



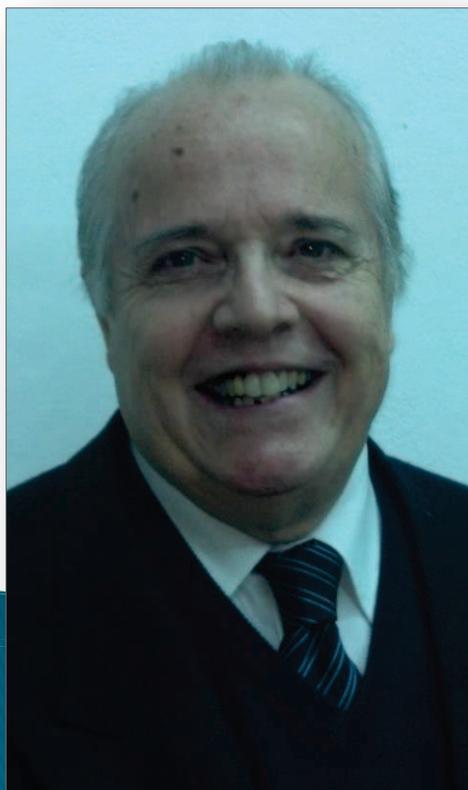
UNIVERSIDAD
DE MORÓN

03 *La auscultación geodésica de presas de embalse.*

Estado actual y panorama futuro

Dr. Ezequiel Pallejá

Redactor del MGEO
Manual de Microgeodesia del IPGH



Doctor en Geodesia, Cartografía y Sistemas de información geográfica. Ingeniero Geodesta Geofísico y Agrimensor de la Universidad de Bs.As. Miembro Titular de Número de la Academia Nacional de Geografía. Director del Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Profesor Consulto en la Universidad de Buenos Aires, Profesor Titular en la Escuela Superior Técnica y Profesor Consulto en la Universidad de Morón. **La antigüedad como profesor titular supera los 40 años.** Fue Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Morón. Obtuvo el premio internacional “Samuel Gamble” del Canadá. Ex Director Provincial de Minería y Director de Actividades Mineras. Investigación y asesoramiento para la COPLA Responsable Técnico de la Inspección del Proyecto “PASMA” 1° en GPS y en la enseñanza de la microgeodesia en Agrimensura Realizo trabajos y estudios oceanográficos e hidrográficos en el Servicio de Hidrografía Naval. Auscultación de obras civiles. Redes geodésicas GPS.

LA AUSCULTACIÓN GEODÉSICA DE PRESAS DE EMBALSE: ESTADO ACTUAL Y PANORAMA FUTURO

Dr. Ing. Ezequiel Pallejá*

* UM – Universidad de Morón, Prov. de Buenos Aires – Facultad de Ingeniería – Carrera de Ingeniero Agrimensor – Cátedra: Microgeodesia

“Microgeodesia”

Determina movimientos y deformaciones de las estructuras a través del cálculo, compensación y análisis de observaciones del tipo de las utilizadas por la geodesia, pero en este caso en extensiones relativamente reducidas



Aldeadavila

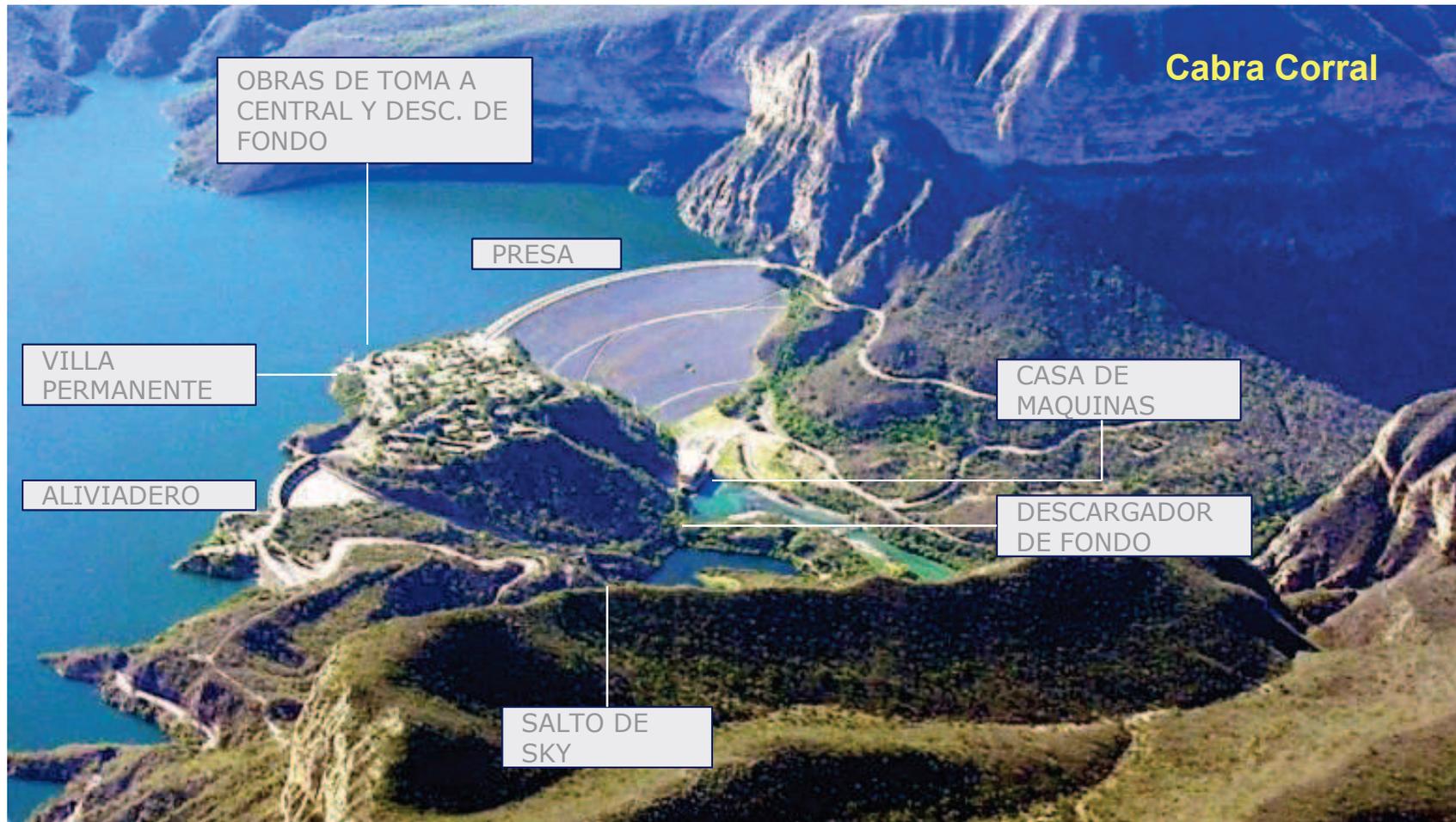
▶ Rio Duero





Usualmente los movimientos y deformaciones se refieren a puntos (referencias) materializados en la estructura de la presa, tanto externa como interna, y en el terreno circundante

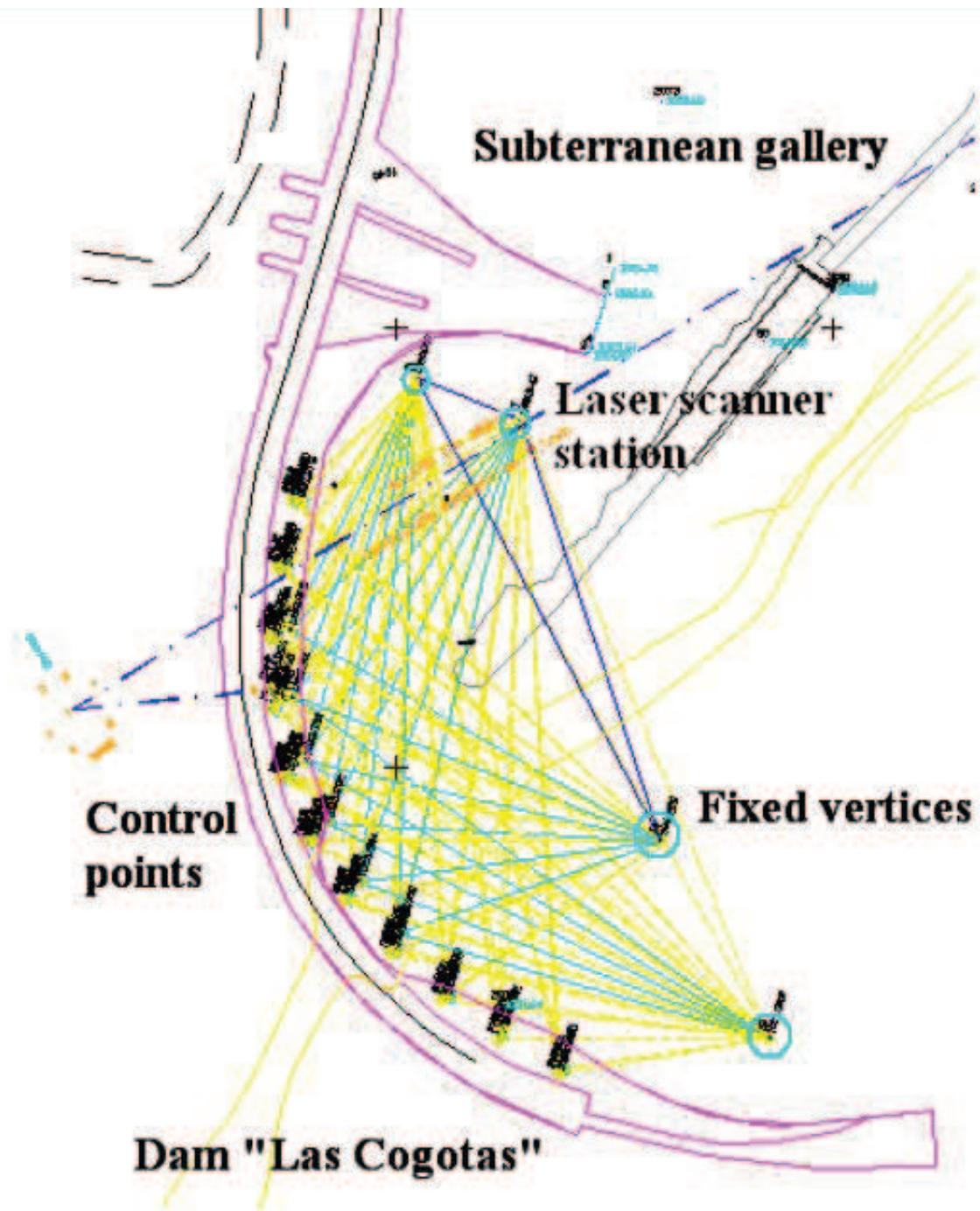
Sin embargo existen métodos que persiguen la determinación de deformaciones no ya de puntos sino de partes completas de la obra. La fotogrametría cercana (terrestre) fue en ese sentido una solución parcial para este objetivo; en la actualidad, los barredores (scanner) laser y otros dispositivos

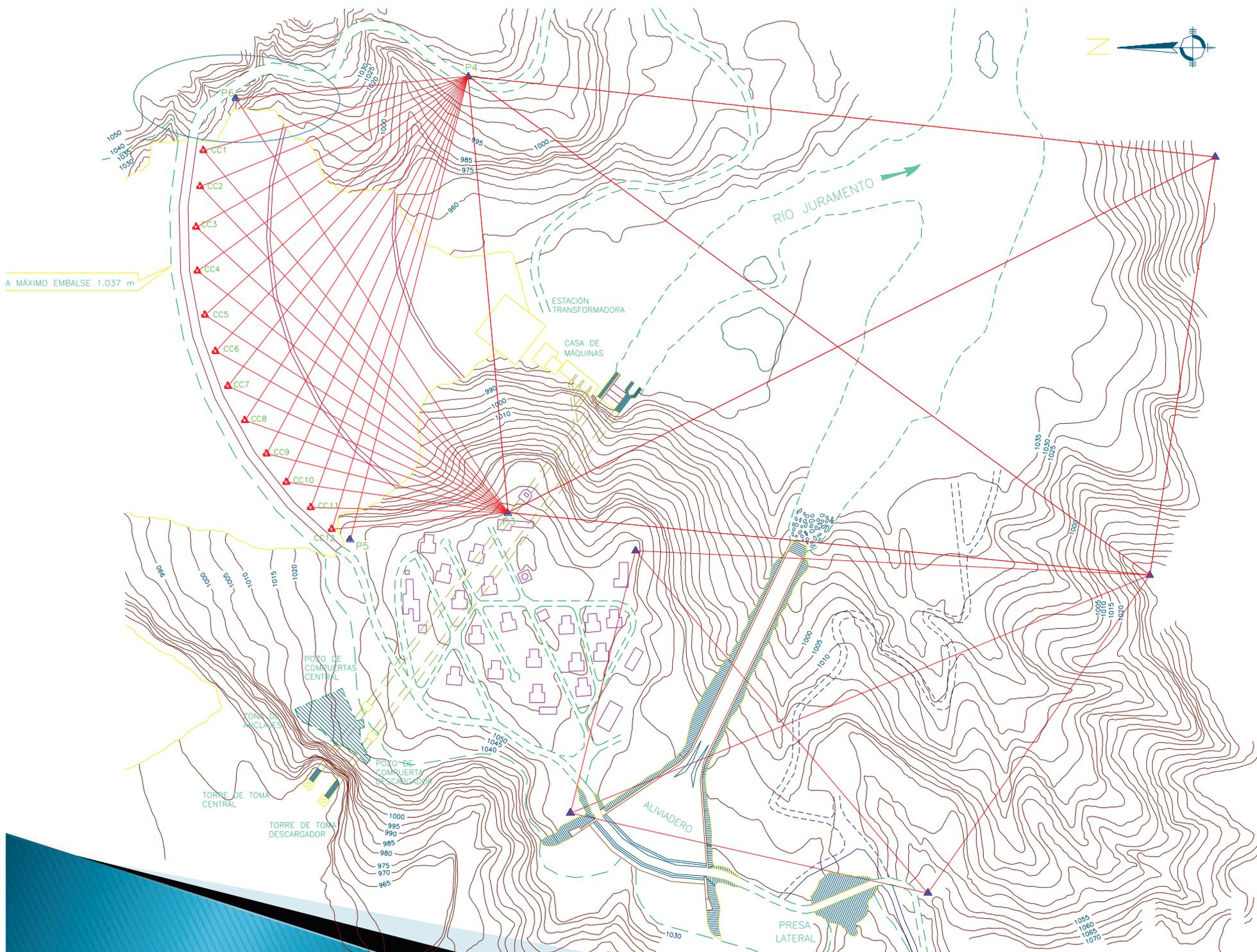




Las determinaciones microgeodésicas puntuales no desaparecerán de la escena, al posibilitar un marco de referencia para ajustar las observaciones de los barredores.

Haciendo una comparación, aquellas observaciones cumplen una función parecida a los grandes marcos geodésicos de referencia en cuanto soporte de trabajos topográficos, cartográficos, etc.





Gracias a los sistemas globales de posicionamiento (GPS, GNSS) es hoy posible la detección y cuantificación de movimientos (velocidades) inter - placas del orden de centímetros por año.

De modo análogo, la Microgeodesia determina movimientos de la obra en sí con respecto a la corteza sobre la cual se apoya. Se trata de un cambio de escala sobre un proceso de origen geodésico.

Pregunta geodinámica: ¿Son los desplazamientos de placas medidos reales movimientos de la corteza o son debidos a los cambios sufridos por la estructura sobre la que se asientan las respectivas mediciones, v.g. GPS?

EL ROL DEL CÁLCULO DE COMPENSACIÓN

El ajuste de redes geodésicas comunes está dirigido a obtener valores más plausibles de las coordenadas, de manera de lograr mínimas deformaciones del conjunto.

En cambio, la microgeodesia debe enfatizar las deformaciones procurando que no se diluyan en aras de la homogeneidad de las redes

La auscultación geodésica reviste el carácter de imprescindible a la luz de consideraciones técnicas, económicas, sociales.

En la actualidad habría que agregar enfáticamente el valor de estas actividades en relación con la sustentabilidad y las consecuencias medio ambientales.

Rol de los sistemas globales de posicionamiento

El estado actual del sistema GPS y del conjunto de sistemas globales de navegación y servicios de aumentación, al que se denomina genéricamente GNSS, presenta un estado de avance tal que permite su utilización en diversos aspectos relacionados con la microgeodesia en general y con la auscultación de presas de embalse en particular.

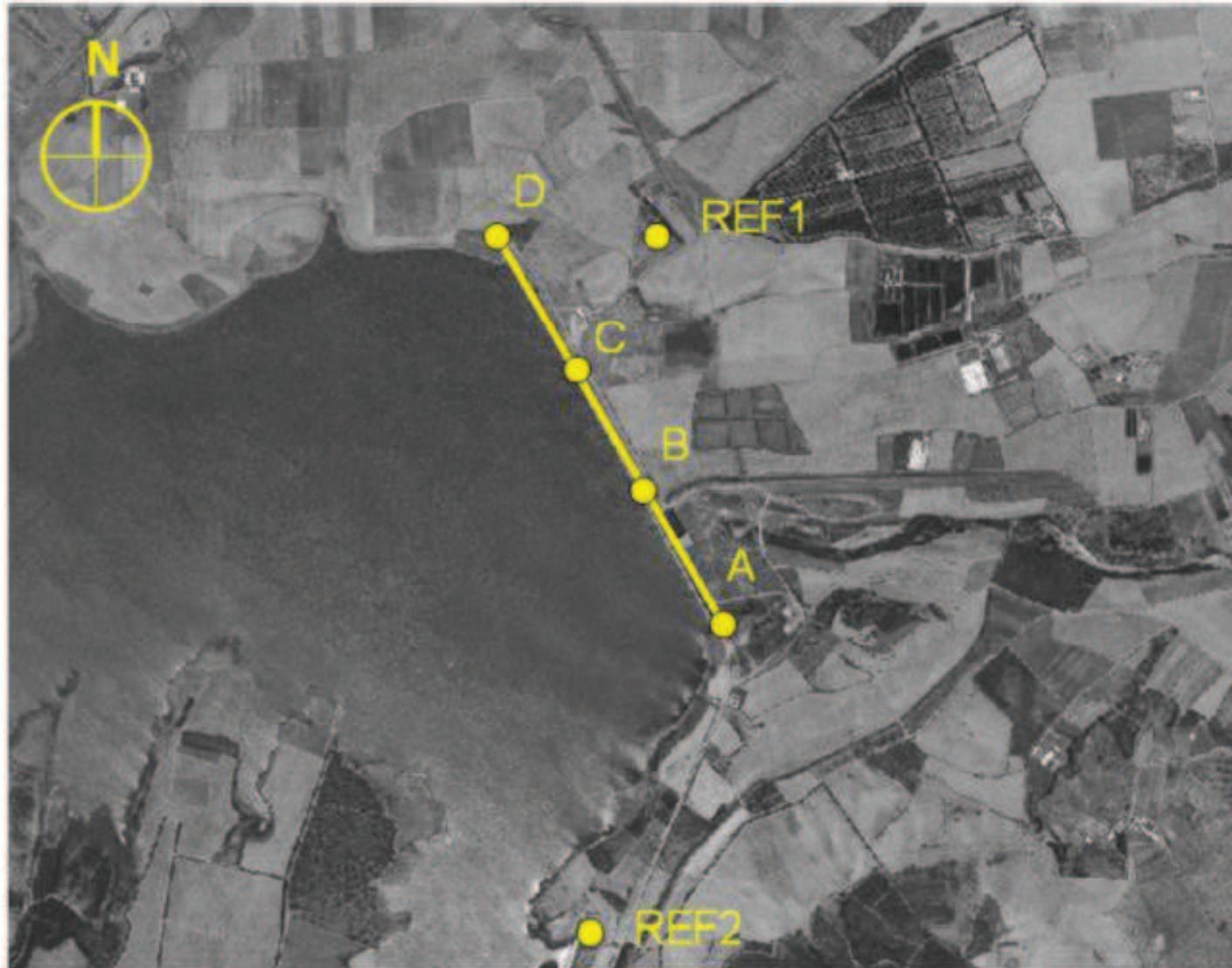


Fig. 8. Genna Is Abis dam: the GNSS monitoring network



Fig. 12. Cantoniera dam: the planned monitoring GNSS network

Mejoras que incidirán en el uso de GNSS en MGEO

- a) Renovación completa de la constelación GPS (Block 3)
- b) Incorporación a la señal GPS de la portadora L5 y los códigos M, L2c y L1c
- c) Actualización de la constelación rusa GLONASS
- d) Puesta en servicio del sistema europeo GALILEO.
- e) Mayor precisión en posiciones orbitales

Observaciones GPS estáticas –preferentemente de carácter permanente– son adecuadas para determinar movimientos tridimensionales de puntos seleccionados en el coronamiento de las presas a lo largo de los días, meses y años de vida útil.

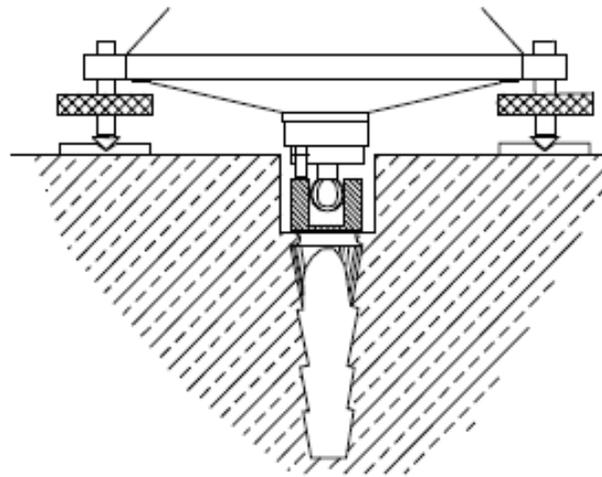
Sin embargo, la utilización GNSS en la determinación de pequeñas deformaciones debe cumplir muy exigentes condiciones que la alejan de las normales mediciones de rutina

Métodos tradicionales

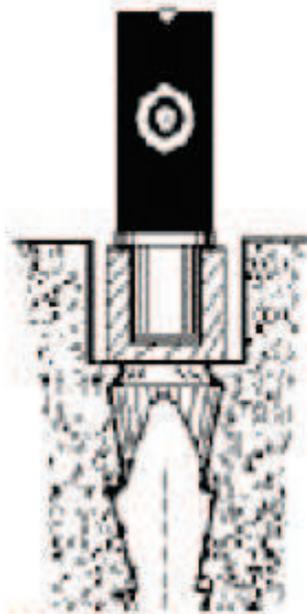
Los métodos tradicionales continuarán siendo usados en gran parte de las tareas de auscultación, entre otras razones por la imposibilidad de satisfacer las condiciones requeridas por GNSS

Ejemplos:

- Poligonación de precisión
- Nivelación geométrica de precisión
- Plomadas físicas (mal llamadas péndulos)
- Colimación horizontal



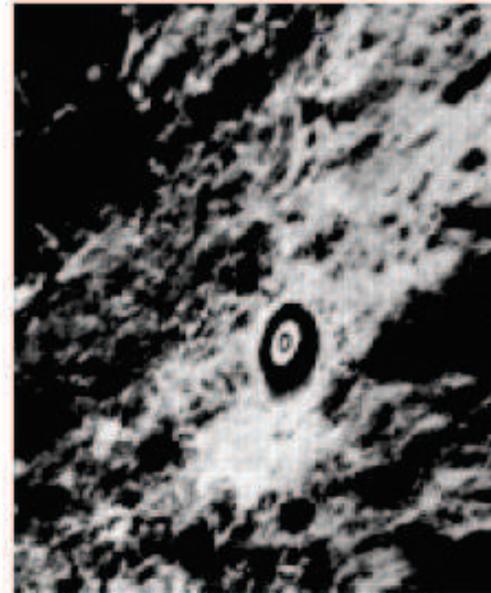
Dispositivo de
Centraje con bola fija
en el teodolito



Señal en
Punto Fijo

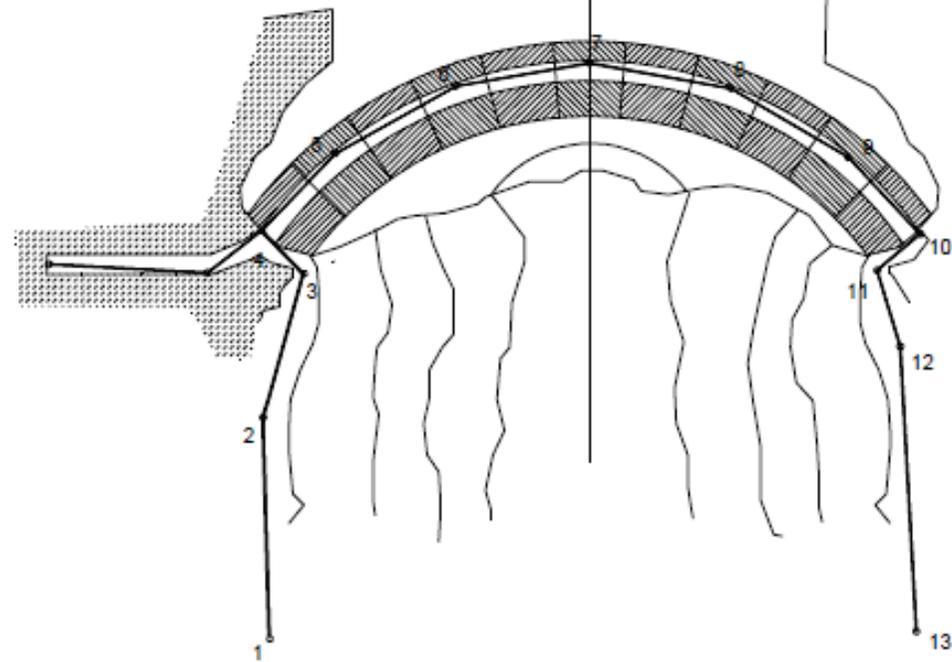


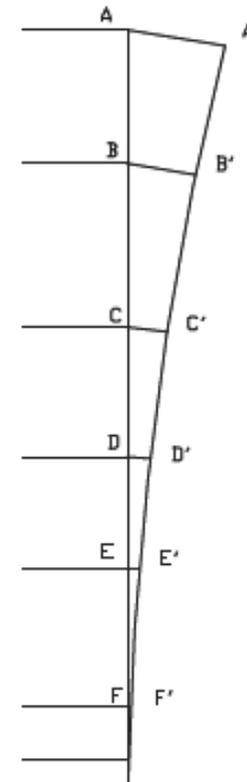
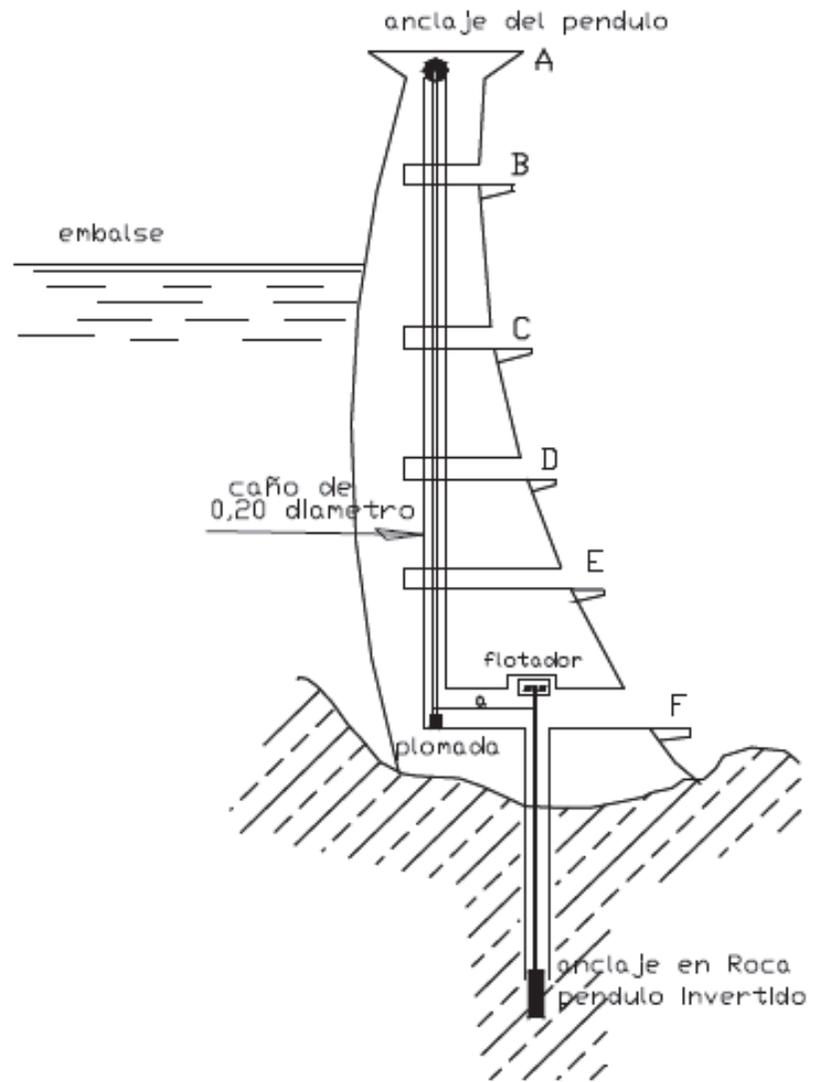
Señal en
Hormigón del
Dique

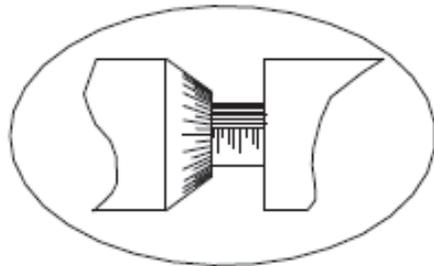


Señal empotrada en la
Roca de Fundación

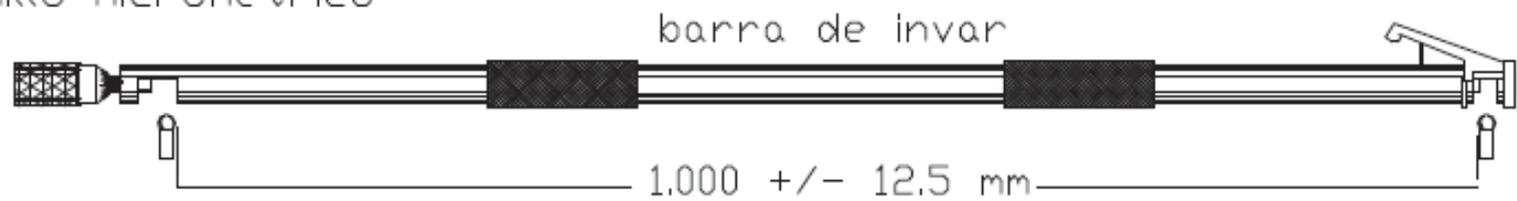
Método de Poligonación







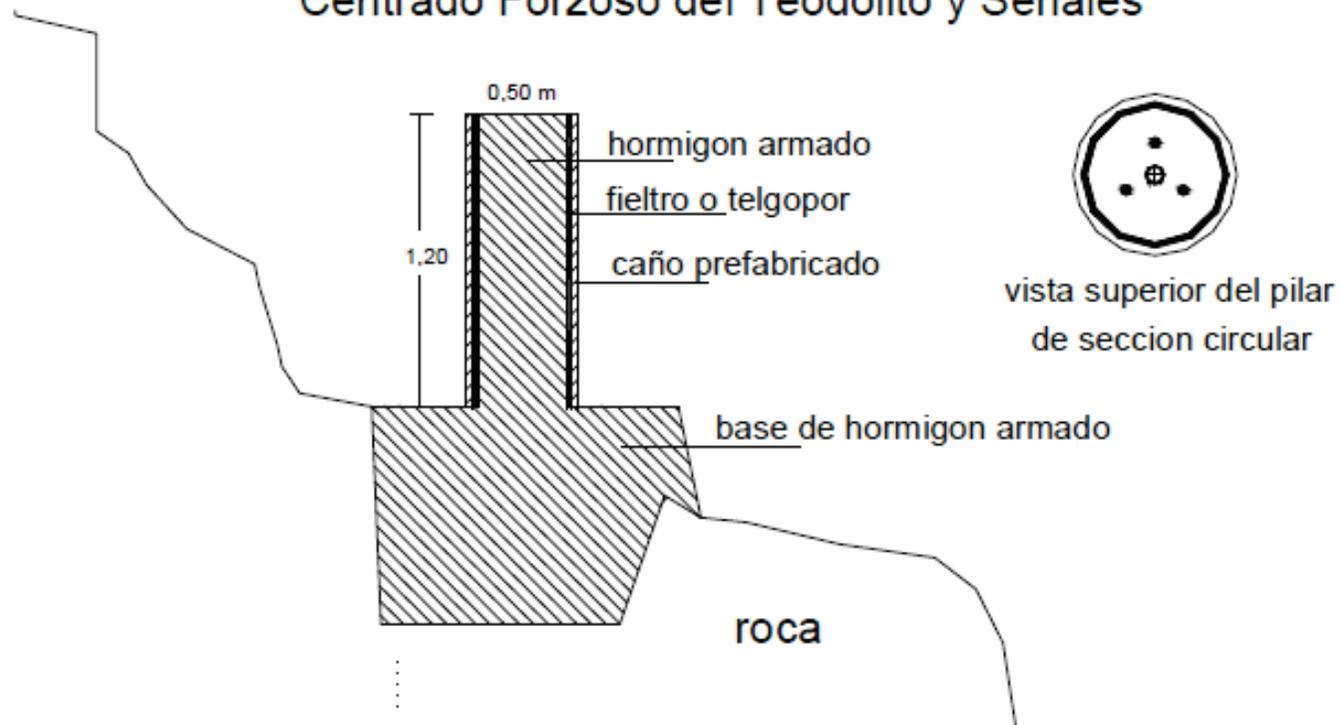
Tornillo Micrométrico



CALIBRE EXTENSÍMETRO TS 1000

Pilar de Observacion

Centrado Forzoso del Teodolito y Señales



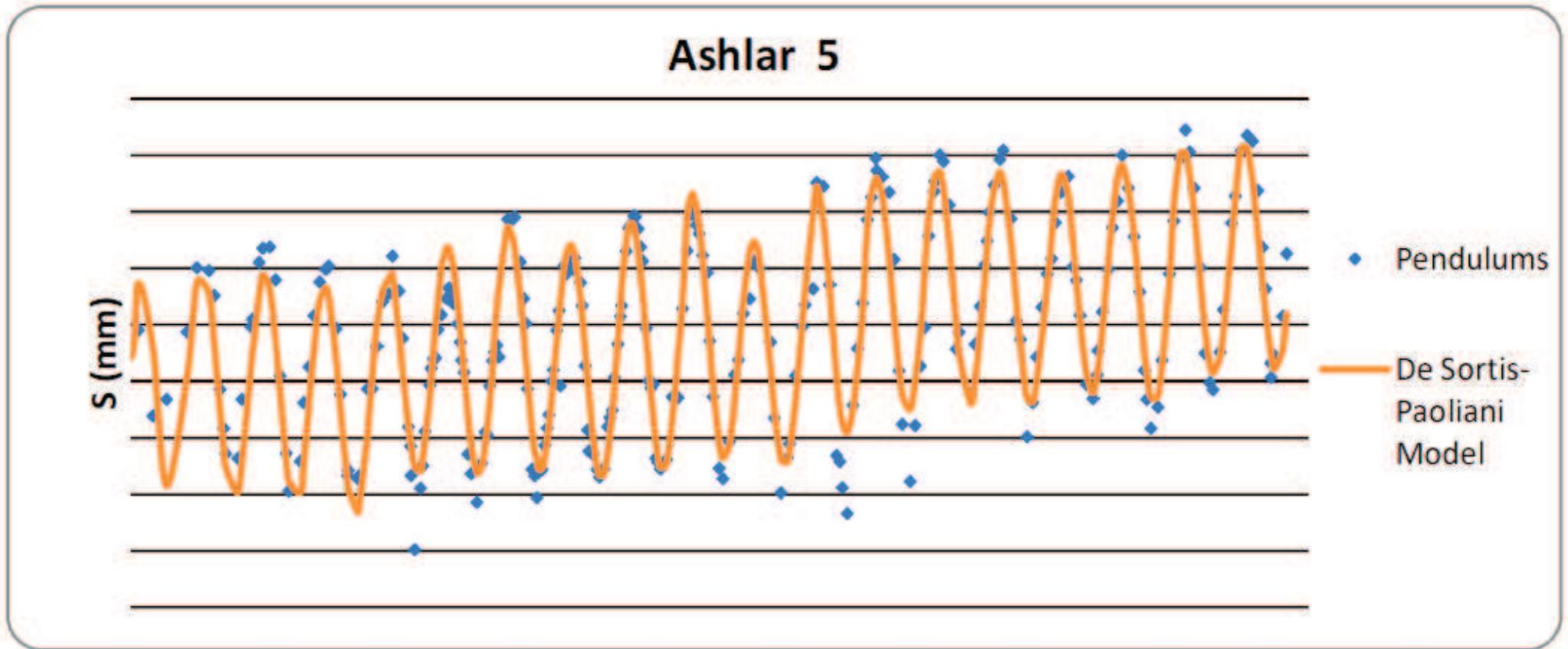


Fig. 3. Upstream - downstream crest displacement for Genna Is Abis dam ashlar 5 - De Sortis - Paoliani Model.

Ashlar 19

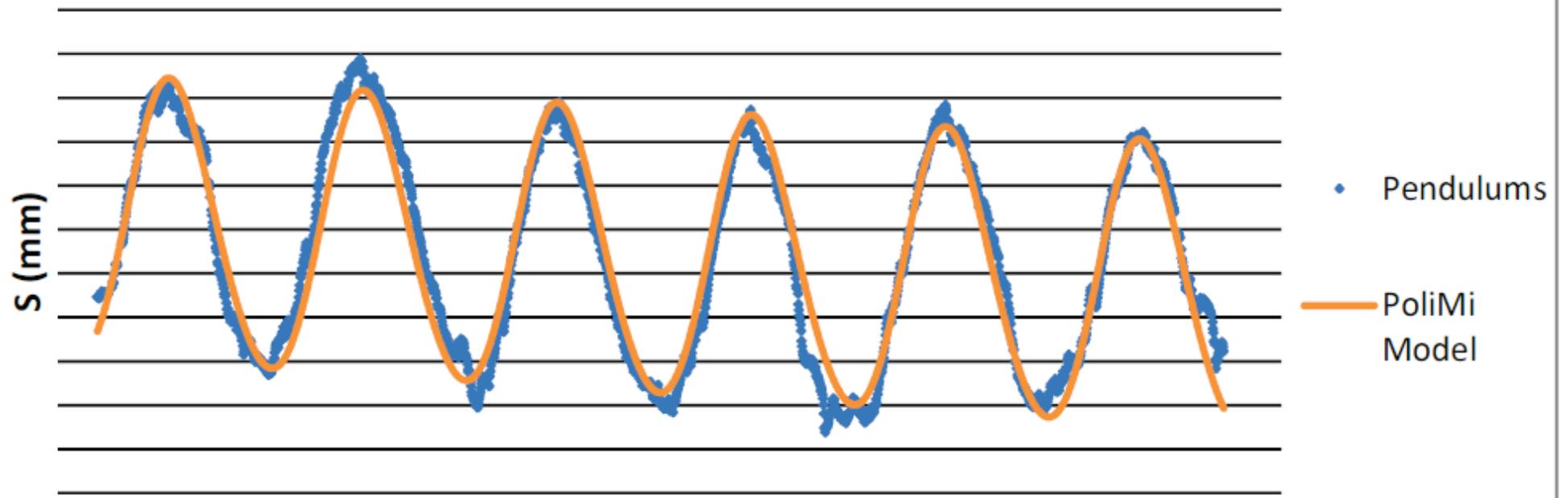


Fig. 5. Upstream - downstream crest displacement for Cantoniera dam, ashlar 19

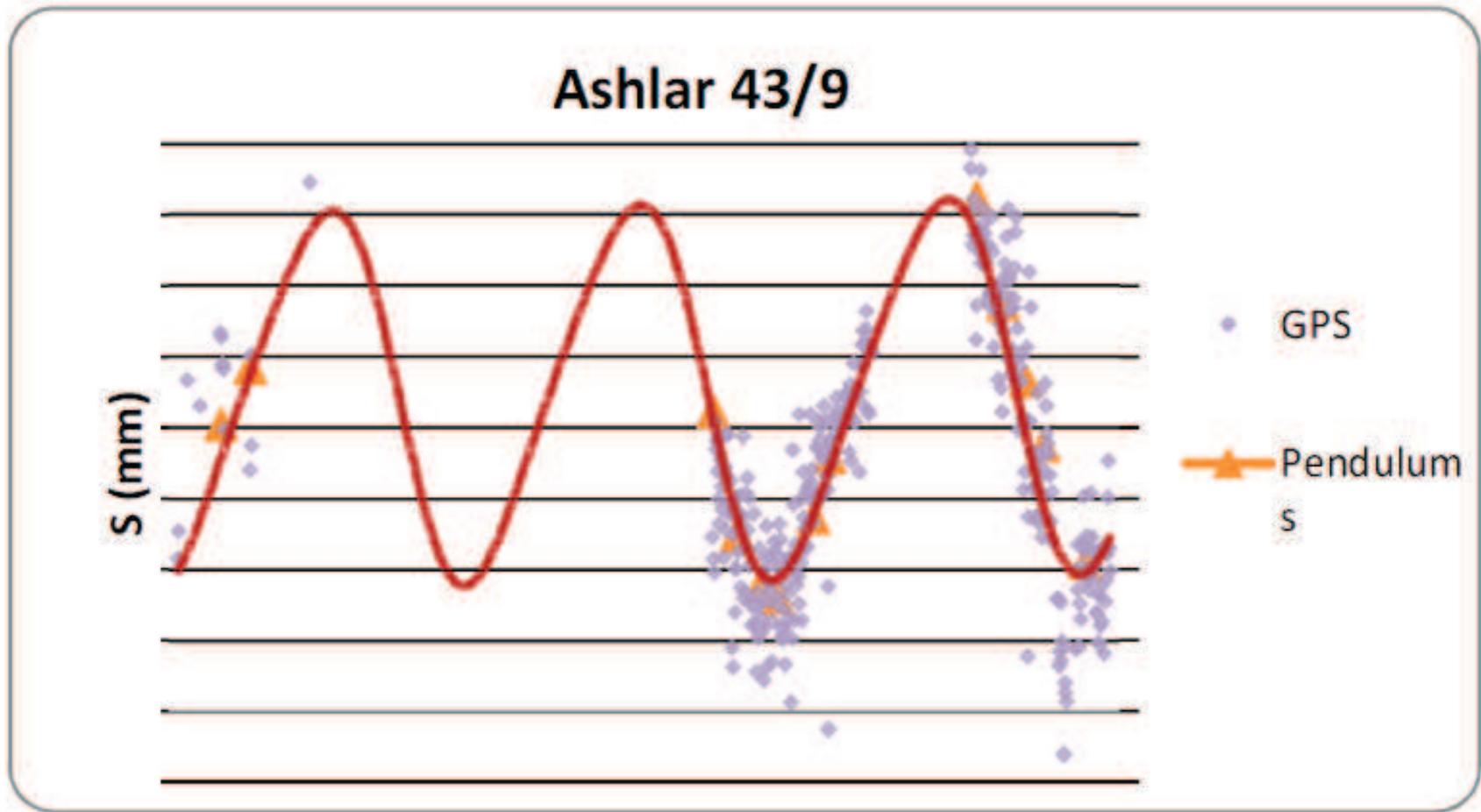


Fig. 10. Genna Is Abis dam: GNSS estimated and pendulum model displacements on ashlar 43/9

Premisa importante:

Los movimientos y deformaciones de las referencias deben ser determinados por más de un método de observación.

Por ejemplo, los desplazamientos de puntos del coronamiento podrían ser detectados mediante poligonales, plomadas y eventualmente por GPS.

La concordancia entre resultados provenientes de estas metodologías permite evaluar el grado de exactitud de los resultados.

Equipos interdisciplinarios

El análisis de las observaciones microgeodésicas debe ser efectuado por equipos integrados por expertos en mediciones, cálculo y compensación, ingenieros afectados al proyecto y a la construcción de las obras y geólogos.

Otros tipos de auscultación como la geofísica y la geoquímica deberían obviamente ser también representados.

El peor de los efectos ambientales es el que generaría una hipotética ruptura total o parcial de la obra, con consecuencias sociales y económicas de importantísima magnitud.

La auscultación microgeodésica se constituye en una herramienta idónea para razonablemente controlar el comportamiento dimensional real de las obras y del terreno que las soporta, permitiendo efectuar alertas tempranas.

La necesidad de planificar y ejecutar estos trabajos en forma racional y con la debida continuidad en el tiempo, se irá acentuando en in mundo que requerirá crecientes cantidades de agua y energía, con mayores concentraciones poblacionales en las zonas afectadas

La mayor tecnología disponible deberá ser manejada por profesionales especializados que a su vez tengan aptitudes para integrar equipos multidisciplinarios como requisito insoslayable para garantizar la correcta interpretación de los resultados.



<i>Clasificación de las Presas Bureau of Reclamation (1970)</i>			
Según su Función	Presas de Embalse		
	Presas de Derivación		
	Presas de Retención		
Según sus Características Hidráulicas	Presas Vertedero		
	Presas no Vertedero		
Según los Materiales Empleados	Presas de Suelo	<i>Presas Homogéneas</i>	
		<i>Presas Heterogéneas o de Zonas</i>	
		<i>Presas de Pantalla</i>	
		Presas de Escollera	
		Presas de Hormigón	<i>Presas de Gravedad</i>
			<i>Presas de Arco</i>
			<i>Presas de Pantallas</i>
			• <i>Directriz Plana</i>
			<i>(Pantalla Plana)</i>
			• <i>Directriz Curva</i>
		<i>(Bóvedas Múltiples</i>	
		<i>y Cúpulas Múltiples)</i>	
		<i>Presas de Contrafuertes o Aligeradas</i>	

Tabla 1.1. Clasificación de Presas, Bureau of Reclamation (1970)

		<i>Volumen de la presa</i>	
<i>Presa</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Miles de m³</i>	<i>Año de finalización</i>
Syncrude Tailings	Canada	540,000	UC
Chapetón	Argentina	296,200	Proyecto
Pati	Argentina	238,180	Proyecto
New Cornelia Tailings	United States	209,500	1973
Tarbela	Pakistan	121,720	1976
Kambaratinsk	Kyrgyzstan	112,200	UC
Fort Peck	Montana	96,049	1940
Lower Usuma	Nigeria	93,000	1990
Cipasang	Indonesia	90,000	UC
Atatürk	Turkey	84,500	1990
Yacyretá-Apipe	Paraguay/Argentina	81,000	1998