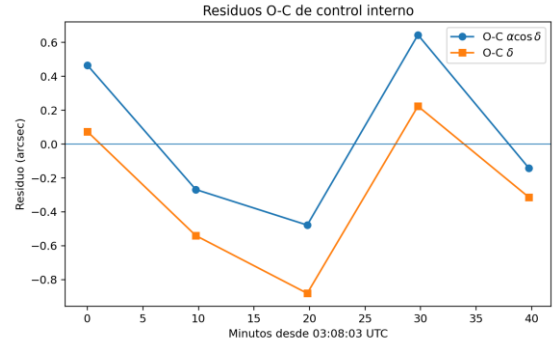


Fig. 2. Residuos O-C de control interno en función del tiempo. *Nota. Los residuos O-C fueron utilizados únicamente como diagnóstico interno contra una solución contemporánea localmente reconstruida y no constituyen residuos orbitales oficiales del MPC.*

Estimación de incertidumbres.

Se adoptó un presupuesto de incertidumbre conservador. Para cada observación, la incertidumbre posicional se representó conceptualmente mediante la suma cuadrática de tres términos: error de centroide, dispersión del registro local y un piso sistemático de 0.25" asociado al marco WCS maestro:

$$\sigma_{\text{pos}} = \sqrt{(\sigma_{\text{cent}}^2 + \sigma_{\text{reg}}^2 + \sigma_{\text{sys}}^2)}$$

Como aproximación auxiliar, el error de centroide de una fuente aproximadamente gaussiana puede relacionarse con el ancho de la PSF y la relación señal/ruido mediante $\sigma_{\text{cent}} \approx \text{FWHM}/(2.35 \times \text{S/N})$. Las incertidumbres finales usadas en el PSV fueron deliberadamente más conservadoras que la sola estimación de centroide y no deben interpretarse como un RMS independiente de Gaia.

Control cinemático y residuos O-C.

La trayectoria observada se evaluó mediante un ajuste lineal en el plano tangente. Entre el primer y el último stack se obtuvo una velocidad angular aproximada de 0.306" min⁻¹ y un ángulo de posición

cercano a 254° . La dispersión residual del ajuste lineal fue de aproximadamente $0.43''$ en $\alpha \cos \delta$ y $0.40''$ en δ . Como control externo adicional, se calcularon residuos O–C respecto de una solución contemporánea reconstruida a partir de posiciones G40 publicadas durante la fase de confirmación. Estos O–C se utilizaron exclusivamente como diagnóstico interno y no sustituyen los residuos que el MPC derive en su procesamiento orbital oficial.

Generación y validación del reporte ADES.

El lote se generó en formato ADES PSV, formato preferido por el MPC para nuevas presentaciones (Minor Planet Center, 2026a, 2026b). Para las cinco líneas se emplearon provID = P/2026 P1, mode = CCD, stn = G40, astCat = Gaia2, exp = 350 y notes = IK. La nota I indica una fuente involucrada con estrellas del campo y K una imagen apilada. La magnitud se omitió porque no se realizó una calibración fotométrica independiente.

La atribución final del encabezado fue: observer = L. Bernd; measurer = L. Montenegro; submitter = L. Montenegro. Esta distribución refleja la procedencia de las misiones originales y la responsabilidad de la reducción y presentación. Slooh autorizó explícitamente la presentación con la condición de acreditar adecuadamente al observador.

III. Resultados.

Astrometría final.

Tabla 2. Posiciones astrométricas finales reportadas al MPC

UTC medio	rms (")	S/N
03:08:03.000	0.76	7.85
03:17:48.501	0.61	4.90
03:27:50.501	0.88	4.48
03:37:48.501	0.73	3.78
03:47:48.000	0.79	5.17

Nota. Fecha común: 2026-08-20 UTC. El valor rms es la incertidumbre simétrica 1σ reportada en los campos rmsRA/rmsDec del ADES PSV. S/N corresponde a la estimación interna aproximada del ajuste PSF.

Control O–C y calidad interna.

Tabla 3. Residuos O–C de control interno

Stack	O–C $\alpha \cos \delta$ (")	O–C δ (")	O–C radial (")	Evaluación
305	+0.466	+0.074	0.472	Acceptable
314	–0.268	–0.540	0.603	Acceptable
325	–0.478	–0.881	1.002	Marginal / menor peso
335	+0.645	+0.224	0.683	Acceptable; S/N bajo
345	–0.142	–0.314	0.345	Acceptable

Nota. Estos residuos fueron calculados para control interno contra una solución contemporánea localmente reconstruida; no son residuos orbitales oficiales del MPC.

Validación y estado del envío.

La versión final del archivo ADES PSV superó el entorno de prueba del MPC con estado final valid y sin advertencias ni errores. El identificador del test fue 2026-09-29T01:46:45.310_00000IND. Posteriormente, el lote de producción fue presentado con el identificador 2026-09-

29T02:37:33.850_0000CE12. El correo de acuse del MPC confirmó que el lote había sido aceptado para procesamiento y asignó cinco identificadores únicos de observación. En el momento de cierre de este manuscrito, el propio acuse advertía que las observaciones aún debían pasar comprobaciones adicionales antes de su aceptación científica definitiva.

Tabla 4. Identificadores de observación asignados por el MPC al lote de producción

Observation ID
LwS2STD0000CE12010000001
LwS2STD0000CE12010000002
LwS2STD0000CE12010000003
LwS2STD0000CE12010000004
LwS2STD0000CE12010000005

IV. Discusión.

La principal fortaleza de esta reducción es la convergencia de varias comprobaciones independientes. El objeto aparece de forma consistente en cinco apilados, sigue una trayectoria aproximadamente lineal respecto del campo estelar y presenta una velocidad y dirección compatibles con el objeto seguido como P12p4Jx. La serie cubre casi 40 min, en línea con la recomendación del MPC de distribuir unas pocas posiciones de buena calidad durante aproximadamente una hora (Minor Planet Center, 2026a). Además, la adopción de un marco maestro y el registro local permitieron reducir inconsistencias entre soluciones WCS independientes.

La incertidumbre comunicada en ADES fue deliberadamente conservadora. Esto es importante porque el uso de stacks y la proximidad de estrellas complican la estimación del centroide. En particular, la observación 325 alcanzó un O–C radial de control cercano a $1''$, mientras que 335 presentó la relación señal/ruido más baja de la secuencia. Mantener estas observaciones con incertidumbres mayores, en lugar de forzar una precisión artificial, preserva la trazabilidad de la calidad real del conjunto.

El uso de imágenes apiladas introduce limitaciones adicionales. A una velocidad aparente de aproximadamente $0.306'' \text{ min}^{-1}$, el movimiento durante 350 s es del orden de $1.8''$, comparable a más de un píxel binned en este sistema. Por tanto, una ligera elongación del perfil no puede interpretarse inequívocamente como coma sin analizar las subexposiciones individuales. En este trabajo no se utilizó la morfología como prueba de actividad cometaria; la identificación se fundamentó en la coherencia astrométrica y cinemática. Esta distinción es especialmente relevante cuando se trabaja con candidatos PCCP débiles.

Desde la perspectiva de ciencia ciudadana, el caso muestra que el acceso a telescopios remotos puede producir contribuciones compatibles con los flujos de trabajo profesionales si se conservan tres elementos: calidad de la reducción, documentación de incertidumbres y trazabilidad de la autoría observacional. En este caso, la separación explícita entre observer, measurer y submitter en ADES permitió reflejar de manera correcta que L. Bernd originó las misiones, mientras L. Montenegro realizó la reducción y la presentación. El procedimiento también demuestra la utilidad del entorno de prueba del MPC antes de realizar un envío de producción.

Limitaciones.

Este estudio presenta cinco limitaciones principales. Primero, se trabajó con stacks por mediana y no con las 35 subexposiciones individuales, lo que impide modelar de manera óptima el movimiento intra-stack y limita cualquier análisis morfológico. Segundo, el WCS maestro procede de índices Astrometry.net 5200 híbridos Tycho-2 + Gaia DR2; no se realizó una recalibración independiente completa contra Gaia DR3. Tercero, las incertidumbres reportadas son un presupuesto conservador combinado y no RMS catalogales independientes por eje. Cuarto, los O-C presentados son controles internos y no deben confundirse con los residuos orbitales del MPC. Quinto, al cierre del manuscrito el lote había sido aceptado para procesamiento, pero no existía todavía confirmación de aceptación científica definitiva de las cinco observaciones.

V. Conclusiones.

Se obtuvo una serie astrométrica coherente de cinco posiciones de P/2026 P1 (PANSTARRS), adquiridas el 20 de agosto de 2026 durante su fase PCCP como P12p4Jx. La reducción independiente produjo una velocidad aparente de aproximadamente $0.306'' \text{ min}^{-1}$ con $PA \approx 254^\circ$, incertidumbres conservadoras de $0.61''$ a $0.88''$ y una consistencia interna subarcosegundo en el ajuste lineal. El archivo ADES PSV resultante superó sin errores el entorno de prueba del MPC y fue posteriormente aceptado para procesamiento en producción, con asignación de cinco Observation IDs.

El resultado principal no es únicamente la medición de un cometa ya designado, sino la demostración de un flujo completo y auditable que conecta datos remotos de ciencia ciudadana con estándares profesionales de astrometría: procedencia de los FITS, verificación WCS, centroidado PSF, control local del marco, estimación explícita de incertidumbres, validación ADES, atribución

adecuada y envío trazable al MPC. La metodología puede adaptarse a campañas futuras de seguimiento de cometas y otros objetos menores, especialmente cuando las fuentes son débiles o están parcialmente involucradas con estrellas de campo.

VI. Disponibilidad de datos y reproducibilidad.

El autor mantiene un paquete de trazabilidad que incluye los FITS con WCS, la tabla de reducción, el archivo ADES PSV final, los resultados del entorno de prueba y la documentación del envío de producción. El archivo principal enviado fue P2026P1_G40_ADES_PSV_FINAL_ATTRIBUTIO_N_CORRECTED.psv. Los datos Slooh están sujetos a las políticas de uso y atribución de la plataforma; cualquier redistribución pública de los FITS debe respetar esas condiciones. El paquete de reducción puede facilitarse para revisión científica cuando ello sea compatible con dichas políticas.

VII. Agradecimientos.

Se agradece a L. Bernd por la obtención de las misiones observacionales originales y por permitir la coordinación del uso de los datos; a Paul Cox por facilitar la incorporación del autor al A-Team NEO Trackers y autorizar la presentación al MPC con la atribución correspondiente; y a Slooh por proporcionar la infraestructura observacional remota y el acceso a los productos FITS. Se reconoce asimismo al Minor Planet Center por mantener la PCCP, el estándar ADES y los servicios de validación y procesamiento de astrometría.

VIII. Declaración de conflicto de intereses.

El autor declara no tener conflictos de intereses financieros o comerciales relacionados con este trabajo.

IX. Referencias.

- Astrometry.net. (s. f.). Astrometry.net index files and other data. <https://data.astrometry.net/>
- Gaia Collaboration, Brown, A. G. A., Vallenari, A., Prusti, T., de Bruijne, J. H. J., Babusiaux, C., Bailer-Jones, C. A. L., Biermann, M., Evans, D. W., Eyer, L., Jansen, F., Jordi, C., Klioner, S. A., Lammers, U., Lindegren, L., Luri, X., Mignard, F., Panem, C., Pourbaix, D., ... Walton, N. A. (2018). Gaia Data Release 2: Summary of the contents and survey properties. *Astronomy & Astrophysics*, 616, A1. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833051>
- Lang, D., Hogg, D. W., Mierle, K., Blanton, M., & Roweis, S. (2010). Astrometry.net: Blind astrometric calibration of arbitrary astronomical images. *The Astronomical Journal*, 139(5), 1782–1800. <https://doi.org/10.1088/0004-6256/139/5/1782>
- Minor Planet Center. (2026a). Reporting observations. MPC Public Documentation Hub. <https://docs.minorplanetcenter.net/mpc-ops-docs/astrometry/reporting-observations/>

- Minor Planet Center. (2026b). ADES data submission. MPC Public Documentation Hub.
<https://docs.minorplanetcenter.net/mpc-ops-docs/observations/ades-format/>
- Minor Planet Center. (2026c, 25 de agosto). MPEC 2026-Q98: Comet P/2026 P1 (PANSTARRS) [Minor Planet Electronic Circular].
- Slooh. (2026). Observatory & telescope specifications.
<https://vega.slooh.com/docs/slooh-telescope-specs-standalone.html>
- Yoshida, S. (2026). P/2026 P1 (PANSTARRS). Aerith.net.
<https://aerith.net/comet/catalog/2026P1/2026P1.html>