

# CLASIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN VISIÓN INSTRUMENTISTA

*Enrique Rosa Vollmann  
Instrumentista INH*

Debido a la gran diversidad de tecnologías disponibles en los instrumentos de medición actuales y, a la necesidad de establecer metodologías de medición que permitan asegurar la calidad de las mediciones, se ha propuesto ordenar los distintos instrumentos creados para medir variables ambientales, tanto sobre la superficie del agua, como bajo ésta, en tres categorías. Esta clasificación permite, tanto entender la metodología utilizada en las mediciones, como las fortalezas y debilidades de cada uno, así como también las providencias que deben ser consideradas en cada caso, para garantizar una medición confiable.

## Instrumentos de Primer Orden



Se clasifican como tal, los que miden directa o casi directamente la o las variables físicas de interés. Es el caso de un flujómetro de hélice, donde la velocidad de rotación de la misma, es función directa de la transferencia de energía del escurrimiento del agua por desviación y deslizamiento, e inversa de la fricción. Los rotámetros, o flujómetros de vano de velocidad constante, también son un buen ejemplo de la clasificación de Primer Orden, como lo es también el termómetro de mercurio.



La simpleza de estos instrumentos les confiere gran confiabilidad.

## Instrumentos de Segundo Orden



Si utilizamos fenómenos distintos pero relacionados con los que nos interesa medir, clasificamos al instrumento en esta categoría. Siguiendo el ejemplo anterior, un flujómetro Inductivo sería un caso. Este utiliza el Efecto Faraday (Efecto Faraday-Newman según algunas apreciaciones). La diferencia de tensión generada entre dos electrodos, es proporcional a la intensidad del campo magnético presente, cuyas líneas cortan perpendicularmente la horizontal de los electrodos, y a la velocidad con que escurre el agua, como hilo conductor, entre éstos.

También es el caso de un flujómetro Acústico, ya sea por medio del Efecto Doppler, o del método Tiempo en Tránsito. Tanto en estos casos, como en el Inductivo, se utiliza un fenómeno asociado a la variable principal a medir.

Otro tanto ocurre con un termómetro IR, que mediante la observación de la intensidad y corrimiento de frecuencia de la radiación secundaria infrarroja emitida por un objeto, determina la temperatura superficial de éste.



Debido a la incorporación de un mayor número de variables que deben ser controladas, para garantizar la confiabilidad de la medición, y al hecho de usar fenómenos asociados, se clasifican como “Segundo Orden”.

Esta clasificación no implica ningún juicio con respecto a la exactitud del instrumento, ya que ésta depende del diseño y construcción, así como de su calibración, independiente de si es de Primer Orden o de Segundo Orden.

## Instrumentos de Tercer Orden

Son aquellos que se componen de un sistema de instrumentos y, mediante algoritmos, determinan el vector final. Es el caso del ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), que se compone de tres o cuatro flujómetros acústicos (dependiendo del fabricante), que mediante ventanas temporales, permiten determinar un vector a distintas distancias del transductor. Los tres o cuatro vectores correspondientes a cada distancia son sumados mediante un algoritmo propio del fabricante, que incorpora métodos de verificación de inconsistencias, para determinar el vector final, que debiera corresponder a la corriente real.



Por ser instrumentos compuestos, que pueden estar formados indistintamente por instrumentos de Primer Orden como de Segundo Orden, que requieren de un proceso de cálculo posterior, para determinar mediante lecturas compuestas, un vector, se clasifican en esta categoría.

Son instrumentos que ofrecen muy baja confiabilidad, por el gran número de variables que le afectan, y siempre, por lo tanto, deben ser validados, ya sea mediante mediciones puntuales utilizando instrumentos de los primeros dos órdenes, y/o mediante un modelo matemático que represente adecuadamente el sistema de variables principales involucrado.

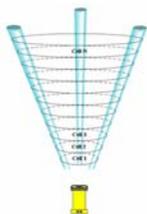
Por años, desde su aparición, los ADCP han sido objeto de críticas y elogios. Muchos usuarios han utilizado sus datos para la calibración de Modelos Matemáticos, sin embargo, los resultados diversos de esta práctica, ha llevado a realizar estudios más profundos.

La evolución de la experiencia ha propuesto las siguientes conclusiones;

**Soulsby (1980)** establece empíricamente, que es necesario un mínimo de 30 burst para obtener una lectura de velocidad media, con objeto de filtrar los flujos ascendentes y descendentes. Estos siempre están presentes en un perfil a aforar en el mar, por corrientes térmicas, peces, corrientes de mareas influenciadas por las singularidades del fondo y de las corrientes dominantes. Los flujos ascendentes y descendentes normalmente no se presentan en sincronismo en todas las celdas de todos los haces.

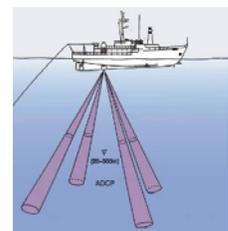
**Nezu y Nakagawa (1993)** determinaron que el mínimo para discriminar el flujo normal de las turbulencias es de 100 burst.

**Barua y Rabman (1998)** verificaron en mediciones con ADCP, en perfiles del río Jamura, en Bangladesh, a una resolución de 2 Hz, que se requirió un mínimo de 15 minutos de promedio de lecturas (1800 burst) para filtrar las turbulencias en el flujo.



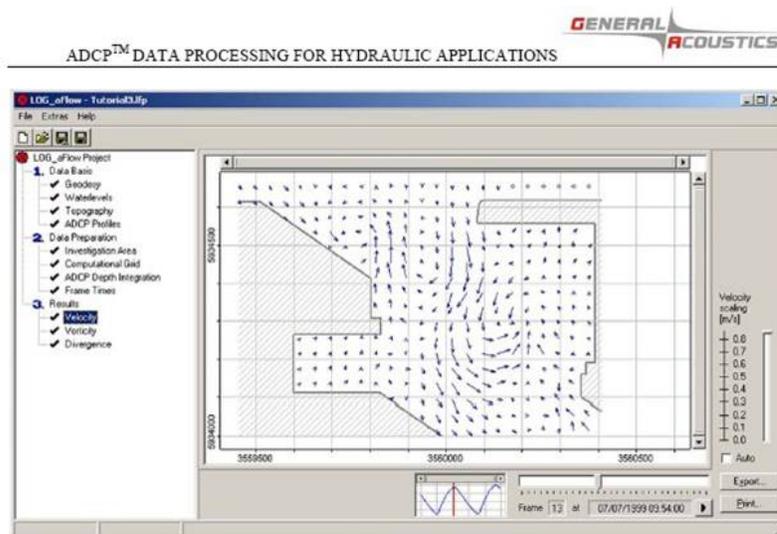
Al instalar un ADCP en el fondo marino, verticalmente hacia la superficie, su posición estática permite medir promediando una secuencia de burst, para filtrar las microturbulencias, siguiendo las sugerencias arriba citadas. Pero otro es el caso de utilizar el ADCP en el modo Bottom Tracking, donde se han observado severas inconsistencias en sus mediciones, principalmente cerca de la costa, o bordes de riberas en el caso de estuarios, como también canales.

Lo anterior obedece a que la proyección en ángulo de los haces del instrumento, obligan a registrar eventos no sincronizados, como las microturbulencias que son mayores en las orillas, sin tener tiempo estático suficiente para capturar una secuencia a promediar, ya que se mantiene en trayectoria rectilínea constante.



Se han propuesto métodos para verificar y validar estas mediciones, para no desperdiciar la gran utilidad de este instrumento en determinar el perfil de corrientes de un canal o estuario con rapidez y economía. Uno de los métodos es disponer estratégicamente en algunos puntos considerados claves o representativos del perfil a medir, correntómetros de Primer Orden, para comparar sus mediciones puntuales con la zona correspondiente medida por el ADCP.

El segundo método, considerado ya estándar por los Instrumentistas Oceanográficos, es validar mediante un modelo matemático, generado con la topo-batimetría, que considera los fenómenos macro de las corrientes generadas por mareas, o por mediciones de aforos parciales. El modelo mas aceptado por la comunidad instrumentista, que permite verificar los perfiles de corriente medidos por ADCP, mediante pronóstico, es el desarrollado por el Dr. Volker Müller, de General Acoustics GmbH, llamado LOG-aFlow.



## Conclusión

La clasificación propuesta, facilita la comprensión de las características básicas de los instrumentos de medición, su selección para las distintas aplicaciones, en base a sus fortalezas y debilidades, como también considerar fácilmente los resguardos pertinentes en la verificación y validación de sus mediciones.

**Enrique Rosa Vollmann**  
*Instrumentista*