

HIDROLOGÍA

CALIDAD A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN Y EL DISEÑO

Marzo 2017



Energy, Water, Environment.
Global Sustainable Solutions.

03 Hidrología

La Hidrología estudia los recursos acuáticos del planeta Tierra, incluidos su origen, distribución y circulación a través del ciclo hidrológico, y su objetivo primordial es el estudio de la interrelación entre el agua y su entorno. La Ciencia Hidrológica resulta fundamental para la aplicación en los Sistemas de Alerta Temprana de Inundaciones (EWS).



Dado que la hidrología se ocupa principalmente del agua próxima a la superficie terrestre, se centra en aquellos componentes del ciclo hidrológico que tienen su origen en ésta, es decir: la precipitación, la escorrentía, caudal y el nivel, la velocidad del agua, el caudal en los ríos, así como la evapotranspiración y las aguas subterráneas.

La medida de todos esos parámetros hidrológicos constituye el objetivo fundamental del Sistema HydroMET comercializado por ENEA Grupo®. Los distintos parámetros se miden utilizando sensores específicos para determinar la precipitación, la escorrentía, el caudal, el nivel, la velocidad del agua, etc., todos ellos conectados a nuestra Unidad de Adquisición y Transmisión Remota de Datos de Bajo Consumo HYDRODATA-2000/3000. La transmisión de datos puede realizarse mediante red celular GPRS/3G, Radio Punto-a-Punto / Punto-a-Multipunto o vía Satélite, así como la implementación de soluciones mixtas y/o con redundancias.

Gracias al bajísimo consumo de energía de las soluciones de ENEA Grupo®, nuestras estaciones hidrológicas automáticas pueden instalarse en emplazamientos remotos desatendidos, funcionando mediante baterías y regulador de carga internos, todo ello montado de forma compacta en una caja envolvente estanca a las inclemencias meteorológicas, más un panel solar externo de reducidas dimensiones.

Caudal y nivel de agua en Tiempo Real – Sistema HydroMET



El caudal de agua en un momento determinado es el volumen de agua que fluye a través del canal de un río y, normalmente, se mide en metros cúbicos por segundo. ENEA Grupo® ofrece soluciones específicas para la medida continua del caudal y del nivel de agua, con transmisión de datos en tiempo real.

Para medir ininterrumpidamente el nivel del río, almacenando todos los datos de nivel en su memoria interna, se pueden conectar a nuestro Datalogger HYDRODATA sensores de nivel de agua de diferentes tecnologías:

- Sin contacto: RADAR, Ultrasónicos, y
- Sumergidos: Hidrostáticos, de Burbujeo, etc.



La unidad HYDRODATA también permite conectar medidores de velocidad superficial del agua tipo RADAR Doppler, almacenando los datos de velocidad en su memoria interna. Tomando como base los datos promediados de nivel de agua y velocidad superficial en periodos de tiempo programables, es posible calcular el caudal del río en tiempo real mediante una ecuación ajustada para cualquier sección transversal específica del río.

¿Cómo funciona el Sistema de Medida de Velocidad superficial del agua por RADAR Doppler?

La velocidad superficial se mide utilizando el efecto Doppler. Se transmite hacia la superficie del agua una señal de radar con una frecuencia de 24 GHz. Esta señal es parcialmente reflejada con una frecuencia diferente debido al efecto Doppler cuando el agua está en movimiento. Se realiza un análisis espectral de la señal reflejada, lo cual permite calcular la velocidad en la superficie del agua "Vs". La señal de radar debe ser transmitida con un cierto ángulo respecto a la superficie del agua. Este ángulo se mide internamente para corregir automáticamente la velocidad calculada.

¿Cómo se calcula el caudal?

Una metodología corrientemente aplicada para medir y estimar el caudal de agua está basada en una forma simplificada de la ecuación de continuidad. Esta ecuación implica que, para cualquier fluido incompresible, tal como el agua líquida, el caudal (Q) es igual al producto de la sección transversal de la corriente de agua (S) por su velocidad media (Vm). Así, pues, el caudal “Q” se determina mediante la ecuación de continuidad:

$$Q = V_m \cdot S$$

La sección transversal mojada “S” como función del nivel de agua ($S=f(l)$), está determinada por el perfil de sección transversal en el punto de medida.

El sistema de RADAR no mide la velocidad media “Vm” sino la velocidad superficial “Vs”, es decir, la velocidad media se calcula con el factor de conversión “k”, mediante la fórmula:

$$V_m = V_s \cdot “k”$$

Así, conforme a la ecuación de continuidad:

$$\text{Caudal: } Q = V_s \cdot “k” \cdot S$$

El factor k puede determinarse bien mediante una medida de referencia, por ejemplo, mediante un Perfilador de Corrientes Doppler Acústico (ADCP) o mediante un modelado específico. El nivel de agua, el factor k y el área de sección transversal se almacenan en la unidad HYDRODATA, haciendo posible calcular y obtener en tiempo real el caudal directamente a partir de la medición de velocidad superficial y nivel del agua.

Caudal de agua y Sistemas de Alerta Temprana por Inundaciones

Es importante señalar que la medida de caudal de agua en tiempo real constituye un input fundamental para el Sistema de Alerta de Lluvia y el Sistema de Alerta Temprana (EWS) comercializados por ENEA Grupo®, en combinación con la implementación de una red pluviométrica adecuada, que debe instalarse aguas arriba de la cuenca de drenaje.



Esto permite conocer con antelación la intensidad y la duración correspondientes de las precipitaciones con el fin de determinar el volumen total de precipitaciones en la cuenca durante un determinado periodo de tiempo cuando el objetivo sea determinar condiciones de detección del riesgo de inundación para alertar a la población.

Sin embargo, la predicción del nivel del río no solo depende de la intensidad y de la cantidad de precipitaciones, sino que hay también muchos otros factores que deben contemplarse para ajustar un modelo predictivo de riesgo de inundaciones. Los factores de evapotranspiración y de almacenamiento son muy conocidos, pero también se indican a continuación otros factores que afectan al caudal:



- Tipo de roca y de suelo (suelos permeables o no rocosos)
- Uso del terreno (áreas urbanas o rurales, manto de vegetación, deforestación, saturación del terreno y escorrentía de superficie).
- Precipitaciones de lluvia (tipo e intensidad o acumuladas).
- Relieve (unas pendientes pronunciadas significan que es probable que las aguas pluviales discurran directamente sobre la superficie antes de poder infiltrarse en el terreno).
- Condiciones meteorológicas y climáticas (climatología seca y cálida, evaporación, terreno congelado).

Medida de Caudal de Agua mediante Perfiladores de Corrientes Doppler Acústicos (ADCPs)

En los últimos años, los avances tecnológicos han permitido obtener medidas del caudal utilizando un Perfilador de Corrientes Doppler Acústico (ADCP). Un ADCP hace uso de los principios del efecto Doppler para medir la velocidad del agua en toda la sección transversal, pero este procedimiento para medir el caudal de un río se ejecuta en un determinado momento y, en consecuencia, se trata de una medición individual que no permite obtener datos de caudal continuos y en tiempo real.

En este método, se mide toda la sección transversal de la corriente del río por un procedimiento acústico de batimetría del fondo y se subdivide en numerosas subsecciones verticales. En cada subsección, se predefine su área “s” y se calcula su velocidad media asociada. El caudal en cada subsección se calcula multiplicando el área transversal de la misma por las velocidades individuales medidas. A continuación, se calcula el caudal total integrando el caudal de todas la subsecciones de la sección transversal completa del río.

Para realizar una medida del caudal, el ADCP se monta en un bote o en una pequeña embarcación con sus haces acústicos dirigidos hacia el interior del agua desde la superficie de ésta. Acto seguido, se guía el ADCP a través de la superficie del río para obtener mediciones de velocidad y profundidad a través del canal.

La capacidad de batimetría del fondo del río que brinda un ADCP Portátil con GPS es utilizada para realizar un rastreo a medida que avanza el ADCP a través del canal y proporcionar medidas del ancho del canal. Utilizando las medidas de profundidad y de anchura para calcular el área y la velocidad, el ADCP calcula el caudal utilizando también la ecuación $Q = V \times S$, de manera similar al método de un medidor de corrientes convencional.

Perfiladores de velocidad horizontales del agua (H-ADCPs)

El ADCP está disponible también en una versión horizontal (H-ADCP) que puede conectarse a nuestro Datalogger HYDRODATA para la obtención de medidas y la transmisión de datos en tiempo real.



El H-ADCP compacto es un ADCP orientado horizontalmente, de dos haces, concebido para obtener datos de velocidad de alta precisión con alcances de hasta 300 metros, utilizando entre 1 y 128 células de datos. Este dispositivo, conectado a nuestro Datalogger HYDRODATA, permite obtener una calidad de datos sin rival, incluso a bajas velocidades y en flujos complejos, en los cuales no se puede obtener suficiente información si se hace uso de una única célula.

En combinación con nuestra unidad HYDRODATA, nuestra solución resulta ideal para su uso en ríos, estuarios, canales abiertos, puertos marítimos y puertos deportivos para realizar medidas en tiempo real con transmisión de datos vía GPRS/3G, Radio, Satélite INMARSAT o conectada a una línea de fibra óptica disponible en el puerto.