



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

# ***RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE YESA***

---

***SOBRE LA SEGURIDAD DEL EMBALSE***

Marzo 2013



**INGENIERÍA DEL SUELO, S.A.**



## ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LA MARGEN DERECHA.....	3
3. ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN DE LA PRESA. ANTECEDENTES .....	9
4. VARIABLES EXTERNAS .....	15
5. PIEZÓMETROS DEL CIMIENTO.....	17
5.1 Caudales de filtración.....	18
5.2 Desplazamientos de la cimentación .....	22
6. DATOS DE LA ESTRUCTURA DEL CUERPO DE PRESA.....	26
6.1 Movimientos horizontales de la coronación .....	26
6.2 Movimientos verticales de coronación .....	28
6.3 Péndulos directos .....	32
6.4 Movimiento de las juntas.....	37
7. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD .....	42
7.1 Rasgos especiales del comportamiento .....	42
7.2 Empuje de la ladera contra la presa .....	46
7.3 Riesgo de levantamiento del estribo derecho .....	48
7.4 Efectos de un eventual deslizamiento del lóbulo derecho.....	55
7.5 Efectos de un eventual deslizamiento aguas abajo.....	58
8. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60

APÉNDICE: Datos de auscultación



## 1. INTRODUCCIÓN

La ladera derecha de la cerrada de Yesa se mueve. El movimiento ha sido detectado prematuramente mediante la especial instrumentación dispuesta en esa zona.

En agosto de 2012 se comenzaron las tareas de estudio de detalle de este problema. En aquella fecha no existía ningún síntoma externo que indicase que tal movimiento existía. No se vieron grietas en el terreno ni tampoco en las carreteras y calles asfaltadas de las urbanizaciones que existen en esta zona. Pero el movimiento existía y se pudo incluso detectar la velocidad del mismo. En aquella época se medían velocidades del orden de algunos milímetros mensuales.

Iniciada la fase de estudio de detalle, se acometieron varias tareas. La primera y principal fue comenzar las labores de refuerzo del estribo derecho de la presa, añadiéndole peso para mejorar su estabilidad. Además, se instaló un sistema de alta precisión para poder medir mejor los movimientos.

Con el paso del tiempo las velocidades del movimiento de la ladera han ido aumentando llegando a alcanzar, en algunas zonas, valores próximos a los 5 mm/día (mediados de febrero de 2013) existiendo ya agrietamientos en la carretera nacional (zona de aguas arriba) pero seguían sin ser evidentes en otras zonas.

Como consecuencia de estas velocidades de movimiento y según las directrices que en su día se acordaron entre los técnicos que estudian este problema, se recomendó comenzar el descabezado de la ladera y la evacuación de las viviendas ubicadas en la zona que se mueve. Y así se hizo.



Hoy, cuando se escribe este informe, el movimiento sigue en marcha pero las velocidades del movimiento han descendido algo; quedan por debajo de 3 mm/día.

Siempre que ocurre un incidente notable que pueda afectar a la seguridad de una presa es obligado realizar una revisión de su seguridad y, en caso de sospecharse algún peligro, tomar las medidas previstas en el plan de emergencia. Este informe es un avance del estudio de seguridad que se escribe con carácter de urgencia para ayudar en la toma de las decisiones correspondientes.



## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LA MARGEN DERECHA

Existen otros documentos donde se describen distintos detalles de los movimientos de la ladera en cuestión. Aquí para dar una idea general de las características de este movimiento, se incluye el dibujo de Fig. 1.

En esa planta puede verse que la zona que experimenta movimientos tiene una anchura máxima de unos 270 m y una distancia en planta entre pie y cabeza, del orden de 570 m. Pero los límites de corrimiento no son aún visibles en la mayor parte del contorno y como consecuencia este dibujo aún es impreciso.

El área, en planta, de la zona que se mueve se estima en unas 15 has, pero, como se dice no es aún fácil cartografiar los bordes de la zona móvil porque aún no quedan nítidamente marcados en la mayor parte del contorno.

El volumen del corrimiento es mucho más difícil de precisar. Por los datos inclinométricos, ayudados con la interpretación geológica, se estima que el volumen de roca en movimiento es del orden de 4 hm<sup>3</sup>.

Los datos más recientes del movimiento observado se reflejan en Fig. 2 (desplazamientos horizontales) y en Fig. 3 (desplazamientos verticales).

De la observación de estas plantas se deduce que existe una mayor actividad en la zona de aguas arriba, en el denominado "lóbulo derecho" de la zona móvil. En esa zona de aguas arriba ya van siendo más patentes algunas grietas que delimitan su contorno.

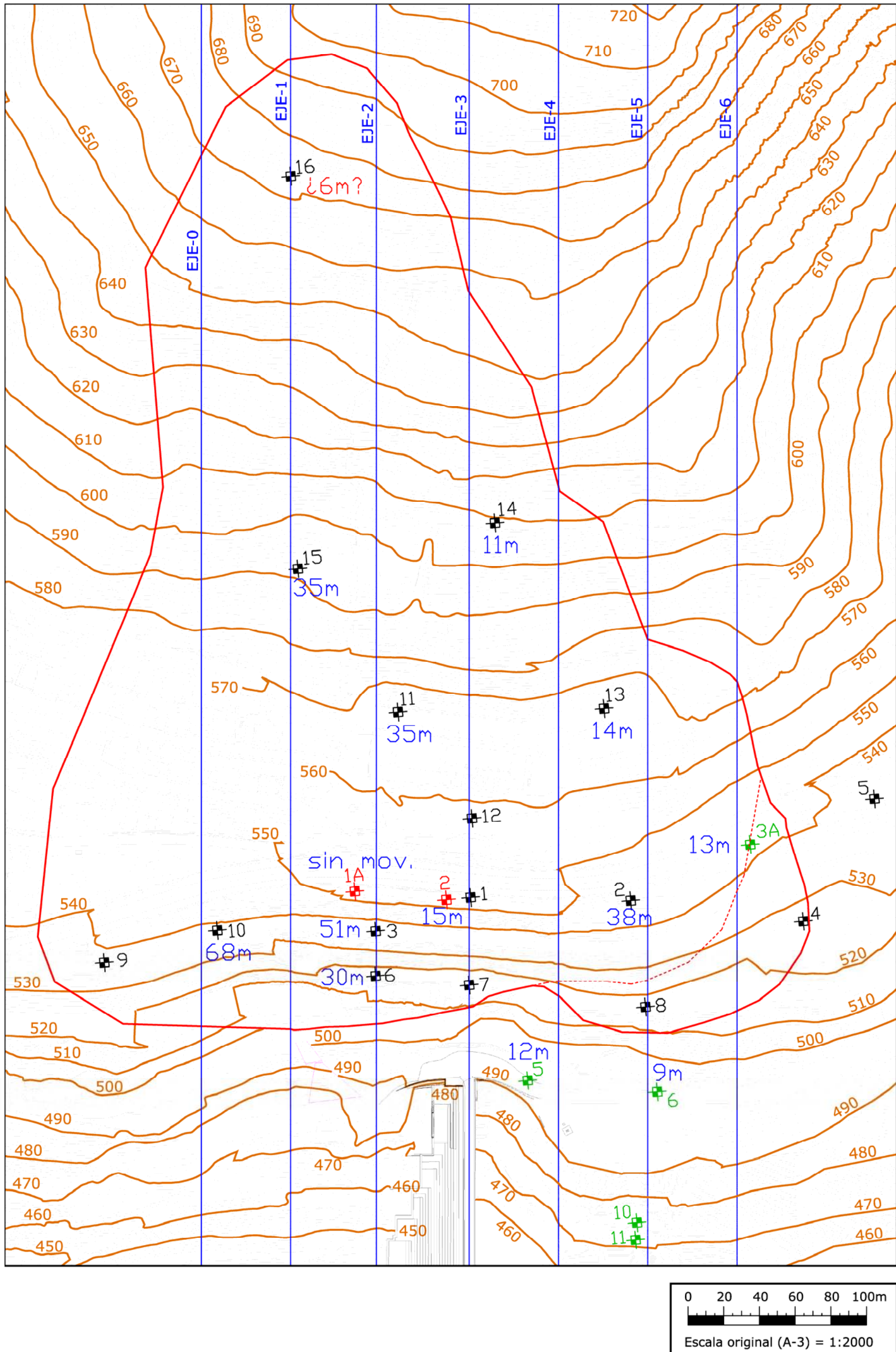


Fig. 1.- Planta de la zona en movimiento, con indicaciones de la profundidad de la eventual superficie de despegue

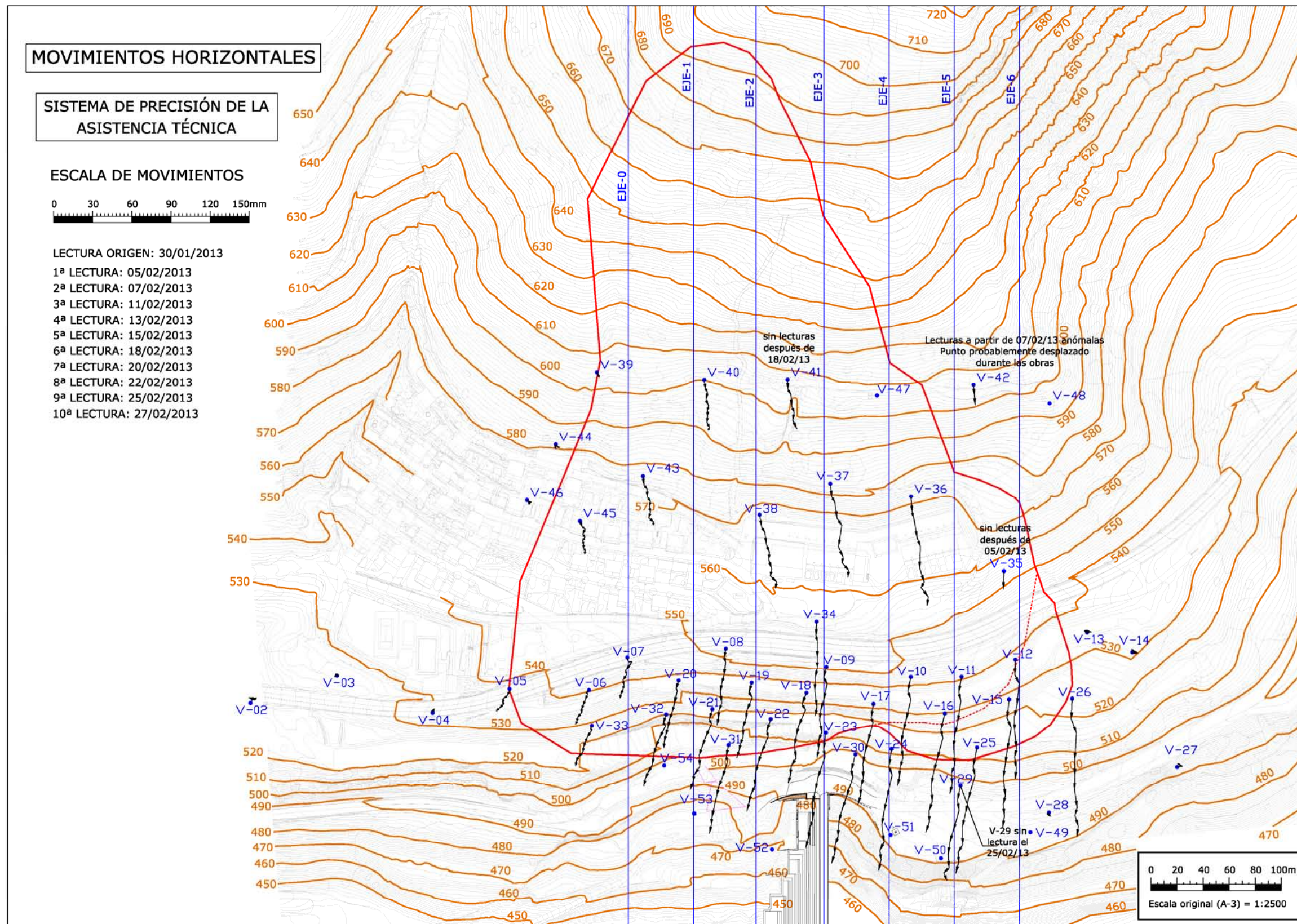


Fig. 2.- Desplazamientos horizontales

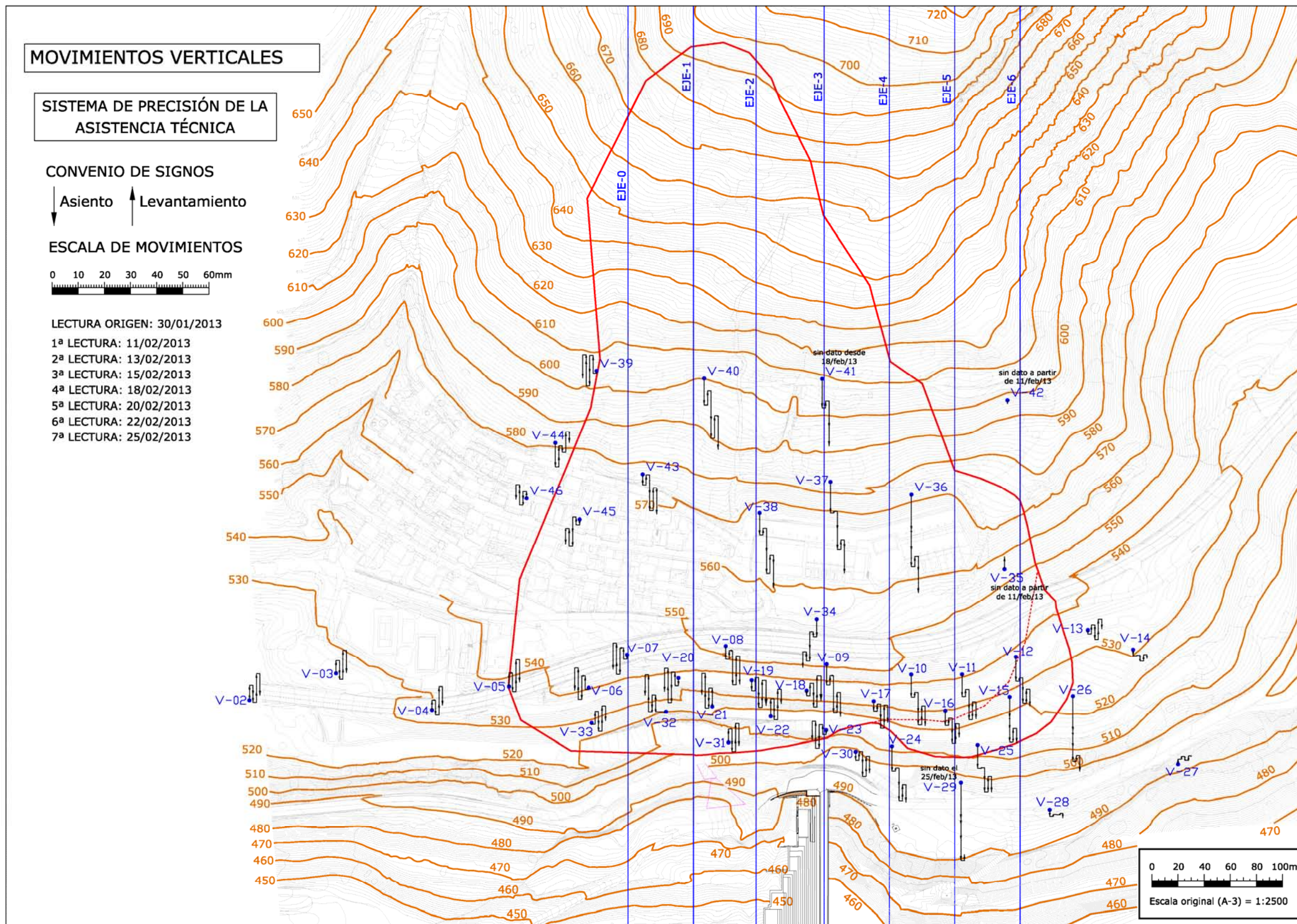


Fig. 3.- Desplazamientos verticales





Finalmente, para poder apreciar la evolución de las velocidades de movimiento se incluyen, en un apéndice, los datos de evolución temporal del movimiento hacia el cauce (coordenada Y) de cada punto de observación. Aquí en esta memoria se trae, a modo de ejemplo la evolución de dos puntos representativos del movimiento: uno, más activo, que es el correspondiente al V-16 (lóbulo derecho) y otro menos activo que es el punto V-20 (zona de aguas abajo). Ver Fig. 4.

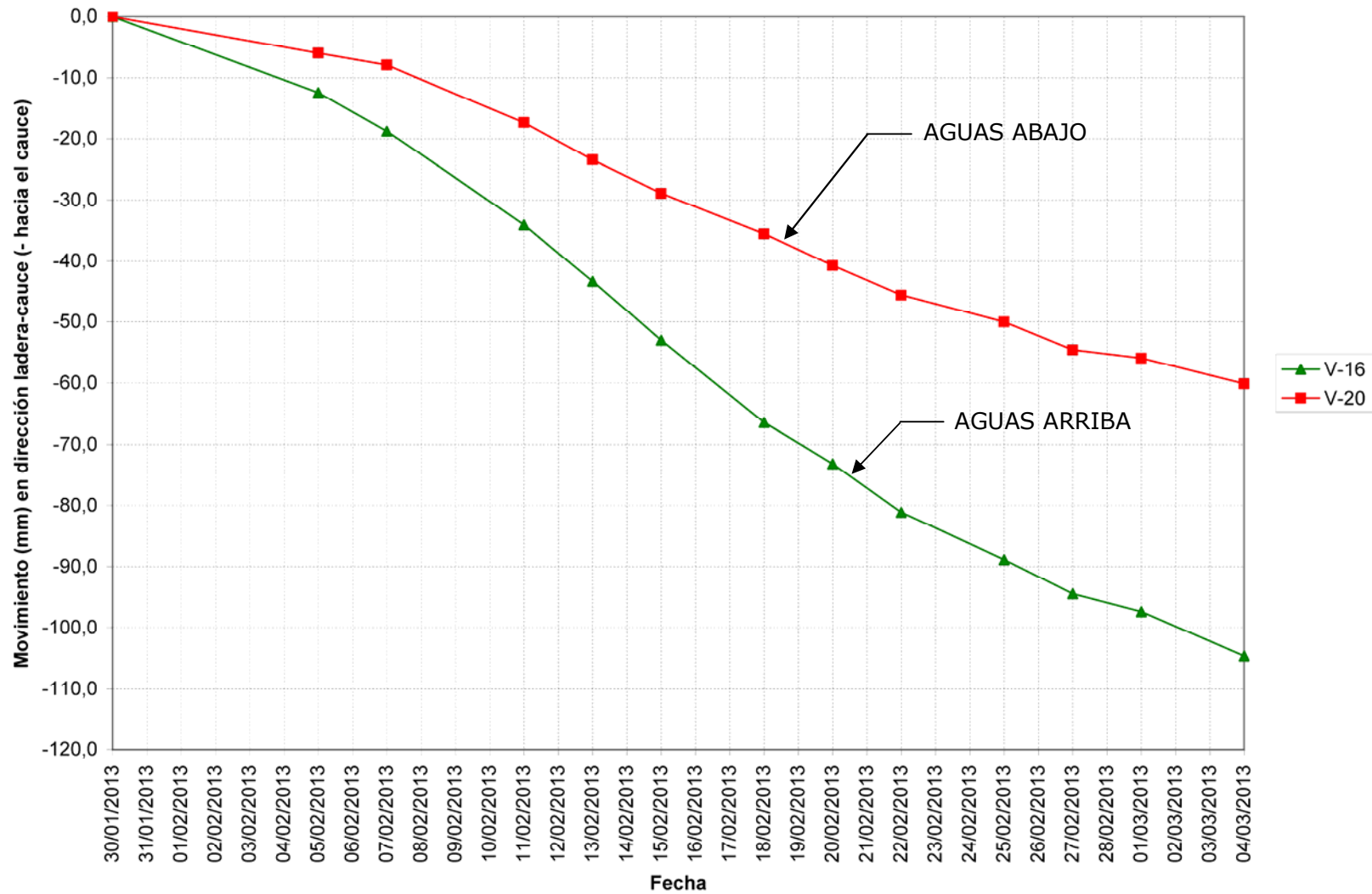


Fig. 4.- Evolución del desplazamiento en planta de dos puntos representativos

### 3. ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN DE LA PRESA. ANTECEDENTES

No se tienen noticias de que exista auscultación previa al año 1996. Pero este extremo habrá que aclararlo porque podría ser de gran utilidad aquella información antigua.

Desde 1996, la presa consta de los equipos de auscultación que se indican de forma esquemática en Fig. 5. Existen:

- Péndulos en dos bloques altos: B-9 y B-15.
- Algunos piezómetros en el cimiento (8 uds).
- Aforadores de caudal de filtración en cada margen (2 uds).
- Se controla el movimiento de las juntas.
- Existe un control de nivelación y colimación de coronación.

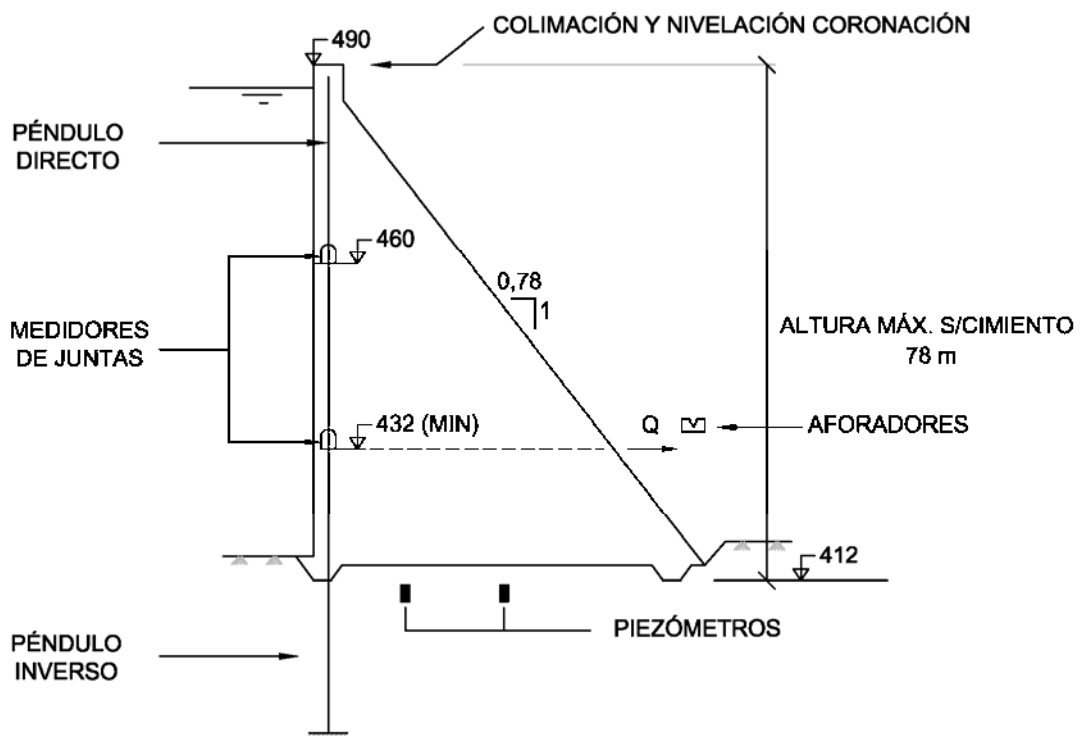


Fig. 5.- Esquema de la auscultación de la presa de Yesa



En presas que hayan sufrido alguna anomalía, existe siempre alguna auscultación específica destinada a su estudio. No es el caso de Yesa que, hasta muy recientemente, ha sido considerada de comportamiento normal.

Los datos más antiguos de la auscultación de esta presa, conocidos por quien suscribe, son los que figuran en un informe que realizó una casa especialista bien acreditada (Ofiteco) en septiembre de 1998 que recoge datos de auscultación empezando en abril de 1996. Quien suscribe no tiene información más antigua.

Aquel informe fue analizado en su día por quien suscribe. De los resultados de aquel análisis (datos de los años 96 a 98) se desprendieron algunas conclusiones que ahora son nuevamente de interés y que se resumen en lo que sigue.

- a) Debido a los dos llenados de aquellos dos otoños-inviernos la coronación de la presa se desplazó en la zona central del orden de 10 mm, en cada uno de ellos, volviendo la coronación a su posición original del final del verano.
- b) La subpresión que actúa en el cimiento de la presa es similar a la que suele suponerse en este aspecto para los proyectos en la situación de drenaje eficaz.
- c) El caudal de filtración en margen derecha crece notablemente cuando el embalse supera la cota 472-474.
- d) El caudal de filtración en margen izquierda crece linealmente con el nivel del embalse.



- e) Viendo los giros del cuerpo de presa, en los períodos de embalse-desembalse, se deduce un comportamiento esencialmente elástico del cimiento con un módulo de deformación próximo a los 5 GPa.
  
- f) Los movimientos registrados por los medidores de juntas son muy pequeños, en general de un orden de magnitud similar a la precisión del sistema.

Hoy, quince años después, existen otros informes de auscultación. Se dispone del más reciente, fechado en oct. 2011, que recoge los datos de la auscultación desde oct. 2005 hasta septiembre 2011. Ha sido realizado también por Ofiteco. El lector interesado puede consultarlo en el Archivo Técnico de la Presa.

Las conclusiones más destacadas del autor de ese informe son:

- ***Desplazamientos horizontales absolutos controlados mediante péndulos:***  
*De la información obtenida con ellos, se destaca que:*
  - *Los movimientos transversales están dentro de las magnitudes medidas en otras presas de similar tipología y características geométricas. Los bloques 9 y 15 de la presa se desplazan hacia aguas abajo cuando el nivel de embalse es alto y viceversa. No se observan derivas ni tendencias claras.*
  
- ***Desplazamientos verticales absolutos controlados mediante nivelación topográfica:***  
*La información obtenida al analizar las campañas de nivelación realizadas, permite señalar que:*



- *La nivelación topográfica en coronación muestra un asiento uniforme de toda la presa, siendo algo más elevado en el estribo derecho que en el resto de la misma.*
  
- **Desplazamientos horizontales absolutos controlados mediante colimación topográfica.** *La información obtenida al analizar las campañas nos permite concluir:*
  - *Las campañas de colimación de plano vertical realizadas no muestran ningún desplazamiento residual o anomalías de algún tipo. Estos movimientos transversales al eje de la estructura evolucionan respondiendo razonablemente a las variaciones de la carga hidrostática del embalse, de manera que la coronación de la presa se desplaza hacia aguas abajo cuando el nivel del embalse asciende y hacia aguas arriba cuando el nivel baja.*
  
- **Movimientos de las juntas de retracción controladas mediante ternas de bases de defórmetro y medidores tridimensionales de junta:** *con todos los datos recogidos y analizados, se puede concluir:*
  - *Con las ternas de bases de defórmetro se han registrado movimientos de junta magnitudes mucho mayores que los obtenidos con los medidores tridimensionales. Además, los primeros tienen un patrón de comportamiento que está claramente influenciado por la temperatura del aire y la carga hidrostática del embalse, lo que en los segundos no es tan claro, o es incluso inexistente.*
  
  - *Los movimientos medidos en las juntas de retracción durante todo el período controlado son muy reducidos, lo que indica una situación general de gran estabilidad.*



- *En las juntas en las que se han instalado ternas de base de defórmetro en las dos galerías, ambos grupos registran movimientos similares y de prácticamente la misma magnitud, lo que confirma la gran representatividad de los datos obtenidos.*
- *En función de los datos obtenidos con las ternas de bases de defórmetro se puede afirmar que la temperatura de las juntas está básicamente influenciada por la onda térmica del aire, abriéndose las juntas en los meses fríos y cerrándose en los meses cálidos. Este comportamiento se interrumpió de forma anómala y sin causa razonable a finales del año 2008, registrándose cierres de las juntas con temperaturas del aire bajas y aperturas máximas con temperaturas del ambiente altas, lo que se prolongó durante el año 2009.*
- *Los datos obtenidos con las ternas de bases de defórmetro indican que, los deslizamientos verticales (eje Z) entre los bloques que forman cada junta son muy reducidos, y no tienen una relación clara con la situación del nivel de embalse y de la temperatura ambiente.*
- *Los deslizamientos horizontales (eje Y) registrados en las juntas de retracción con los medidores tridimensionales, aportan una información satisfactoria, ya que su variación es mínima y los pequeños valores que se obtienen, no siguen un patrón que dependa de la temperatura ambiente o de la carga hidrostática del embalse.*
- **Subpresiones.** *A la vista de los valores registrados por los piezómetros de cuerda vibrante puede decirse que:*
  - *Las pantallas de impermeabilización y drenaje presentan un comportamiento satisfactorio en todo el contacto de la presa.*



- **Filtraciones.** *En función de los datos obtenidos se sabe que:*
  - *Desde el año 2008 se ha detectado un aumento de los caudales máximos aforados, sin que sea posible determinar si dicho aumento se debe a las fugas (de válvulas) o a las filtraciones. En el último año hidrológico ese aumento se ha interrumpido, manteniéndose las filtraciones en valores muy similares a los del anterior año hidrológico.*

Como conclusión general Ofiteco dice:

*“Por todo lo anterior, se considera que el comportamiento de la Presa de Yesa durante el año hidrológico 2010-2011 es satisfactorio”.*

Aunque no se haya hecho referencia a ello en las conclusiones, Ofiteco detecta en este informe de 2011 un fenómeno claramente anormal que destaca en el cuerpo del informe al decir:

*“El clavo situado en el acceso al estribo derecho (N-B), continúa registrando un izamiento continuado, alcanzando casi 8 mm desde el año 2002, lo que puede indicar que la ladera está desplazando hacia arriba o que el clavo se ha desanclado y se mueve en la superficie de la ladera, siendo más factible lo segundo. Algo similar sucede con el clavo CL-1, del que se toman lecturas desde el cambio de la lectura origen de mayo de 2006”.*

Con estos antecedentes, sumariamente descritos, se da paso en este informe a la descripción actualizada de los datos de auscultación.





#### 4. VARIABLES EXTERNAS

Se adjuntan los gráficos de temperatura exterior y pluviómetros actualizados en el Apéndice correspondiente.

Por su especial interés se trae aquí, a esta Memoria el gráfico de precipitaciones. Ver Fig. 6. Se aprecia lo extraordinario de los últimos tiempos con mucha mayor pluviometría que lo normal.

No existe, sin embargo, anomalías significativas en el régimen de temperaturas del ambiente.

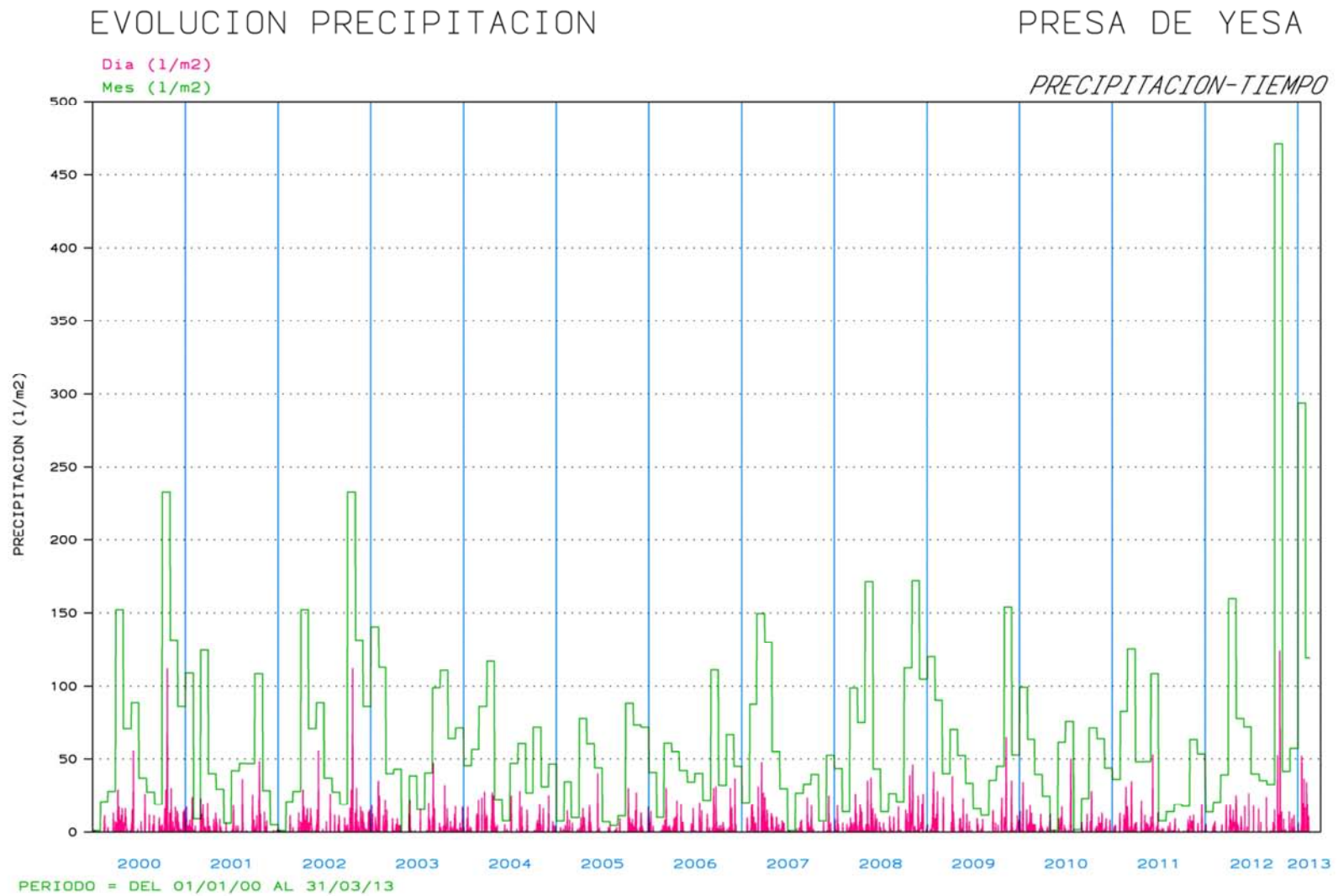
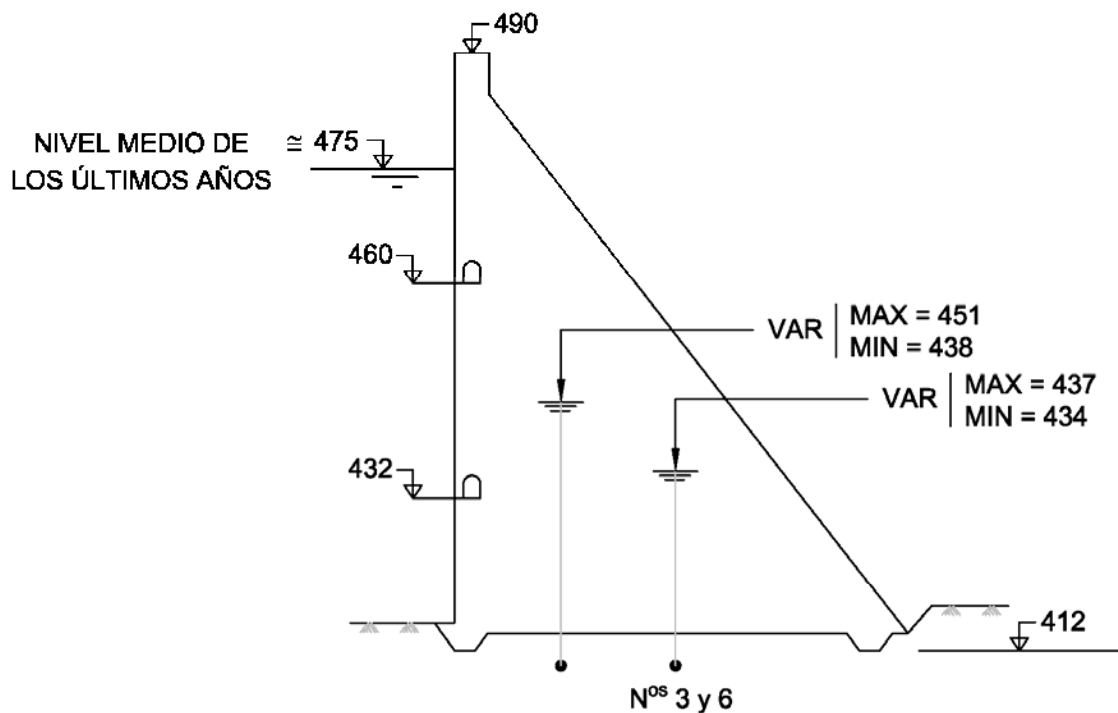


Fig. 6

## 5. PIEZÓMETROS DEL CIMIENTO

El proyecto de la actual presa de Yesa es antiguo y lógicamente no obedece a las ideas actuales del efecto tan importante que tiene la subpresión. Como consecuencia no tiene una galería de drenaje profundo. La galería perimetral queda claramente por encima del cauce.

Los piezómetros quedan ubicados aguas abajo de la cortina de inyecciones. El nº 3 y el nº 6 en la mitad de aguas abajo del apoyo. En Fig. 7 se indica un esquema de las subpresiones.



Nota: Los niveles piezométricos cambian poco al cambiar el nivel del embalse. Ver texto

Fig. 7.- Esquema de niveles piezométricos en el cimiento  
(Feb. 2013)



Las oscilaciones del embalse apenas repercuten en las lecturas de los piezómetros. El más sensible (el nº 5) apenas si cambia su lectura 2 m.c.a. cuando la oscilación del embalse lo hace en 20 m.c.a.

Se aprecian sin embargo dos hechos de interés:

- a) Todos los piezómetros indican un incremento paulatino de la presión que sienten. Ese incremento es menor que 0,5 m.c.a./año.
- b) El último llenado del embalse, en el otoño de 2012 ha sido sentido especialmente por todos los piezómetros. Se trata de un detalle menor pero que pudiera resultar significativo aunque apenas supone un aumento de subpresión de más de 1 m.c.a. como media.

### **5.1 Caudales de filtración**

Existen dos series históricas de datos de aforos de filtraciones que se escapan del embalse, cada una de ellas corresponde a una de las mitades de la presa; mitades izquierda y derecha.

En margen izquierda, el caudal aforado se sabe que está afectado por pérdidas de agua en algunas válvulas que no tienen que ver con la presa o con su cimiento. Pero no se han podido separar esa componente. El caudal total que se viene aforando recientemente cambia con el nivel del embalse de la manera que se indica en Fig. 8.

### EVOLUCIÓN DE CAUDALES DE FILTRACIÓN MARGEN IZQUIERDA - SISTEMA AUTOMÁTICO (Marzo 2013)

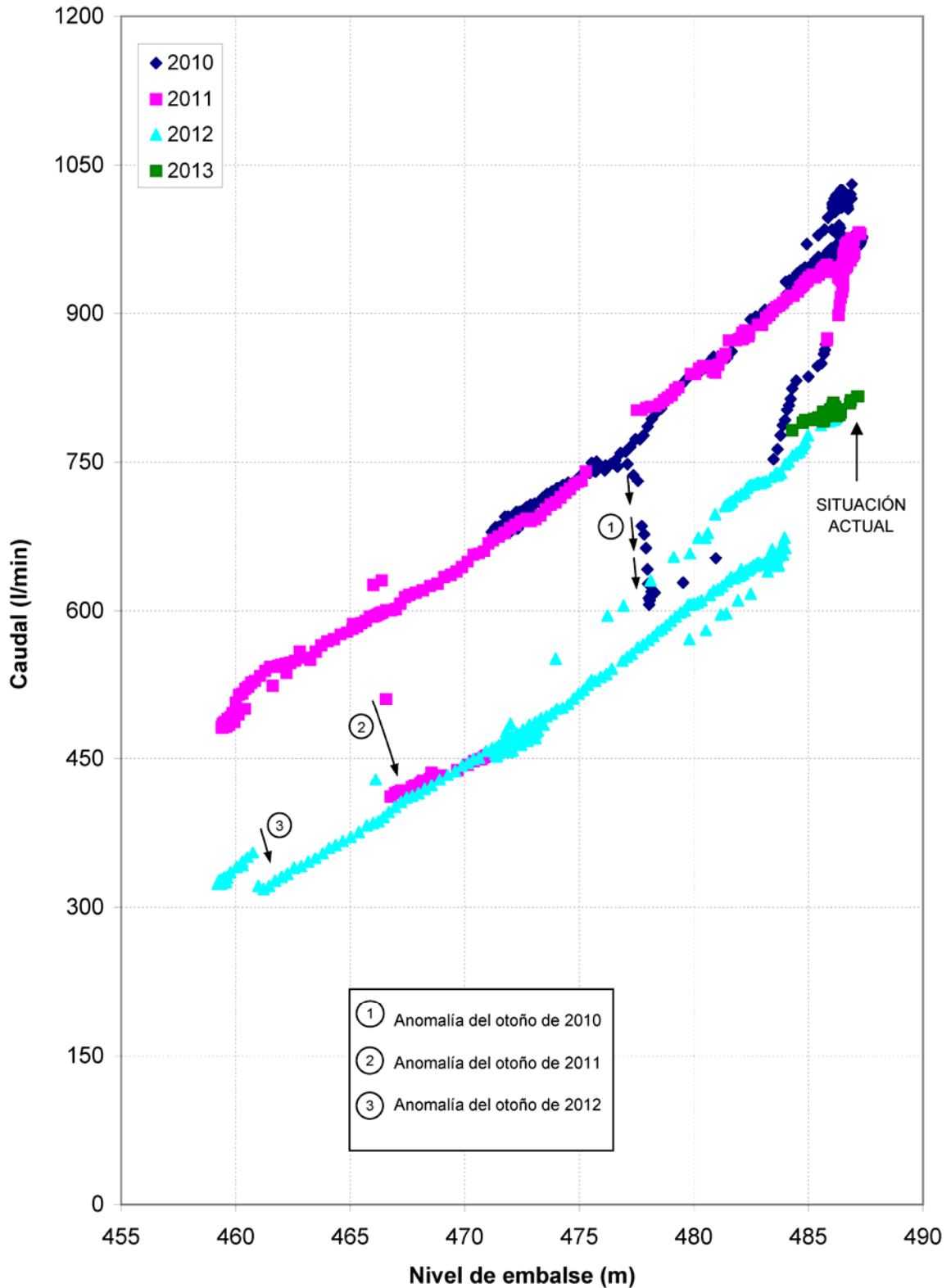


Fig. 8



Como puede verse el caudal crece linealmente con la cota del embalse pero existen anomalías a esta ley que convendría explicar. Cada otoño, cuando el embalse comienza su llenado parece existir cierto retroceso en el aumento del caudal de filtración por esta margen.

El diagrama de evolución de caudales aforados en la mitad derecha se representa en Fig. 9. Y como se ve es muy diferente del anterior. En este caso no existe la interferencia con otras pérdidas. El caudal que se observa cambia notablemente cuando se supera la cota 475.

El último llenado del embalse ha inducido mayores caudales de filtración que los dos anteriores. Al final del invierno de 2010 se advirtió un descenso de los caudales de filtración estando el embalse prácticamente lleno y con su nivel constante. Hoy, después del último llenado, los caudales que se observan son tan altos como los del llenado de 2009-2010, antes de que ocurriese esa reducción.

### EVOLUCIÓN DE CAUDALES DE FILTRACIÓN MARGEN DERECHA - SISTEMA AUTOMÁTICO (Marzo 2013)

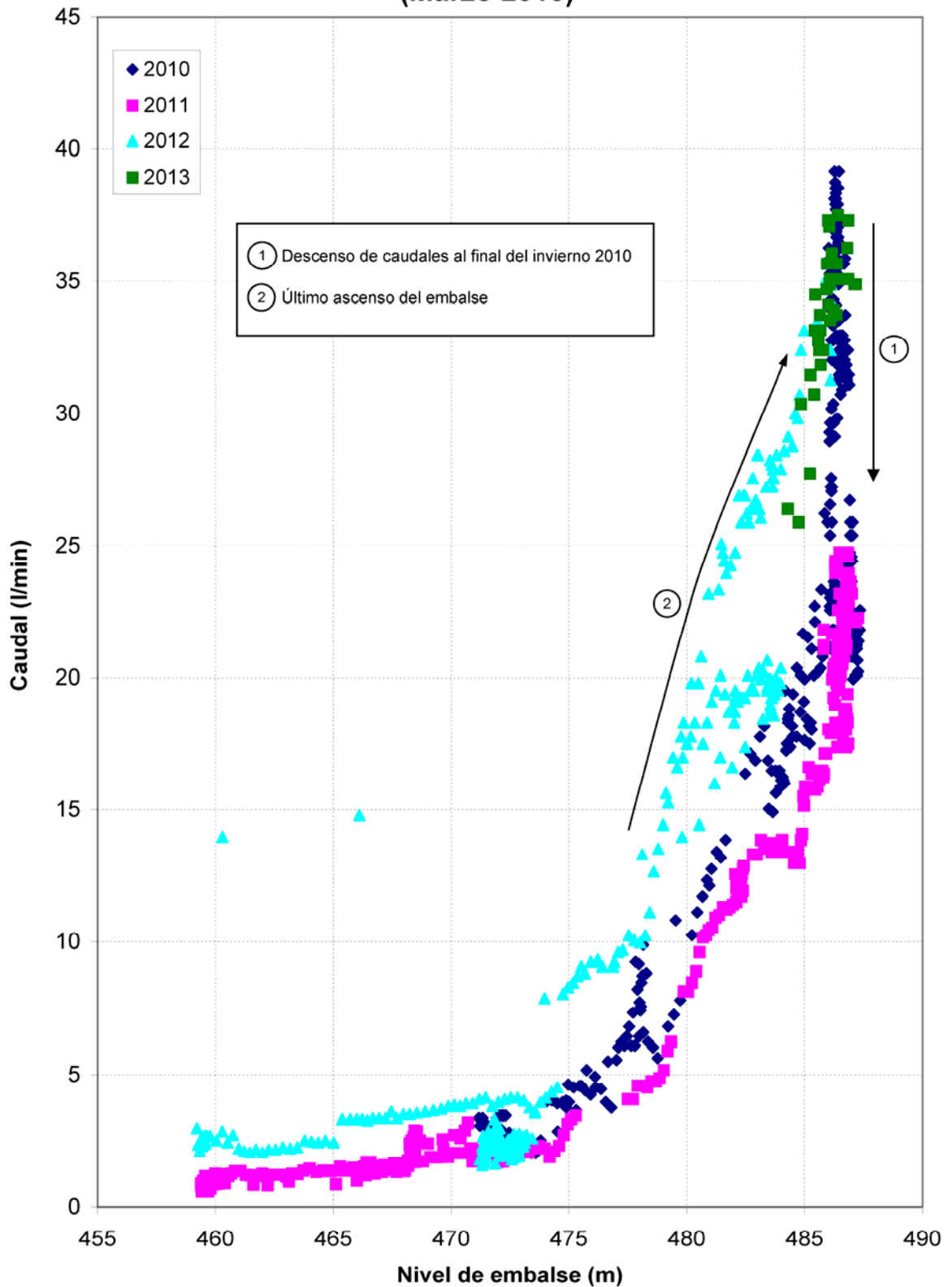


Fig. 9

## 5.2 Desplazamientos de la cimentación

El desplazamiento de la cimentación se mide con dos péndulos invertidos, uno colocado en el B-9 y otro en el B-15. Ver esquema de Fig. 10.

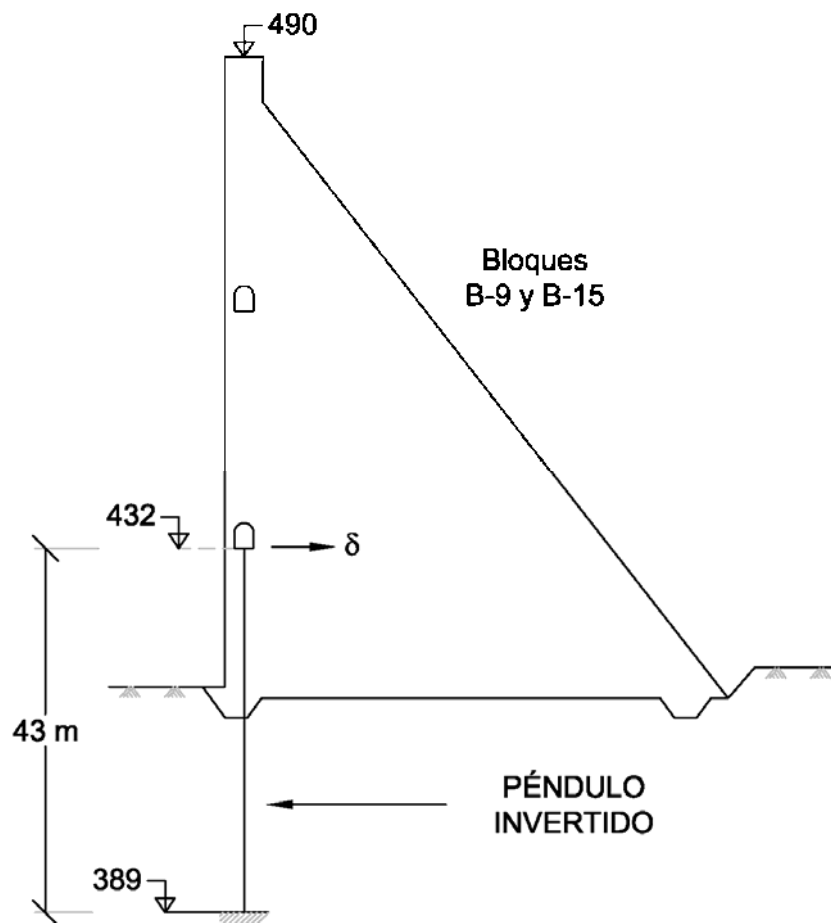


Fig. 10.- Esquema de los péndulos invertidos de Yesa

Los detalles de las lecturas de estos dos péndulos pueden verse en el Apéndice de datos. El resumen de las medidas principales es el que sigue:





- Péndulo invertido del bloque B-9 (mitad derecha)
  - Movimiento radial. Indica cambios de lectura muy grandes (de hasta 2 cm). Años 2011 y 2012 con pocas lecturas. Lectura actual prácticamente cero, esto es como en 2005 cuando se instaló.
  - Movimiento transversal. Igual comentario.

Con el sistema manual no se ha medido en 2011 ni en 2012. En 2013 los movimientos están a cero.

En resumen, de este péndulo no se puede obtener ninguna información reciente y fehaciente.

- Péndulo invertido del bloque B-15 (mitad izquierda)
  - Movimiento radial. En el pasado experimentó "saltos" de lectura del orden de 1 cm en ambos sentidos. Durante los dos últimos años parece tener unas lecturas continuas y que oscilan claramente afectadas por el nivel del embalse. Véase Fig. 11. Las lecturas manuales y automáticas en estos años son parecidas.
  - Movimiento transversal. Igual que en sentido radial, se observaron "saltos" de lectura importantes antes de estos dos últimos años. Ahora, tanto el sistema automático de lectura como el sistema manual indican movimientos pequeños ( $\pm 1$  mm) y aparentemente poco sensibles a la variación del nivel del embalse.



Con esta información no es posible asegurar que el cimiento no se deforma. Lo más probable, si se atiende a la información que parece más consistente, es que el cimiento se comporte elásticamente y que el desplazamiento de la base de la presa sea del orden de 3 mm hacia aguas abajo, cuando, cada año, el embalse se llena en otoño-invierno y que ese movimiento es recuperable cuando el embalse se vacía en verano.



### PÉNDULO INVERSO - MARGEN IZQUIERDA SISTEMA MANUAL

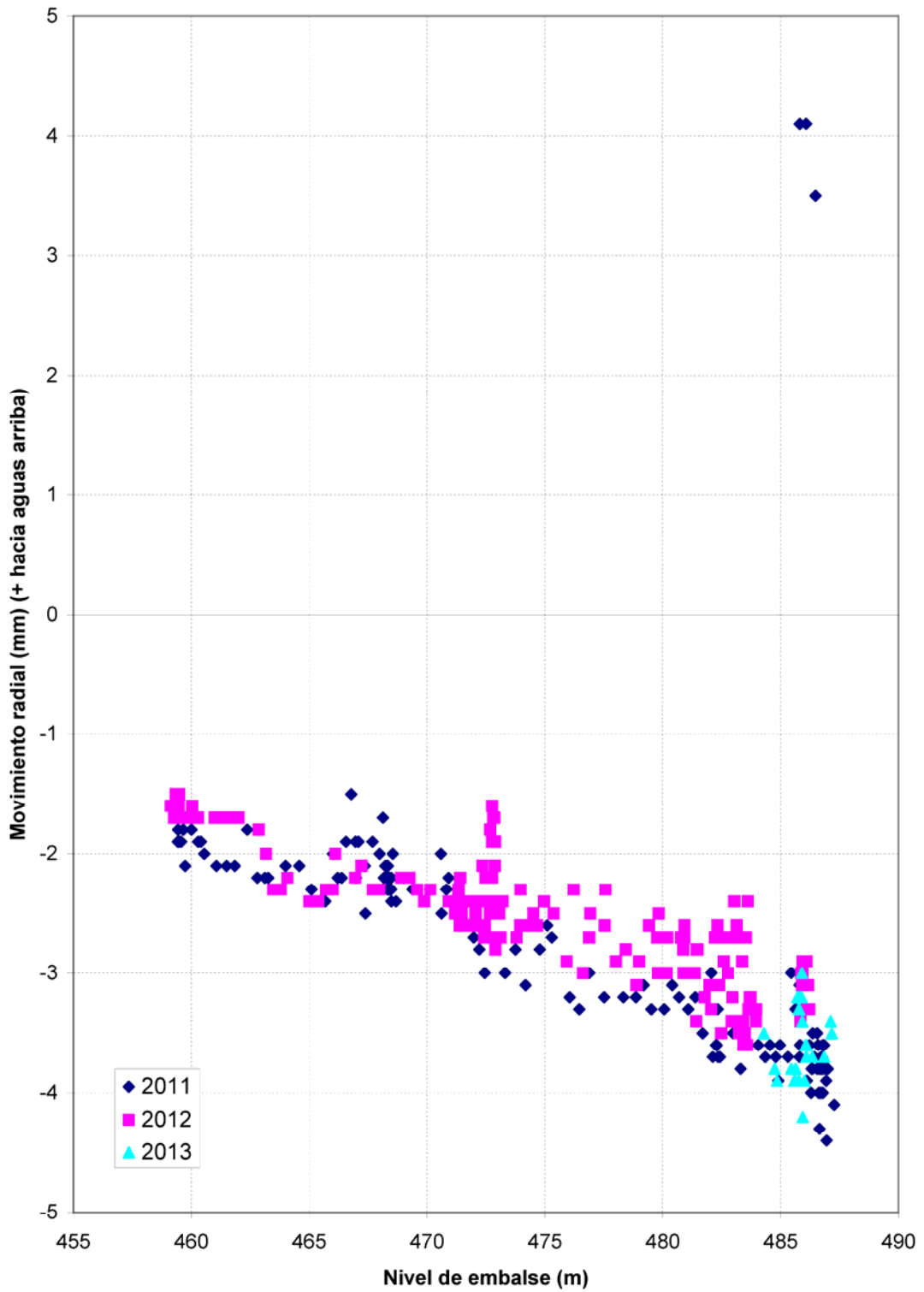


Fig. 11



## 6. DATOS DE LA ESTRUCTURA DEL CUERPO DE PRESA

El cuerpo de la presa de Yesa tienen instalados clavos en coronación que permiten controlar sus movimientos, dos péndulos directos que permiten medir inclinación del cuerpo de presa y medidores que controlan el movimiento relativo en sus juntas. Son equipos convencionales que se colocan en la mayoría de las presas modernas.

### 6.1 Movimientos horizontales de la coronación

La coronación de Yesa se desplaza hacia aguas abajo cuando el embalse se llena. Las colimaciones que vienen haciéndose periódicamente (cada seis meses aproximadamente) indican que ese movimiento máximo puede tener una amplitud del orden de 15 mm. Esa es la diferencia máxima observada en los últimos doce años.

Recientemente, durante este último llenado, se ha medido el desplazamiento de coronación con más detalle. Los movimientos observados se indican en Fig.12.

Ambas informaciones son compatibles y parecen coherentes.

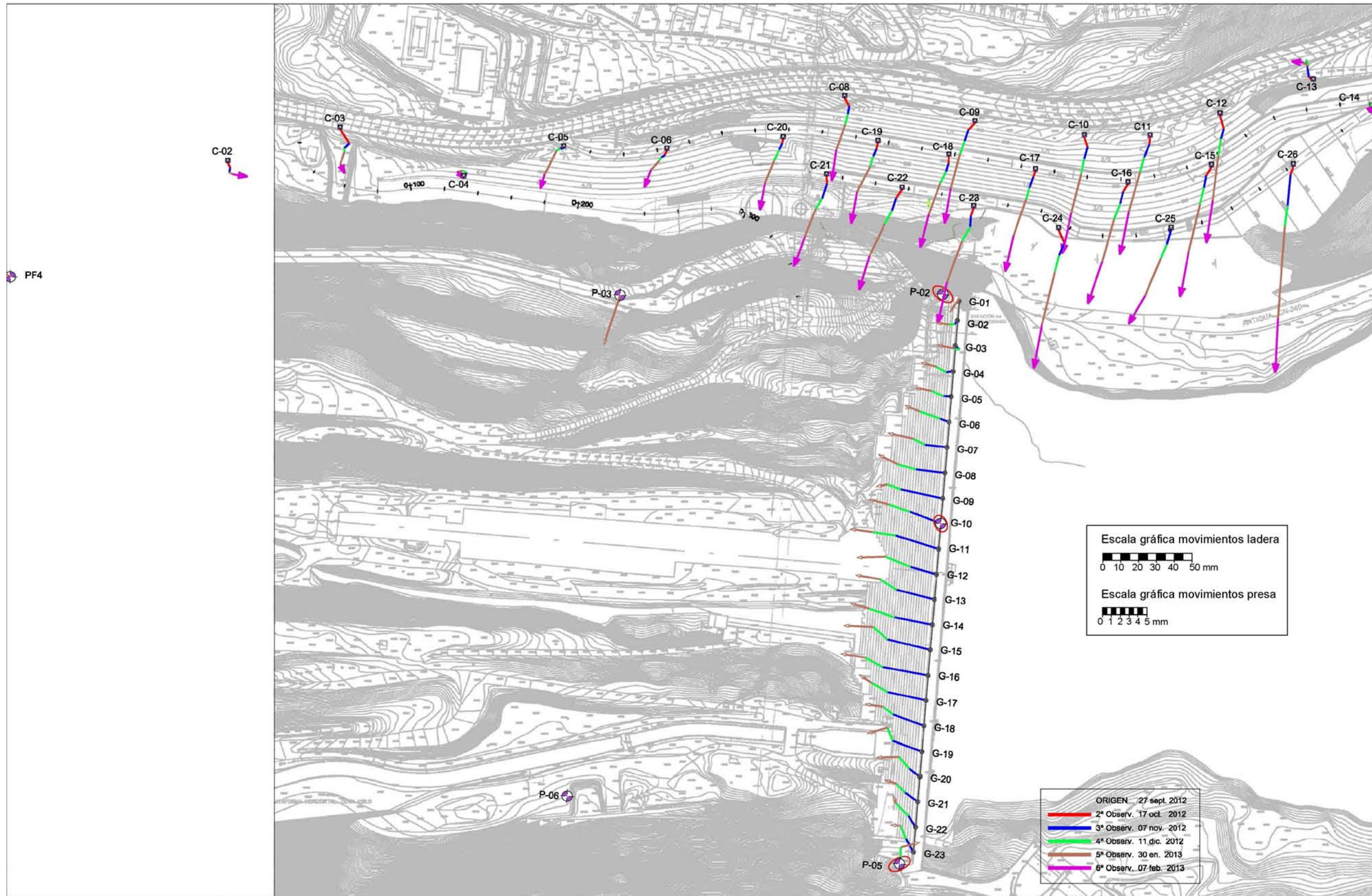


Fig. 12.- Desplazamiento de la coronación de Yesa durante el último llenado 2012-2013



## 6.2 Movimientos verticales de coronación

Este rasgo del comportamiento de Yesa es, probablemente, el hecho más insólito de los encontrados con clara evidencia en la auscultación.

Desde que viene observándose este movimiento se sabe que toda la coronación sube en verano y desciende en invierno y ese movimiento parece bastante homogéneo en toda la coronación salvo en los bloques próximos al estribo derecho.

La amplitud de esa oscilación parece ser del orden de 3,5 mm. Si se considera que esto es debido al cambio térmico de una pieza de hormigón de unos 25 m de longitud (carrera media del embalse) se tendría un salto térmico  $\Delta T = (3,5 \times 10^{-3}/25) / \alpha$ . Siendo "α" el coeficiente de dilatación térmica del hormigón. Suponiendo, como ocurre en hormigones convencionales, que  $\alpha = 0,8 \times 10^{-5}$  se tendría  $\Delta T = 17,5^\circ \text{C}$ , que es un valor razonable.

Aparte, parece apreciarse que en toda la coronación de la presa existiese una ligera tendencia al levantamiento, pero si existiese, sería sólo del orden de alguna décima de milímetro anual. Esto es, imperceptible por este sistema de control.

Pero la excepción más notable de este comportamiento es el levantamiento de las referencias más próximas al estribo. Son los puntos NB, NC-1 y NC-23. Ver Fig. 13.



### ZONA DERECHA EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL DE LA CORONACIÓN (Marzo 2013)

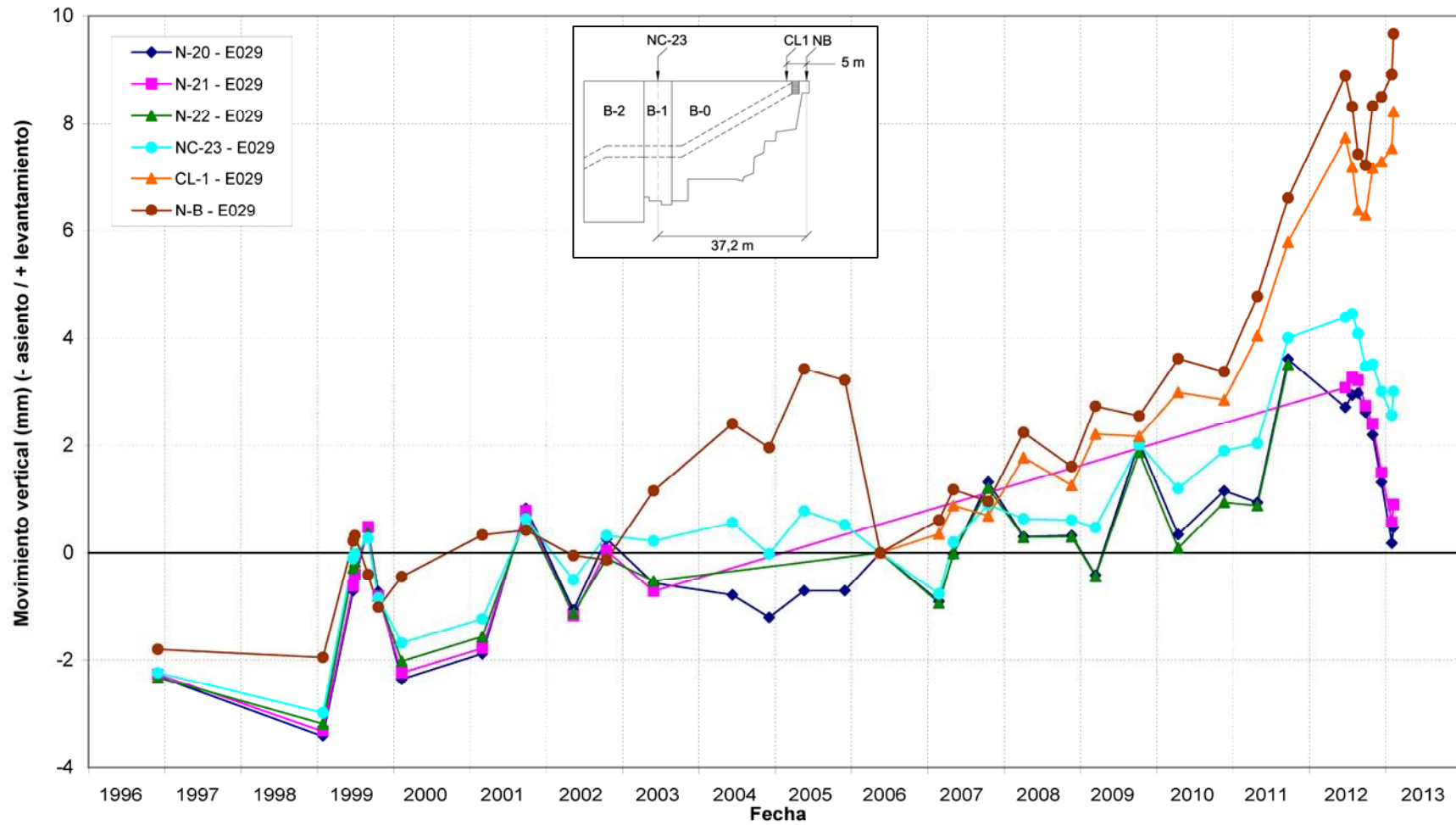


Fig. 13



El extremo derecho de la presa, donde queda ubicada la referencia topográfica NB, parece haber ascendido del orden de 15 mm desde que en 1996 se comenzase esta observación. En el año 2006, cuando ese ascenso era ya del orden de 5 mm, se cambió el sistema de referencia comenzando otra vez desde cero. Después ascendió otro centímetro. Y también lo hizo el punto CL-1 entonces instalado junto a él. Y hoy también parece quedar alto el punto de control del bloque B-1 que es el NC-23. La evolución de la diferencia de altura de estos puntos, que podría dar idea del "giro" del bloque B-0, se recoge en Fig. 14.

En esa figura parece observarse que las diferencias de ascenso NB-CL1 y NB-NC23 que hoy son del orden de 1,4 mm y 6,8 mm, respectivamente están en proporción a las distancias a NB (5 m Y 37 m). Pero la precisión de las lecturas ( $\pm 1$  mm), no permite hacer una comparación más afi-



DETALLE ESTRIBO  
EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL RELATIVO AL PUNTO N-B  
(Marzo 2013)

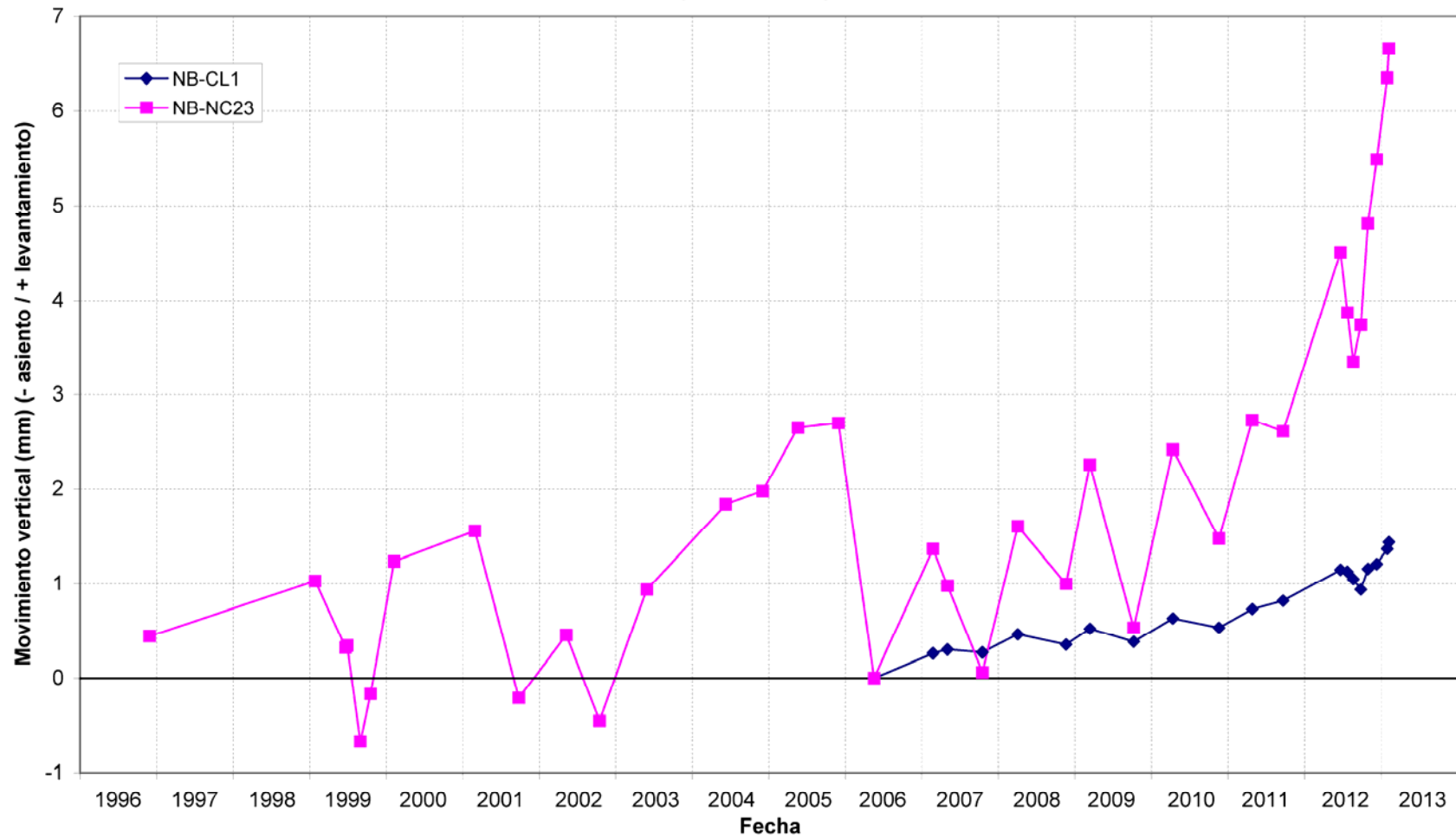


Fig. 14



### 6.3 Péndulos directos

Existen dos péndulos directos en Yesa. Están en B-9 (m. derecha) y en B-15 (m. izquierda). La evolución de sus registros puede verse en el Apéndice de datos. El resumen de la información más significativa es el siguiente:

#### **Bloque 9 (margen derecha)**

Desplazamientos radiales. Se leen únicamente de manera automática. Sus lecturas obedecen al patrón típico de oscilación anual debida a las variaciones de embalse y de temperatura. La amplitud de su oscilación anual fue del orden de 3 mm, plancheta 1, y del orden de 2 mm en la plancheta 2. La longitud de hilo en esas planchetas es de unos 57 m y 29 m, respectivamente. Recientemente parece que esa onda de oscilación se ha atenuado.

Los desplazamientos transversales son muy erráticos en la plancheta 1. En la plancheta 2 parece observarse recientemente cierto desplazamiento (2 a 3 mm) hacia la margen derecha.

Estos movimientos no son acordes con los datos de observación de los movimientos de coronación. Deberían haber resultado, en este péndulo movimientos radiales mayores.

#### **Bloque 15 (margen izquierda)**

El esquema de montaje de este péndulo se recoge en la Fig. 15.

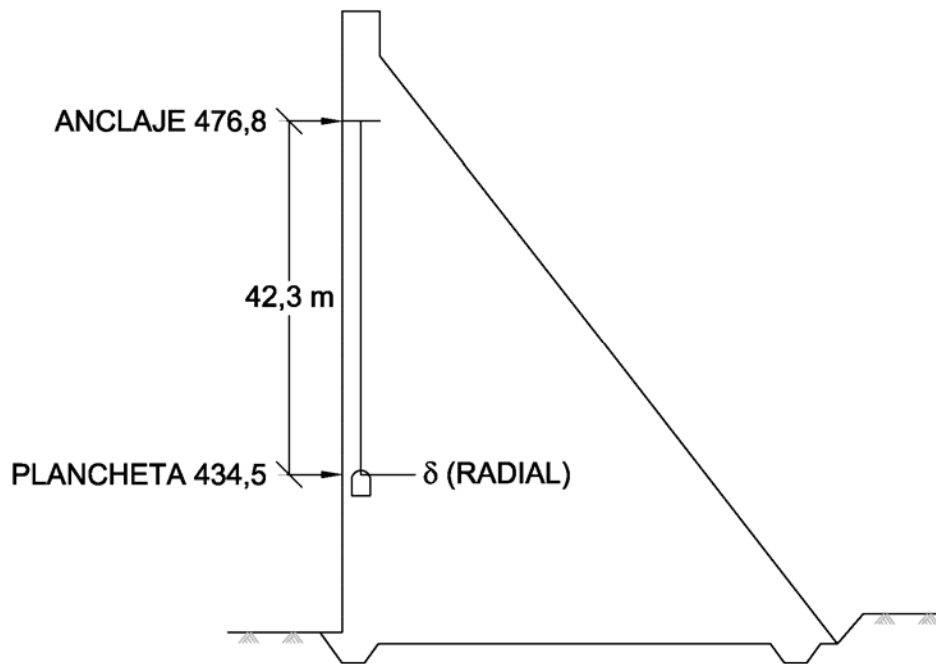


Fig. 15.- Esquema del montaje del péndulo de Bloque B-15

- Movimiento radial

El movimiento de este péndulo parece correcto por varios motivos: las lecturas automáticas y manuales son similares y los datos que proporcionan son acordes con la observación topográfica.

Por desgracia, este péndulo dejó de funcionar (o dio una lectura extraña) hace unos meses, cuando detectó un movimiento hacia aguas abajo de 18 mm, mediante el sistema automático de medida (en esa época no existían medidas manuales).

- Movimiento transversal

Los datos indican movimientos inapreciables ( $< 1$  mm),



Siendo los datos del movimiento radial del péndulo directo del bloque B-15 los que mayor garantía parecen ofrecer, se han traído sus registros aquí, a esta memoria. Ver Fig. 16. Y se ha estudiado su correlación con la carga del embalse. Ver Fig. 17.

Como puede verse la correlación es evidente e indica que la presa gira hacia aguas abajo un ángulo del orden de  $2 \times 10^{-4}$  rd, esto es un desplazamiento de unos 0,2 mm por cada metro. Y esto, aplicado a toda la altura de presa, conduciría a un desplazamiento de la coronación respecto al cimiento del orden de 15 mm que es similar a lo que se detecta por otros procedimientos.



PENDULOS - SISTEMA MANUAL

PRESA DE YESA

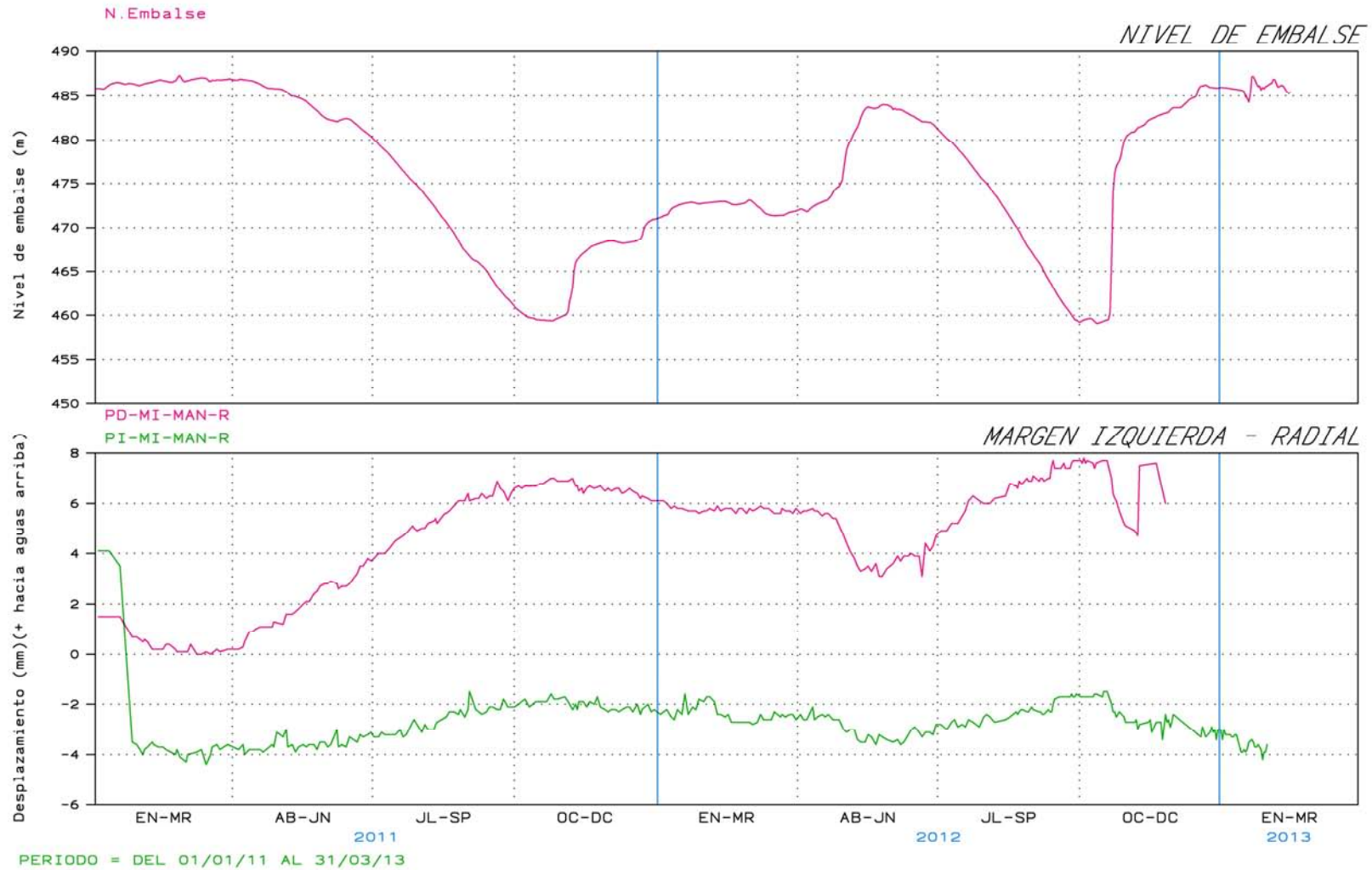


Fig. 16



### PÉNDULO DIRECTO - MARGEN IZQUIERDA SISTEMA MANUAL

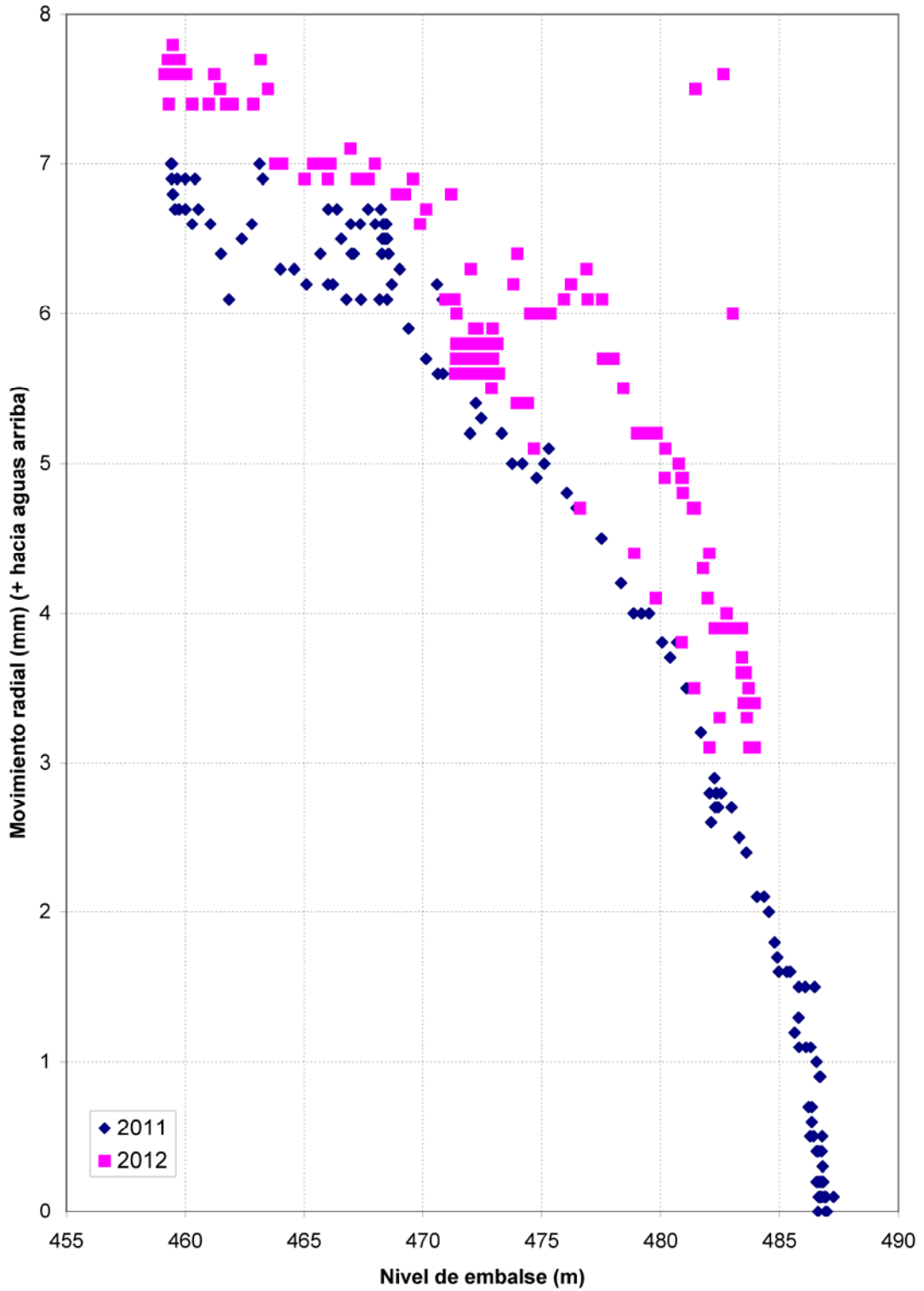


Fig. 17



#### 6.4 Movimiento de las juntas

Desde que se tiene información, las juntas de Yesa apenas se abren en invierno, pero deberían abrirse como suele ocurrir en la mayoría de las presas de gravedad. Es lógico, particularmente en la galería alta, que entre invierno y verano exista un salto térmico del orden de  $10^{\circ}\text{C}$ , al menos, en el hormigón de esa zona. Con separación de juntas de 12 m y con un coeficiente de dilatación térmica de  $0,8 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  hubiera sido lógico que las juntas se abriesen del orden de 1 mm. Es más, esa dilatación-contracción anual es la misma que provoca la oscilación anual, de ascenso y descenso, de la cota de coronación, que, como se ha visto es notable y acorde con los parámetros que aquí se indican.

Sin embargo, esa oscilación natural no se percibe en las juntas de Yesa. Así puede comprobarse en Fig. 18 donde se ha representado el movimiento medio medido en las juntas de Yesa. Todas las juntas se mueven de forma parecida y el gráfico que se presenta resulta ser el valor medio. Como se ve, la amplitud del ciclo de oscilación es unas diez veces más bajo que lo esperado. Y esto es una anomalía importante.

Si la anomalía del levantamiento del estribo derecho es explicable cuando se tiene en cuenta el empuje de la ladera sobre la presa, esta imposibilidad de apertura de las juntas podría ser explicable también si fuese el empuje de la ladera (o de ambas laderas) lo que comprimiese la presa y no permitiese su libre dilatación-compresión.



TERNAS DE BASE

PRESA DE YESA

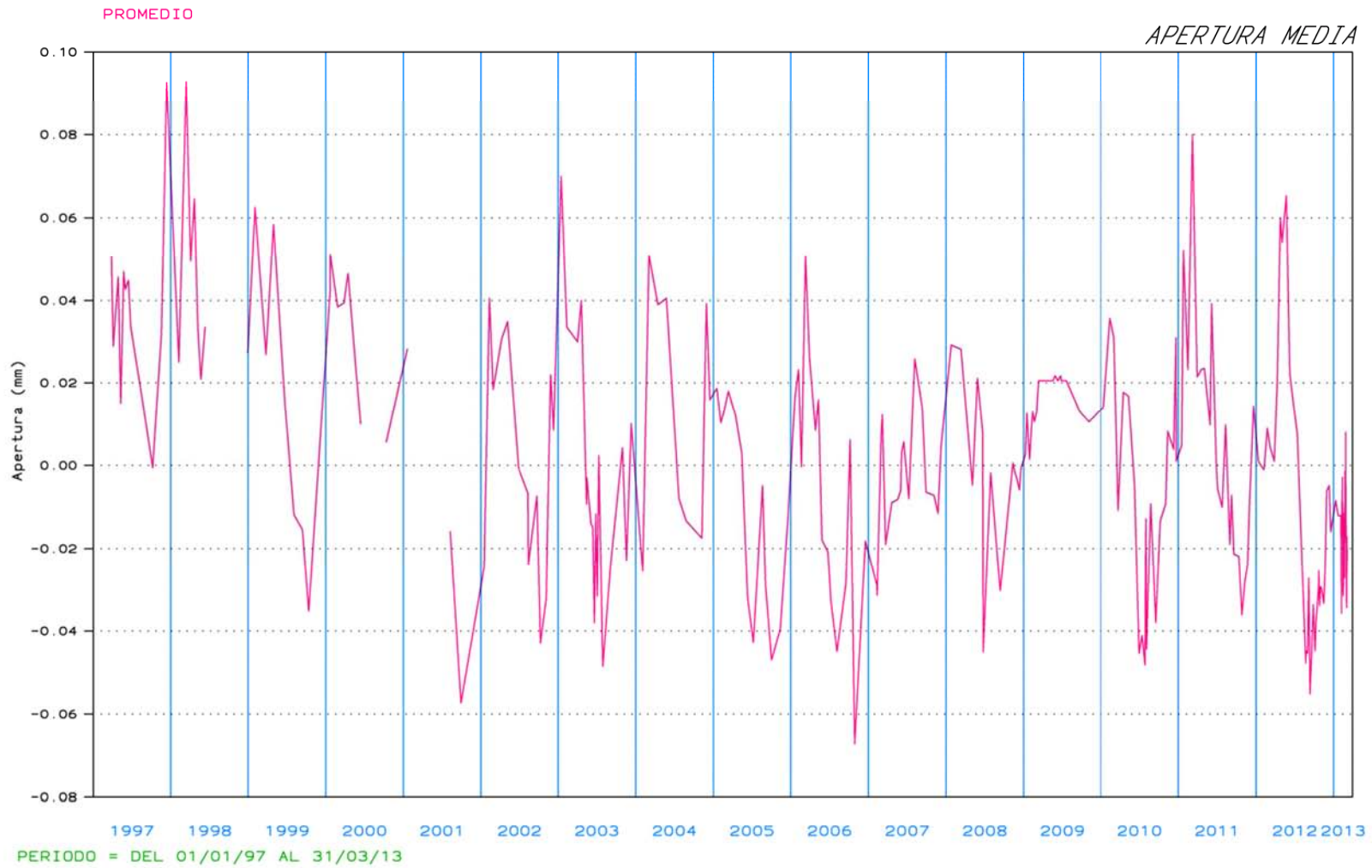


Fig. 18





Pero no es esa la única anomalía de las juntas. Igual que ni se contraen ni se expanden, tampoco experimentaban desplazamientos relativos hasta hace unos años. Y eso es consistente con lo dicho. Las laderas impedirían ese movimiento. Pero en los dos últimos episodios de llenado (otoño 2011 y otoño 2012) en todas las juntas se han observado desplazamientos relativos cualitativamente iguales y con una intensidad media del orden de 0,15 mm en el primer caso y otros 0,30 mm en el segundo. Acumulándose un desplazamiento de casi medio milímetro. Ver Fig. 19.

Aún no se tiene explicación<sup>(1)</sup> para un hecho tan insólito. Este detalle habrá de investigarse. Coincide temporalmente esta anomalía con la ya mencionada de la oscilación leve de los piezómetros del cimiento y con la anomalía, también mencionada antes en este informe, de la variación del caudal de filtración.

Además de los medidores de juntas cuyas lecturas se acaba de comentar y que se denominan ternas de base, las juntas de Yesa están equipadas con medidores tridimensionales del movimiento de las juntas. Estos equipos confirman la anomalía antes mencionada respecto a la coacción impuesta por el terreno, que impide su libre juego. Pero no detectan el desplazamiento relativo general acumulado en los dos últimos episodios de embalse rápido, que indican las ternas de base. Ningún movimiento detectado por los medidores tridimensionales de juntas supera el rango de  $\pm 0,1$  mm.

---

<sup>(1)</sup> Después de redactar esta nota se ha sabido que en aquellas fechas existió un cambio de patrón que podría explicar esta anomalía.

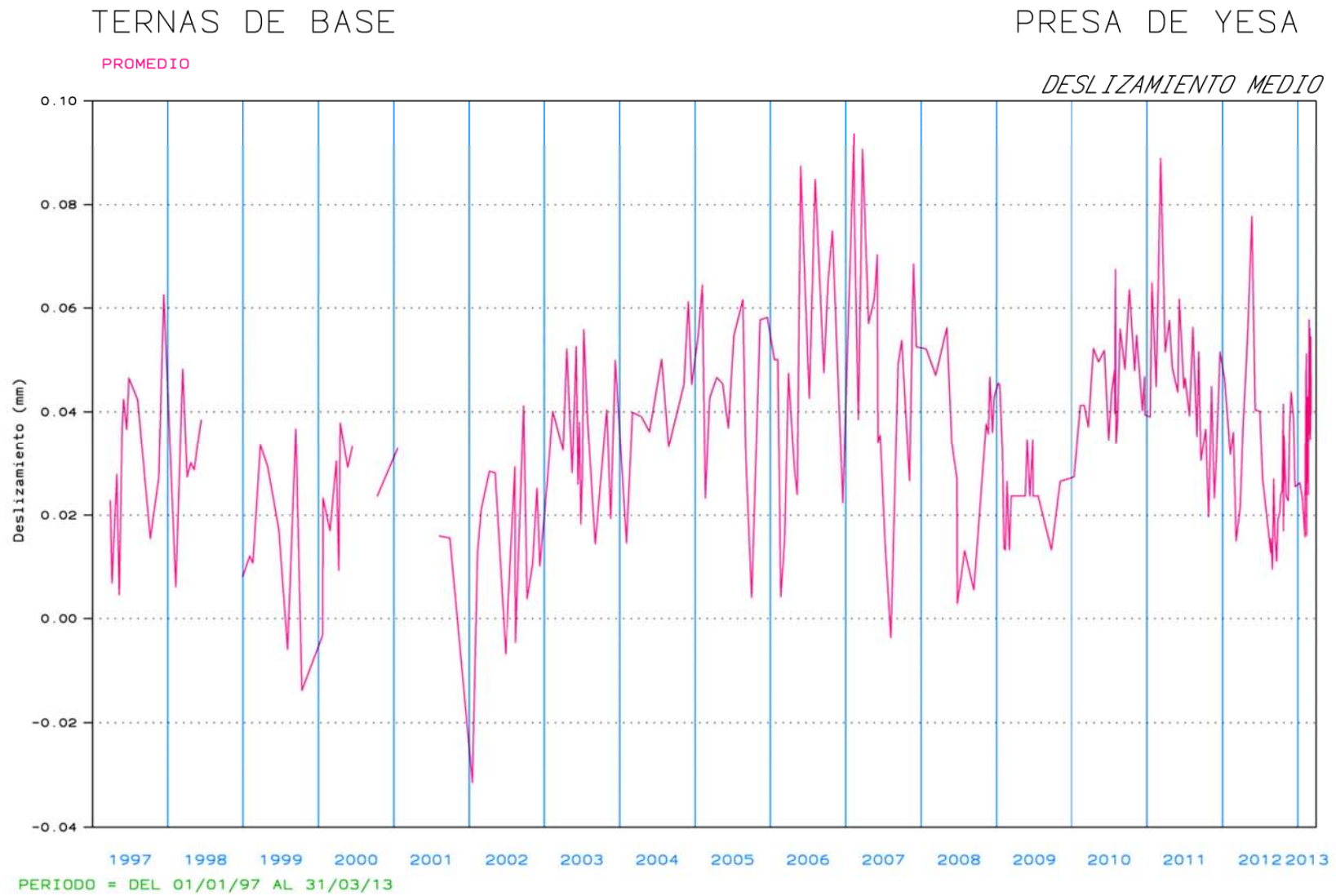


Fig. 19



Sólo cabe mencionar que estos equipos tan precisos detectan cierto desplazamiento relativo en la junta nº 1 (Bloque 0 y Bloque 1) del orden de media décima de milímetro en sentido radial y del mismo porte en sentido vertical y también en el otro estribo (junta 24) con un desplazamiento relativo radial del orden de una décima de milímetro. Fuera de ese comportamiento general quedaría la junta nº 11 que, por algún motivo parece haber experimentado movimientos transitorios mayores en el pasado; de hasta 1 mm en el año 2010.

Como complemento de esta auscultación regular de las juntas con medidores dispuesto en los hastiales de las galerías de Yesa, existen otros medidores de juntas en la clave y la solera de las galerías en las juntas nºs 12 y 13. Son cuatro ternas de base cuyo comportamiento es similar. Normalmente apenas se mueven pero ocasionalmente cambian de lectura del orden de 1 mm. El dato más insólito es el último movimiento registrado en junta 13 que en diciembre pasado un día deslizó casi 3 mm desapareciendo ese deslizamiento en la siguiente campaña de lectura. Los datos de estas juntas deben ser reexaminados para poder dar una explicación a este hecho tan singular y tan discorde con lo esperable.



## 7. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

Para evaluar la seguridad actual de la presa de Yesa conviene interpretar los datos de auscultación, al menos de aquellos datos que resulten más significativos.

### 7.1 Rasgos especiales del comportamiento

Los movimientos de la coronación hacia aguas abajo cuando se llena el embalse permiten estimar el módulo de deformación del cemento.

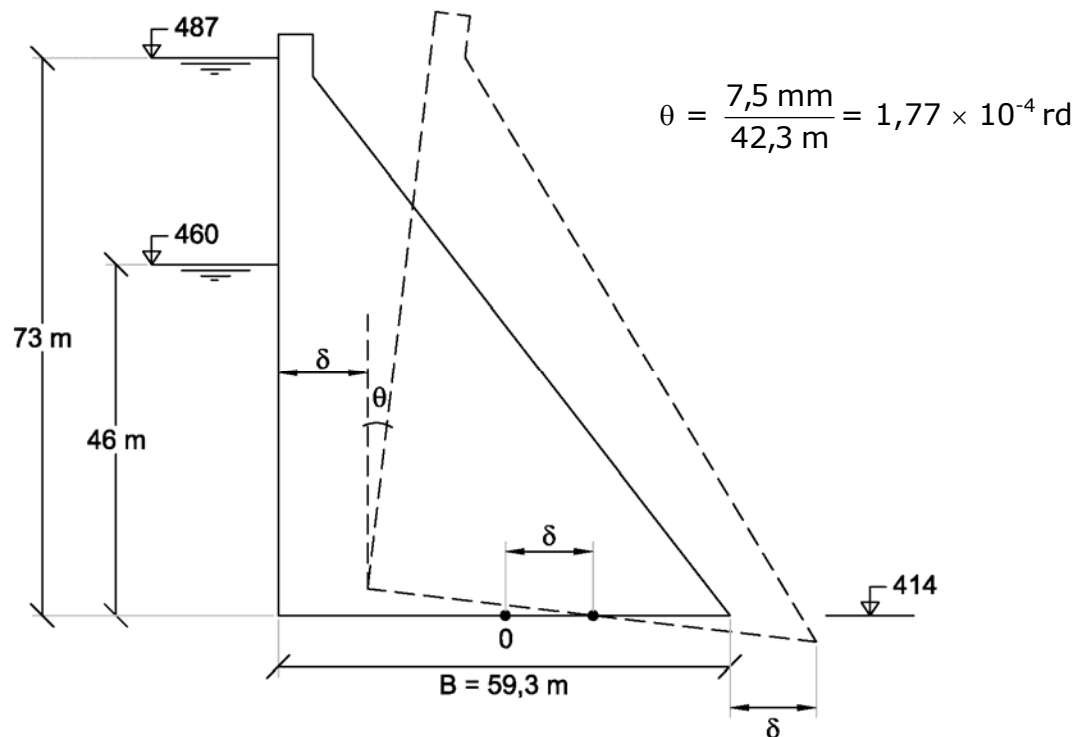
Aprovechando la mejor información existente, que parece ser la correspondiente a los datos del movimiento radial del péndulo directo del bloque B-15, donde está instalado el montacargas, se puede realizar este ejercicio. Según se ha dicho en este informe, para la carrera de embalse comprendida entre las cotas 460 y 487 el péndulo indica un desplazamiento de 7,5 mm que, teniendo en cuenta la longitud del hilo, supone un giro de  $1,77 \times 10^{-4}$  rad. Ver Fig. 20.

Ese cabeceo se supone que es debido a un giro como bloque rígido pues las deformaciones del hormigón deben ser pequeñas. Con esa hipótesis, el movimiento de giro viene relacionado con momento volcador que lo provoca calculado este en el centro de la base de la cimentación.

$$\text{Ese momento es: } M = \frac{1}{6} (73^3 - 46^3) = 48,614 \text{ mt/ml.}$$

La relación teórica entre el momento y el giro es:

$$\theta = \frac{16 (1 - \nu^2)}{\pi E B^2} \cdot M$$



**Fig. 20.- Esquema del movimiento del péndulo directo del Bloque B-15**

Utilizando la hipótesis  $\nu = 0,5$  (compresión no drenada del cemento que es poco permeable) y sabido el ancho de cimentación ( $B = 59,3 \text{ m}$ ) se obtiene:

$$E = 30.000 \text{ kp/cm}^2 \quad (\cong 3 \text{ GPa})$$

El desplazamiento de la presa hacia aguas abajo debido a la deformación del cemento tiene una solución teórica aproximada que es:

$$\delta = \frac{H}{E \sqrt{BL}}$$

donde  $H$  es la variación del empuje sobre la presa y  $L$  sería la longitud de la cimentación suponiendo que la presa fuese de altura constante. Se supone



que  $L = 4B$  y entonces resulta  $H = \frac{1}{2} (73^2 - 46^2) = 1600$  t/ml. Con este valor y usando el módulo  $E$  antes obtenido resulta  $\delta = 4,5$  mm. Resultado éste que no es incompatible con la información disponible.

De acuerdo con esta interpretación, en un llenado como el indicado (cotas 460 a 487) la coronación sufriría un desplazamiento absoluto aguas abajo en el bloque B-15 que sería:

$$\delta_{(\text{cor. B-15})} = 4,5 + 0,177 \times 76 = 18 \text{ mm}$$

Este valor es acorde con la observación. Puede que sea algo mayor que el que se observa con la topografía de precisión. Pero la diferencia no es esencial.

Otra comprobación esencial sería la correspondiente a la seguridad al deslizamiento. La tensión de corte máxima sería, en un bloque central<sup>(2)</sup> como es el nº 15, la siguiente:

$$E = \frac{1}{2} (75^2 - 12^2) = 2.740 \text{ t/ml}$$

$$\tau = \frac{E}{B} = \frac{2.740}{59,3} = 46,2 \text{ t/m}^2$$

En ese cálculo se ha supuesto un contraembalse de 12 m (f 426).

El peso de la presa es, teóricamente:

$$W = \frac{1}{2} 76^2 \times 0,78 \times 2,4 + 50 = 5.450 \text{ t/ml} \quad (\text{se cuenta con un peso de coronación de } 50 \text{ t/ml})$$

---

<sup>(2)</sup> Durante las obras de recrecimiento se pretende excavar en el pie de presa hasta la cota 426, quedando en consecuencia el terreno 12 m por encima de la cota de cimentación.



y la correspondiente compresión media sobre el cimiento sería:

$$\sigma = \frac{W}{B} = 92 \text{ t/m}^2$$

El valor medio de la subpresión en el cimiento es:

$$\text{Nivel piezométrico medio} = \frac{1}{4}(451 + 436 + 437 + 434) = 440 \text{ m}$$

(media de los datos de auscultación)

Plano de apoyo supuesto: cota 414 m

Valor de cálculo de la subpresión:  $u = 440 - 414 = 26 \text{ t/m}^2$

En los cálculos que vienen haciéndose con el macizo rocoso de Yesa (alternancia de areniscas y margas), se viene suponiendo  $c = 2 \text{ t/m}^2$   $\phi = 35^\circ$ . Suponiendo que también las margas tuviesen esa resistencia,  $\gamma$ , en consecuencia, utilizando esos datos, se tendría el siguiente coeficiente de seguridad al deslizamiento.

$$F = \frac{(\sigma - u) \text{tg } \phi + c}{\tau} = \frac{(92 - 26) \text{tg } 35^\circ + 2}{46,2} \cong 1$$

El coeficiente de seguridad real es evidentemente mayor pues el cimiento tiene un comportamiento elástico evidente. Eso debe ser así por varios motivos: entre ellos los dos siguientes:

- a) Existe un empotramiento de la presa que no se ha tenido en cuenta.
- b) Probablemente la resistencia de la roca de cimentación sea mayor que lo supuesto.



## 7.2 Empuje de la ladera contra la presa

Como se ha dicho, existe evidencia clara de que la ladera derecha empuja sobre la presa pero no se dispone de "sensores" que midan ese empuje.

Para obtener una idea aproximada de la magnitud del empuje se puede considerar el peso total de la zona que se mueve, que es del orden de  $10^7$  t y de la fuerza necesaria para impedir que la ladera se mueva en una pendiente media que resulta ser del orden de 35% (ángulo de inclinación del orden de  $20^\circ$ ). Esa fuerza sería del orden de  $3 \times 10^6$  t.

La mayor parte de la fuerza necesaria para impedir el movimiento de ladera la proporciona la propia roca de la ladera pero, que duda cabe, que si la presa fuese suficientemente ancha, podría llegar a desarrollarse un empuje del orden de  $2 \times 10^6$  t. Esto supondría que el coeficiente de seguridad al deslizamiento, que sería cercano a la unidad si no existiese la presa, podría ser, existiendo una presa infinitamente ancha, del orden de 1,7. Y con esos coeficientes de seguridad las fluencias de los taludes son ya despreciables en términos ingenieriles (duraciones de algunos siglos).

Pero la presa es estrecha y no contiene al movimiento más que parcialmente. Puede que el empuje que hoy actúa sea sólo una pequeña fracción de ese empuje máximo y que, a largo plazo, tuviese un límite por debajo de las 200.000 t.

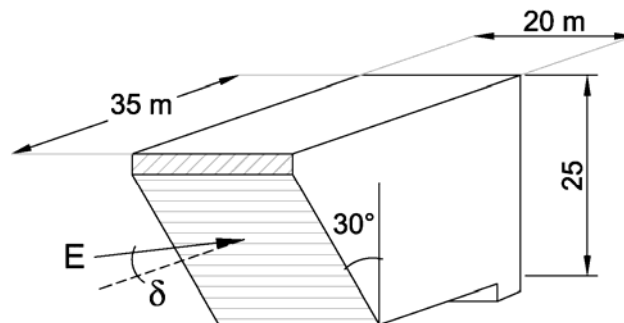
Por otro lado puede calibrarse el empuje examinando la cota superior o valor del empuje que rompería al terreno alrededor del estribo, cosa que parece estar sucediendo pues la parte de aguas arriba (lóbulo derecho del



corrimiento) se mueve más que el terreno de aguas abajo. Ese empuje máximo sería el denominado empuje pasivo.

Normalmente el empuje pasivo se calcula con una expresión del tipo  $E_p = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_p H^2$  siendo  $\gamma$  = peso específico del terreno,  $K_p$  = coeficiente de empuje y  $H$  = altura de la estructura que recibe el empuje.

Suponiendo el dato básico apuntado antes ( $\phi = 35^\circ$ ) el coeficiente de empuje  $K_p$  puede ser del orden de 1 a 30 según sea la dirección del empuje. Como quiera que el empuje parece tener una cierta componente vertical ascendente se puede tomar  $K_p = 3$  y obtener, para una altura del bloque del estribo de 25 m, el siguiente valor del empuje. Ver Fig. 21.



**Fig. 21.- Esquema del empuje de la ladera sobre el Bloque B-0 (estribo derecho)**

$$\text{Presión media} = \frac{1}{2} K_p \gamma H = \frac{1}{2} 3 \times 2,2 \times 25 = 82,5 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Área de empuje} = 20 \times 25 \text{ m} = 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Empuje horizontal} = 82,5 \times 500 = 41.250 \text{ t}$$

La componente vertical del empuje puede ser del orden de:



$$\text{Empuje vertical ascendente} = 41.200 \times \text{tg } 35^\circ = 28.840 \text{ t}$$

El peso del bloque B-0 se estima en:

$$W (\text{Bloque B-0}) = 25 \times 20 \times 30 \times 2,5 \cong 37.000 \text{ t}$$

No se ha tenido en cuenta ningún "efecto de forma" para obtener el empuje pasivo, sencillamente se ha multiplicado el empuje unitario por el ancho del estribo. El efecto tridimensional puede hacer que el empuje sea algo mayor.

Si se compara el valor del límite que impone la propia ladera ( $E < 200.000 \text{ t}$ ) con el que impone el estribo propiamente dicho ( $E < 50.000 \text{ t}$ ) podría deducirse que sería el propio estribo el que limitaría la amplitud del empuje.0, dicho de otra manera, el estribo derecho de Yesa, por sí solo, es incapaz de detener el movimiento de la ladera. Y eso es debido, no a la capacidad de la estructura de la presa sino a la resistencia del propio terreno que rodea el estribo. Esta conclusión es acorde con lo observado pues la ladera se sigue desplazando en horizontal mientras el estribo, incapaz de detener el movimiento, sólo se desplaza verticalmente y probablemente está ya sometido una carga próxima a la máxima que puede inducir en él el movimiento de la ladera.

### **7.3 Riesgo de levantamiento del estribo derecho**

Las fuerzas que actúan sobre el estribo son las que se indican en Fig. 22, estimadas sólo a grandes rasgos. Son las antes indicadas añadiendo ahora el empuje del embalse.

Empuje del embalse  $E_w = \frac{1}{2} 24^2 \times 30 = 8.640 \text{ t}$

Sobre la parte trasera del bloque B-0 existe un muro y un relleno que aumentan la carga vertical con un peso adicional similar al que se indica en el croquis adjunto indicado en Fig. 22.

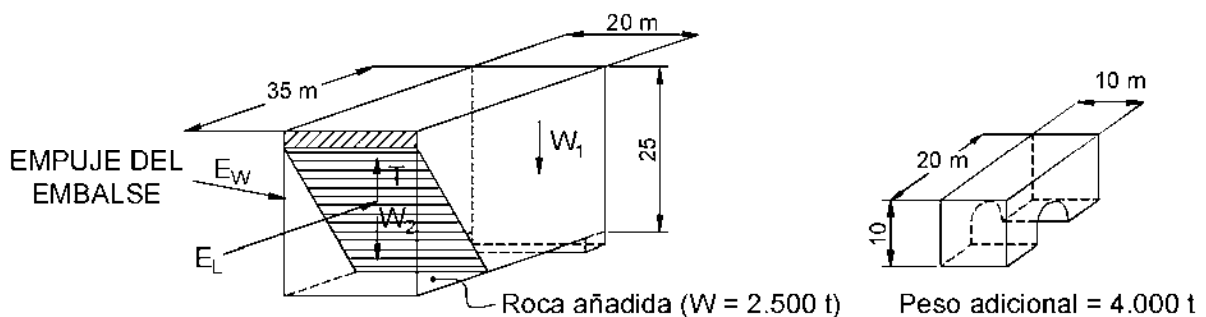


Fig. 22.- Estimación de acciones sobre el estribo derecho

En resumen, los resultados de las acciones serían:

Vertical = 14.660 t

Horizontal (longitud) = 41.250 t

Horizontal (transv.) = 8.640 t

Con estas estimaciones resulta que el empuje del embalse es claramente menor que las otras fuerzas. La resultante vertical de las acciones es pequeña, similar al empuje del agua. La compresión vertical del bloque contra su cimentación sería sólo de unas 15.000 t, lo que supone un valor  $\sigma = 15.000 / (35 \times 20) = 20 \text{ t/m}^2$ , que es menor que la carga hidrostática. De ser esto cierto, el agua podría circular por la base del bloque con cierta facilidad. Y sin embargo aún no lo hace. No se ha visto, con el embalse lleno, que esto haya ocurrido. Se interpreta que existen otros pesos laterales



(rozamiento y muro de contención laterales) que están también colaborando en la contención del levantamiento del estribo.

El bloque B-1, contra el que apoya el bloque del estribo tiene ya una altura de unos 32 m, y un área teórica de unos 400 m<sup>2</sup>. Los bloques siguientes son ya más altos (unos 36 m) y su área teórica es de más de 500 m<sup>2</sup>. Existe en consecuencia una cierta continuidad estructural entre el estribo y la presa.

Según los cálculos precedentes, el estribo tendría una compresión contra el bloque B-1 de unos 8 kp/cm<sup>2</sup>, que no es una carga excesivamente alta, pero también transmitiría esfuerzos de corte y flexión cuyo efecto conviene estudiar.

La teoría más sencilla que puede usarse en este caso sería la de la elasticidad (viga elástica) que tiene solución analítica. En esa solución, el parámetro clave es la denominada "longitud elástica", ver Fig. 23, definida por:

$$\zeta = \sqrt[4]{\frac{4 E_h I}{E_t}}$$

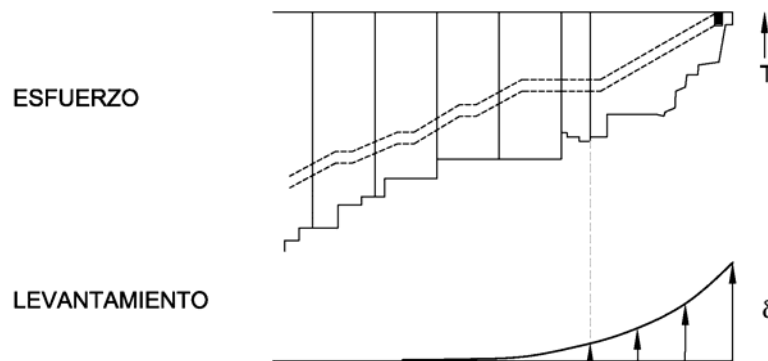
siendo  $E_h$  el módulo de elasticidad del hormigón,  $I$  el momento de inercia de la sección y  $E_t$  el módulo de elasticidad del cemento. Usando  $E_h = 200.000$  kp/cm<sup>2</sup>, suponiendo  $I = \frac{1}{12} 25^3 \times 20 = 26.000$  m<sup>4</sup>, que es el que corresponde a la sección del estribo (y también similar al del bloque B-1) y usando el valor antes obtenido para el terreno,  $E_t = 30.000$  kp/cm<sup>2</sup> se obtiene:

$$\zeta = \sqrt[4]{\frac{4 \times 26.000 \times 2 \times 10^5}{3 \times 10^4}} = 29 \text{ m}$$

Según esta teoría el levantamiento del estribo debería ser:

$$\delta = \frac{T \zeta^3}{2 E_h I} = \frac{28.840 \times 29^3}{2 \times 2 \times 10^6 \times 26.000} = 6,8 \text{ mm}$$

Y además ese levantamiento sería ya nulo a cierta distancia (distancia de levantamiento nulo =  $\frac{\pi}{2} \zeta = 40 \text{ m}$ ).



**Fig. 23.- Esquema del empuje y el levantamiento del estribo**

El levantamiento observado parece mayor, del orden del doble del indicado, y eso puede ser debido a una mayor flexibilidad de la presa (posible efecto de la compresión en las juntas) o a una mayor deformabilidad del cemento. Lógicamente también puede deberse a un mayor empuje del terreno contra el estribo. Hoy aún no se puede precisar mejor esta estimación de levantamientos.

En todo caso, el momento inducido por este esfuerzo de corte es:

$$M = 0,32 T \zeta = 0,32 \times 28.840 \times 29 = 267.600 \text{ mt}$$



Lo que supone una excentricidad de la compresión:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{237.600}{41.250} = 6,5 \text{ m}$$

Lo que significa que la acción resultante quedaría dentro de la sección del estribo (y de la presa). Probablemente el empuje actúe en el borde inferior del núcleo central de los 25 m de canto de estribo y que cerca del bloque B-1 ya esté por encima del centro de la sección, pero aún dentro del núcleo central.

Si el empuje aumentase, la resultante de las acciones del estribo sobre el Bloque B-1 podría acercarse a la coronación y provocar la rotura por compresión en esa zona. Esa condición puede escribirse como sigue:

$$T \cdot d_T = \sum W \cdot d_w + E (h - x)$$

donde:

T = componente vertical de la acción de la ladera contra el estribo.  
Positiva en sentido ascendente.

$d_T$  = brazo de T respecto a la junta J-1.

W = pesos de las distintas partes del estribo.

$d_w$  = brazos de los pesos de las partes del estribo respecto a la junta J-1.

E = componente horizontal del empuje de la ladera contra el estribo.

h = profundidad, respecto a coronación, de la línea de acción de la componente horizontal del empuje.

x = zona comprimida de la coronación de la presa.



Con los datos apuntados hasta ahora se pueden obtener el momento estabilizador debido al peso, que es:

$$\Sigma W \cdot d_w = 4.000 \times 30 + 39.500 \times 17,5 = 811.250 \text{ mt}$$

Además, se supone los datos siguientes:

$$d_T = 35 \text{ m} \quad T = \text{tg } \phi \cdot E = 0,7 E$$

La variable "x" se puede determinar estimando la máxima compresión que puede soportar la coronación. Para ello se cuenta con un ancho efectivo de 5 m y con una resistencia del hormigón a compresión de 150 kp/cm<sup>2</sup>. En esa hipótesis se tiene:

$$E = 5 \times 1.500 \times 2x = 15.000x \text{ t/m}$$

Resolviendo estas ecuaciones se tiene:

$$x = 4,4 \text{ m} \quad E = 66.170 \text{ t}$$

El coeficiente de seguridad que se cree que existe hoy frente a este modo de fallo, establecido al comparar los valores de E en rotura, que se acaba de estimar y el valor de E que se cree que existe, es:

$$F_1 = \frac{E_{\text{rot}}}{E} = \frac{66.170}{41.250} = 1,6 \quad (\text{rotura por compresión})$$

Antes de alcanzarse esa rotura, se habría producido el despegue del Bloque B-1 que ocurre cuando  $T = W = 43.500 \text{ t}$ , esto es con  $E = 62.140 \text{ t}$ .



Frente a este fenómeno de despegue completo del bloque, existiría el siguiente coeficiente de seguridad:

$$F_2 = \frac{62.140}{41.250} = 1,5 \quad (\text{rotura por despegue})$$

Podría pensarse en un posible "pandeo" por exceso de compresión pero la carga de pandeo, que puede estimarse con la expresión:

$$\begin{aligned} E_{(\text{crit.})} &= 2 \sqrt{E_t \cdot E_h \bar{I}} = 2 \sqrt{3 \times 10^3 \times 2 \times 10^6 \times 26.000} \\ &= 12 \times 10^7 \text{ t} \end{aligned}$$

es muy superior a la carga que en cualquier caso puede actuar.

Los coeficientes de seguridad estimados son menores que lo deseable teniendo en cuenta la imprecisión de los cálculos. Sería posible que el bloque del estribo dejase de apoyar sobre el terreno y eso podría significar una fuga del embalse por su base. Y también podría ocurrir que la cabeza de compresión de este estribo (la coronación de la presa en la zona de entronque) fallase por agotamiento a compresión y entonces producirse un movimiento mayor del estribo conduciendo al mismo modo de fallo final, las fugas de agua del embalse por debajo del estribo.

Cualquiera de estos fallos tendría, como síntomas previos, el aumento del levantamiento del estribo y, aunque hoy no se controle este aspecto, un aumento del caudal de filtración y de la subpresión bajo el estribo.





#### 7.4 Efectos de un eventual deslizamiento del lóbulo derecho

El movimiento de ladera en el estribo derecho de Yesa está claramente contenido por la presencia de la propia presa que se sitúa en el eje central de la zona que se mueve. Si el estribo no falla, aspecto que se ha analizado antes en este informe, entonces el movimiento habría de dividirse en dos zonas, una que se movería al embalse y la otra hacia aguas abajo.

La zona de aguas arriba, que en esta obra se ha venido a denominar "lóbulo derecho", se mueve a mayor velocidad y tiene mayores síntomas de deslizamiento. De todo el contorno del deslizamiento ya existe una zona donde se marca el límite que separa al este "lóbulo" de la zona de aguas arriba y podría llegar a desgajarse completamente.

Los últimos registros de velocidad de los puntos que controlan el movimiento de este lóbulo indican que la velocidad del movimiento aún sigue siendo muy importante pero menor de la que fue en el pasado. Ver Fig. 24. Pero no es imposible que, por algún motivo, se reactive.

En caso de aumentar su velocidad, no es previsible que esta lo haga hasta valores que pudiera generar una sobreelevación notable del embalse. Aunque esta masa cayera hacia el agua embalsada, su velocidad sería claramente insuficiente para generar ningún oleaje perceptible. Esto se dice después de conocer otro deslizamiento de esta misma formación en este mismo embalse. Se trata del denominado deslizamiento, del vertedero del Monte Mérida donde una gran masa de roca se desplazó del orden de 1 m entrando suavemente en el embalse.

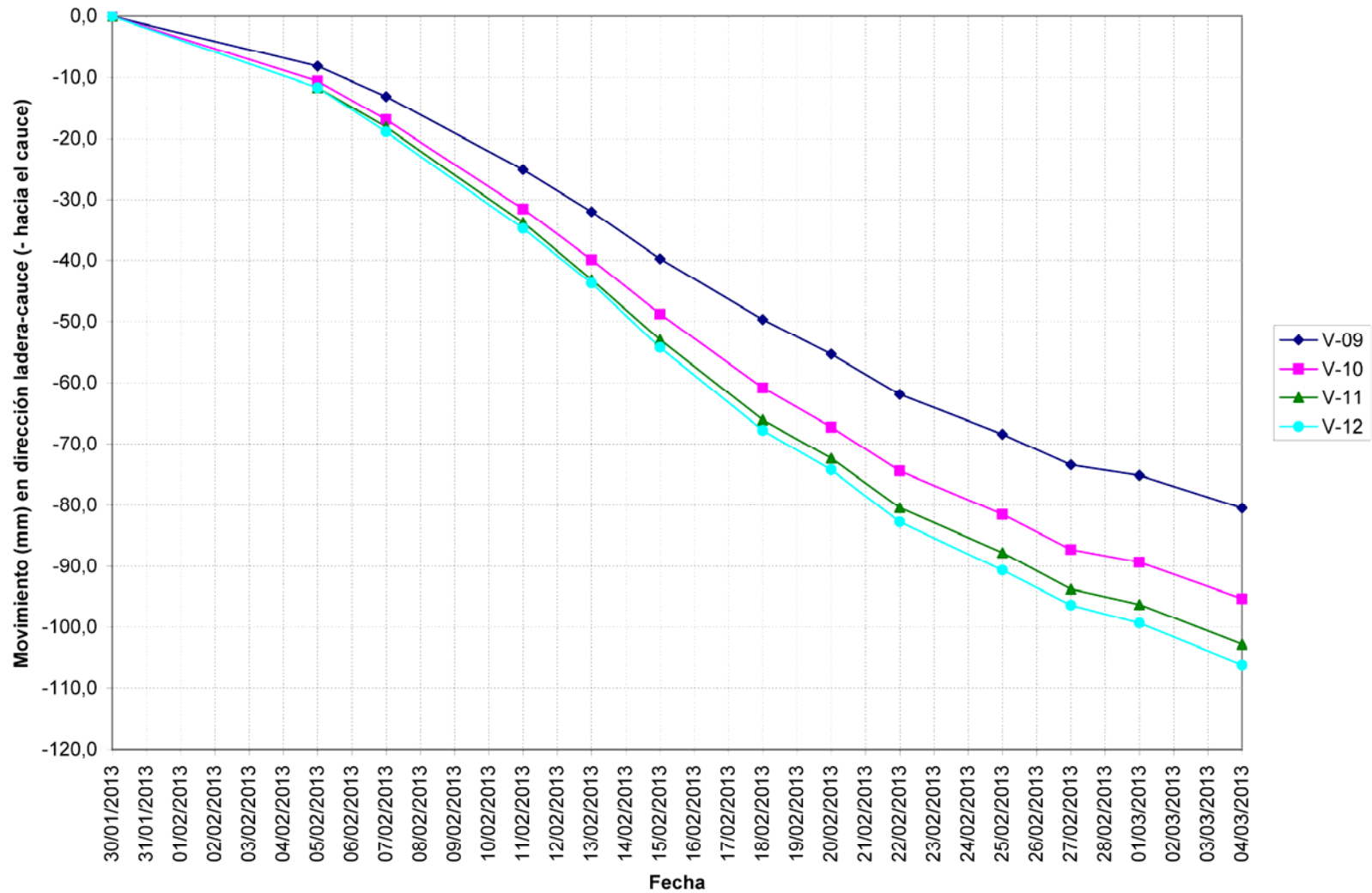
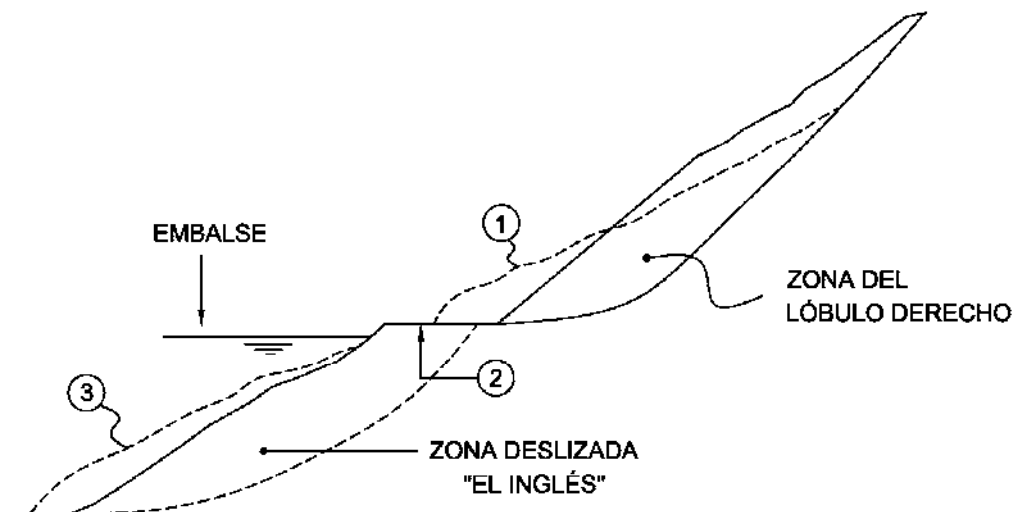


Fig. 24.- Velocidades representativas del "lóbulo derecho"

Por otro lado, esta misma ladera y en esta misma zona sufrió un deslizamiento conocido con el nombre del "deslizamiento del inglés" y también como "deslizamiento de Jiménez Salas", pues este ilustre ingeniero participó en su análisis. Y ese deslizamiento, que ocurrió con el embalse ya en operación, entró también suavemente sin causar daños.

El lóbulo derecho tiene hoy su pie de deslizamiento a la cota 490, esto es, la plataforma que hoy existe al nivel de la coronación de la presa. Si llegase a desarrollarse inesperadamente este corrimiento, las tierras invadirían ese anchurón que hoy existe y que fue creado para estabilizar el denominado "deslizamiento del inglés". Entonces podría reactivar este antiguo deslizamiento y reproducir nuevamente la situación que ya se conoció en su día y que no causó daños de importancia. Ver Fig. 25.

Este riesgo debe ser causa de alerta permanente y de control exhaustivo, pero hoy no se debe calificar a este problema de alarmante.



- 1.- Eventual deslizamiento del "lóbulo derecho"
- 2.- Invasión de la plataforma 490
- 3.- Reactivación del "deslizamiento del inglés"

**Fig. 25.- Secuencia del posible deslizamiento del "lóbulo derecho"**



### **7.5 Efectos de un eventual deslizamiento aguas abajo**

La zona de aguas abajo de la presa se mueve algo menos que el lóbulo derecho. En Fig. 26 se indican algunas velocidades típicas de esta zona.

Podría ocurrir que este deslizamiento se desarrollase y llegase a moverse varios metros. Las consecuencias de este movimiento, si el estribo no se mueve, supondrían únicamente un daño material.

Lo más probable es que se dispongan en el próximo futuro de tiempo y medios suficientes para detener este movimiento pero en caso contrario, no se ve que esto pudiera conducir a ningún daño a personas, habida cuenta el desalojo ya practicado de la urbanización afectada.

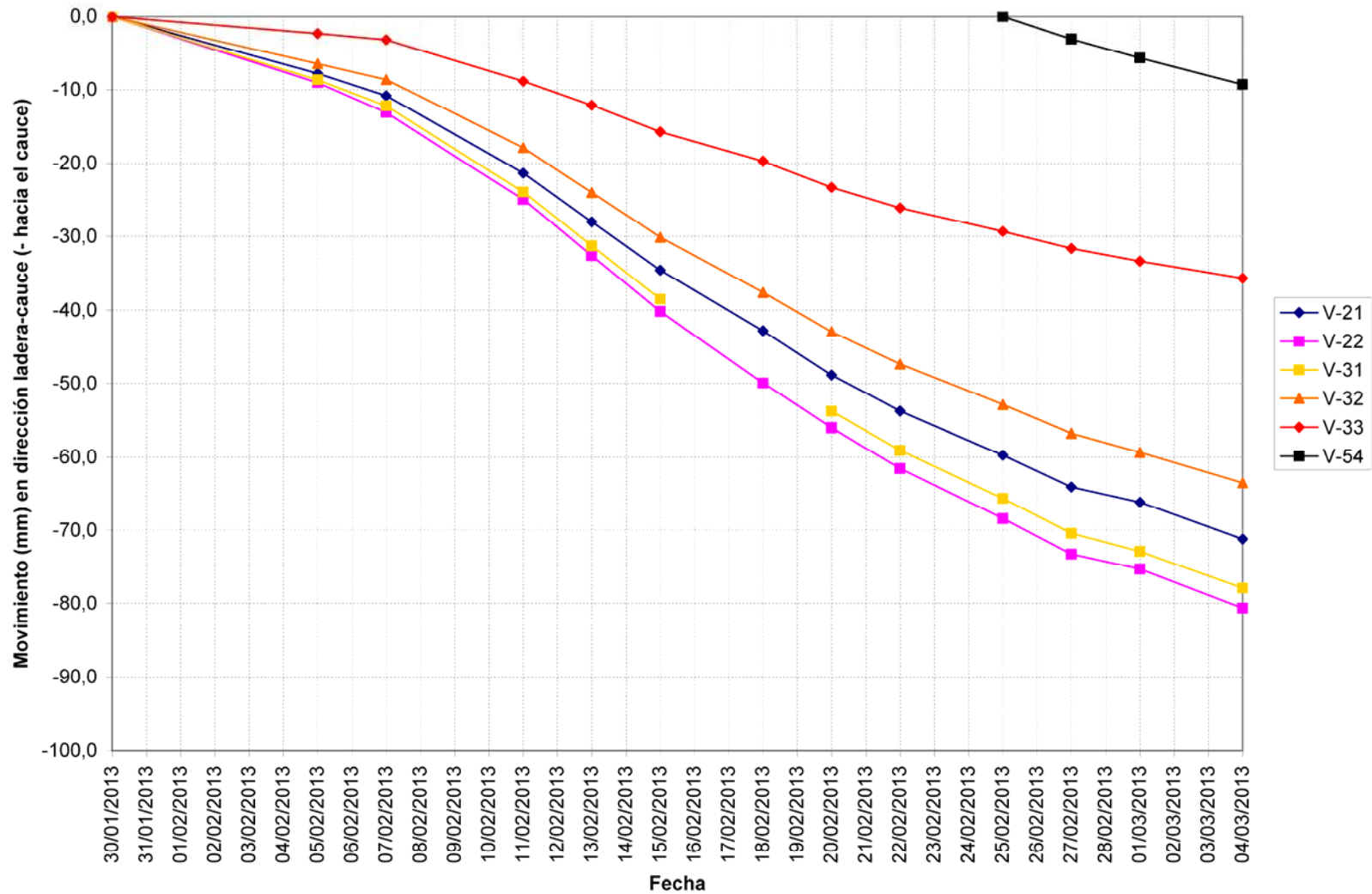


Fig. 26.- Velocidades representativas en la zona de aguas abajo del deslizamiento



## 8. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los movimientos detectados en la ladera derecha de Yesa, en la propia cerrada de la presa, han causado un estado de alerta que ha motivado, a su vez, la instalación de un sistema de alta precisión de auscultación de movimientos.

Las tareas de contención del movimiento, particularmente del levantamiento del estribo derecho de la presa, comenzaron ya en el mes de agosto, tan pronto se detectó que ese movimiento entrañaba un riesgo apreciable.

Desde entonces hasta hoy, seis meses después, se han realizado los estudios y los trabajos de contención de este movimiento, proyectándose las medidas necesarias para estabilizar la ladera, e iniciando su ejecución

Como quiera que la zona móvil incluye viviendas de las urbanizaciones que existen en esta ladera de la cerrada se ha procedido a evacuar dichas viviendas para paliar el riesgo de rotura de alguna de ellas. Y se ha planteado también la conveniencia de vaciar el embalse.

Ante esa situación, la Confederación Hidrográfica del Ebro ha solicitado a quien suscribe, un informe acerca de la seguridad actual del embalse de Yesa. Este informe obedece a esa petición y trata de calificar el riesgo que hoy existe cara a la decisión relativa al eventual vaciado del embalse.

Este informe se basa en varias fuentes de información entre ellas los datos del movimiento de ladera y los datos del sistema de auscultación de la presa.



Hoy (a principios de marzo de 2013) los movimientos de la ladera están reduciendo algo su velocidad y se espera poder detenerlos en un futuro próximo. Pero pudiera ocurrir que antes de ello se desencadenase un proceso de desestabilización que concluyese en un claro y amplio movimiento de ladera.

Los datos de auscultación de la presa de los que se dispone son los relativos a la auscultación que se colocó en 1996. Pero no es seguro que no exista otra información más antigua que pudiera ser de gran interés.

Desde 1996 hasta hoy, en estos tres últimos lustros, se han realizado, que este ingeniero sepa, dos informes de auscultación. Ambos han sido realizados por la misma casa especialista y vienen fechados en 1998 y en 2011.

Según estos informes, el comportamiento es normal. No existe ningún síntoma preocupante. Pero señalan ya dos anomalías importantes: la primera es el "izamiento" continuado del estribo derecho que se detecta claramente, aunque se atribuye más bien a un posible defecto del sistema de observación y la segunda anomalía es la falta de apertura de las juntas en las épocas invernales. A este segundo hecho se le dio escasa importancia.

Hoy, con los datos de auscultación actualizados, se ha escrito este informe donde se da explicación a esas dos anomalías (izamiento del estribo derecho y falta de apertura de las juntas). Ahora se achacan ambos rasgos del comportamiento observado al gran empuje que sufre la presa como consecuencia del movimiento de las laderas de la cerrada. También la ladera izquierda podría estar ejerciendo un empuje.



Hoy, además, se han detectado otras tres anomalías que parecen de menor enjundia o calado. Al iniciarse el proceso regular del llenado anual, en el otoño de cada año, se observan tres hechos sintomáticos: a) reducción momentánea de los caudales de filtración, b) ligero aumento transitorio de las subpresiones y c) aparente deslizamiento observado en las "ternas de base" de las juntas de la presa. Este último dato puede ser inexacto porque no lo detectan otros medidores de juntas automatizados y, como se ha dicho, sería explicable como consecuencia de un cambio en el patrón de medidas.

Esas tres anomalías habrán de interpretarse. Son, como se dice, de menor importancia, son cambios poco significativos como se explica con detalle en el texto de este informe, pero merecen que estos hechos se examinen más detenidamente.

La interpretación que en su día (hace hoy más de diez años) realizó quien suscribe esta nota de los primeros datos de auscultación de Yesa, llevaron a concluir que el comportamiento del cimiento de la presa era esencialmente elástico y regido por un módulo de elasticidad medio en el entorno de  $E = 5 \text{ GPa}$ . Hoy, mucho tiempo después, y con mucha más información, se ha vuelto a realizar aquella interpretación para concluir que dicho módulo pudiera ser menor, del orden de  $E = 3 \text{ GPa}$ . En todo caso los nuevos datos observados indican que el comportamiento sigue siendo elástico.

Usando ese dato para interpretar otros movimientos de la presa, resulta explicable el levantamiento del estribo si la fuerza que la ladera hace sobre él fuese del orden de 40.000 t y que además, tuviese una componente vertical de unas 30.000 t.





Esto ha servido para evaluar la seguridad actual del estribo y concluir que si ese empuje vertical aumentase del orden del 50% podría iniciarse un proceso de rotura del estribo que, a su vez, podría provocar un vaciado del embalse de difícil control.

También podría ocurrir que los movimientos que hoy se observan en la presa se convirtiesen en un deslizamiento claro, desplazándose la ladera varios metros, aunque el estribo permaneciese inmóvil. Este riesgo es menor y tiene menos importancia práctica que la propia rotura del estribo.

Como se sabe se está colocando ya peso sobre el estribo para evitar su levantamiento. Los levantamientos del estribo y su colimación, en ambas direcciones, debe ser el objeto prioritario de la observación de este problema principal.

Las estimaciones realizadas indican que la rotura del estribo es improbable y que, antes de que ocurra, se deberían experimentar mayores levantamientos y que, además podrían aumentar las subpresiones en su base y aparecer fugas del embalse por esta margen.

Tras esta breve y urgente evaluación de los riesgos actuales no se ve técnicamente necesario proceder a desembalsar pues no se ven síntomas alarmantes de rotura inmediata. Pero sí deben prepararse las acciones pertinentes para detectar alguno de los síntomas siguientes:

- a) Fuga del embalse por el estribo derecho.
- b) Nuevos ascensos del estribo de más de 1 cm.
- c) Algún síntoma de compresión excesiva en la coronación de la presa; Bloque B-1.
- d) Algún otro hecho insólito detectado por el sistema de auscultación.



Para mejorar la observación del estribo se propone:

- 1) Disponer más puntos de control de nivelación en el estribo y proceder a su nivelación y replanteo diarios.
- 2) Disponer en el cimiento del estribo al menos cuatro piezómetros, que tengan lectura continua.

Lógicamente se recomienda seguir con el proceso de observación y análisis, iniciado ahora en este informe, para terminar de explicar todos los datos de la observación y mejorar las evaluaciones que aquí se han hecho con carácter de urgencia.

Madrid a 19 de marzo de 2013

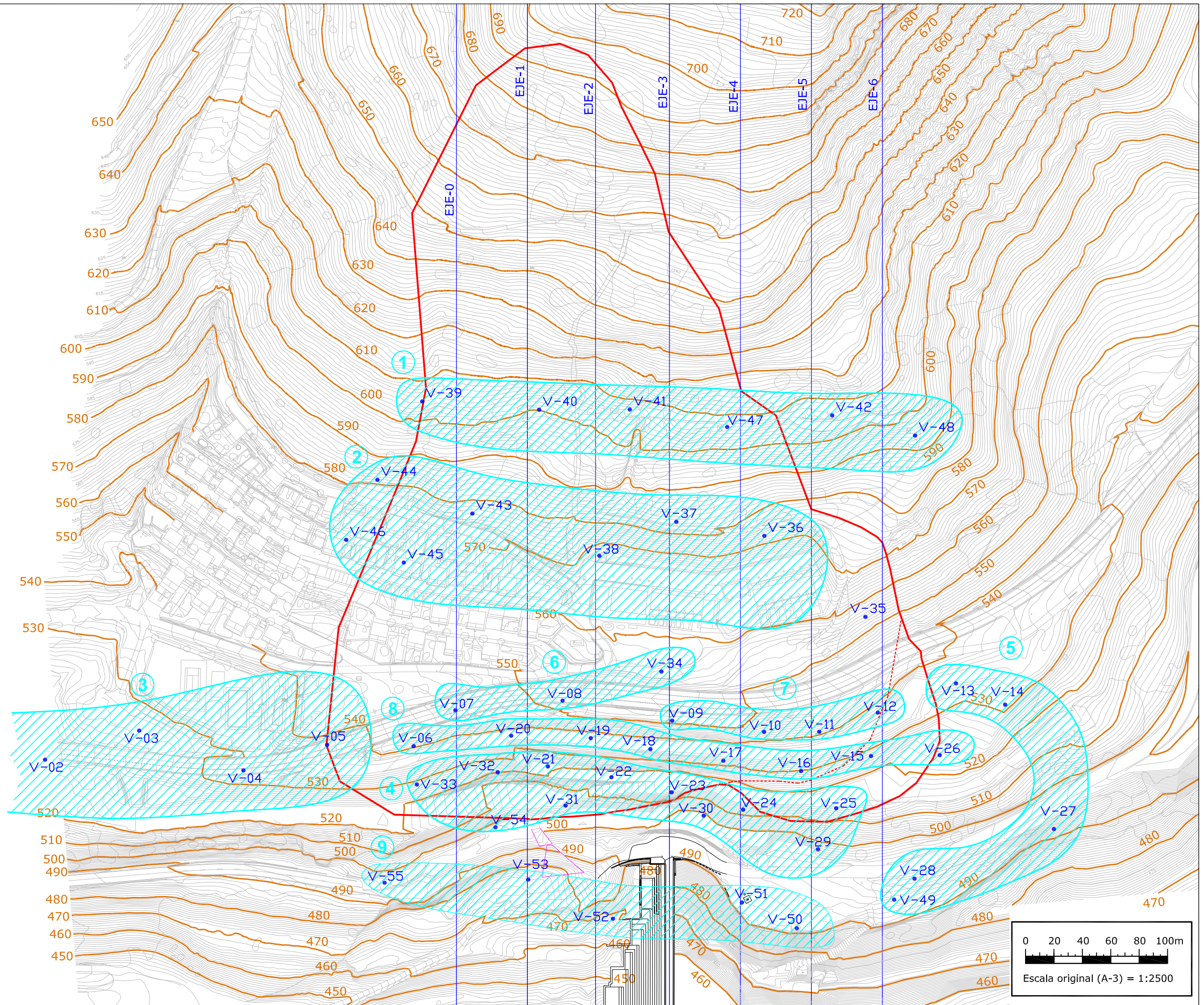
Fdo. Antonio Soriano Peña

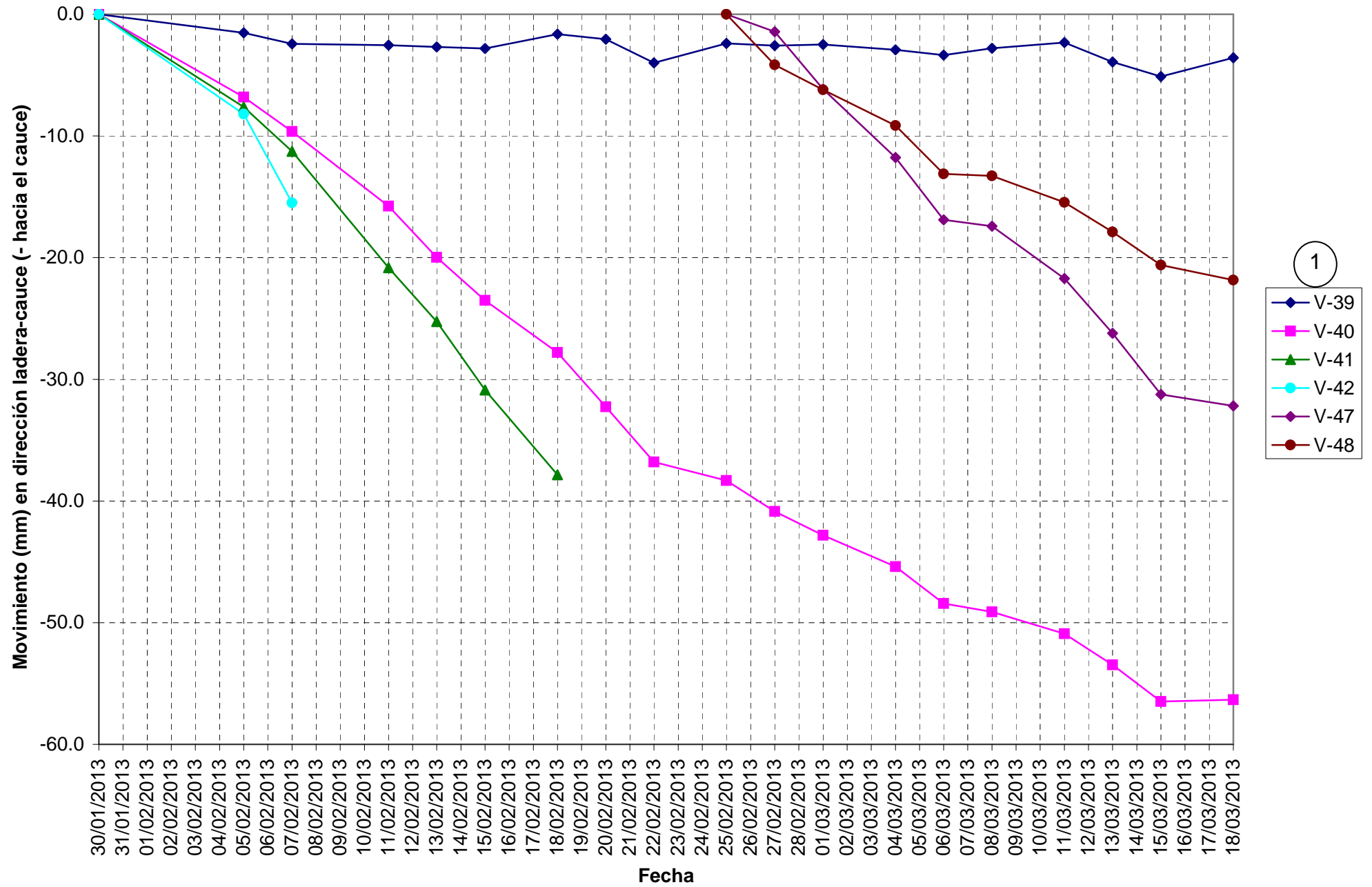


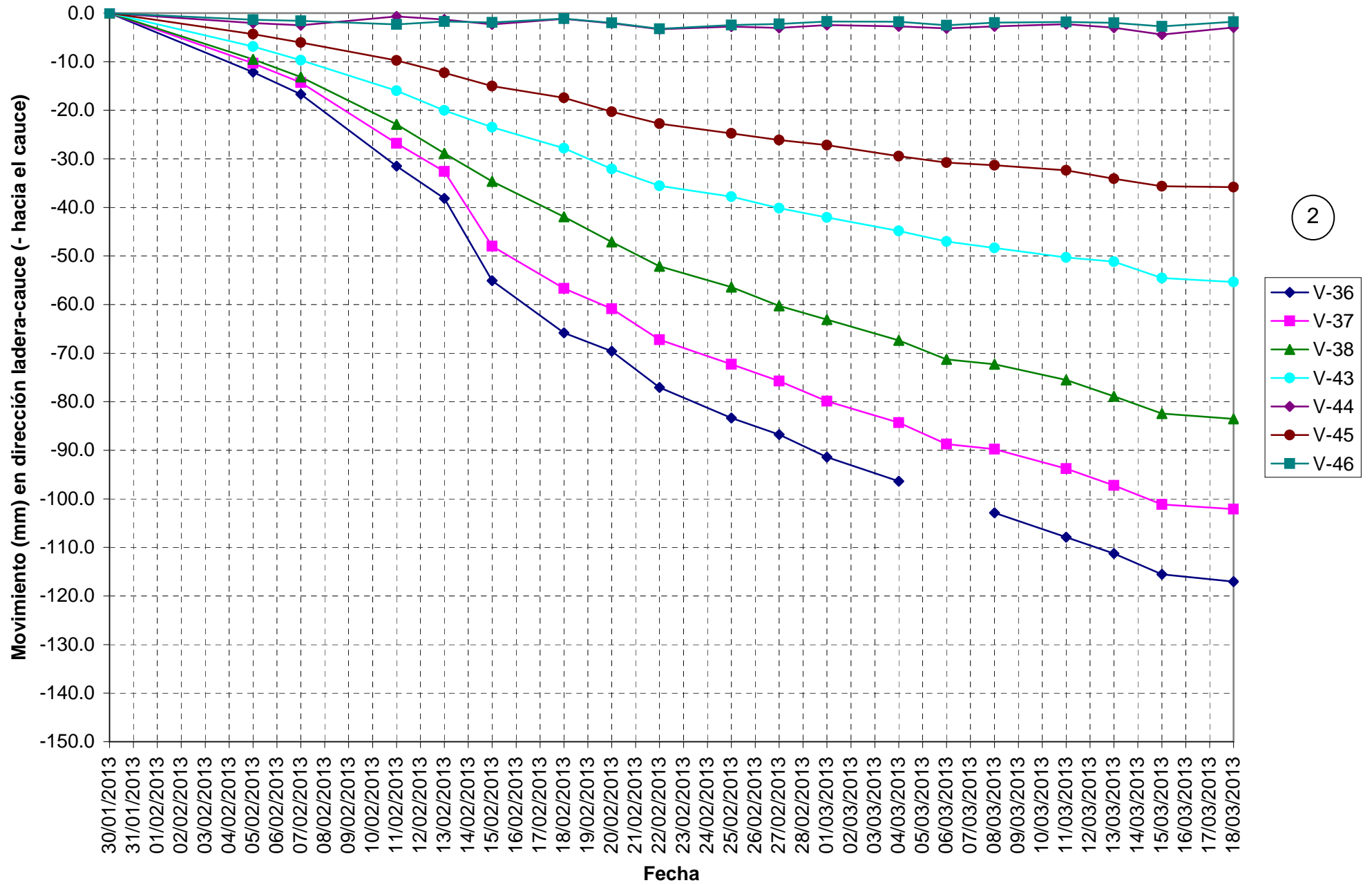
## APÉNDICE

### DATOS DE AUSCULTACIÓN

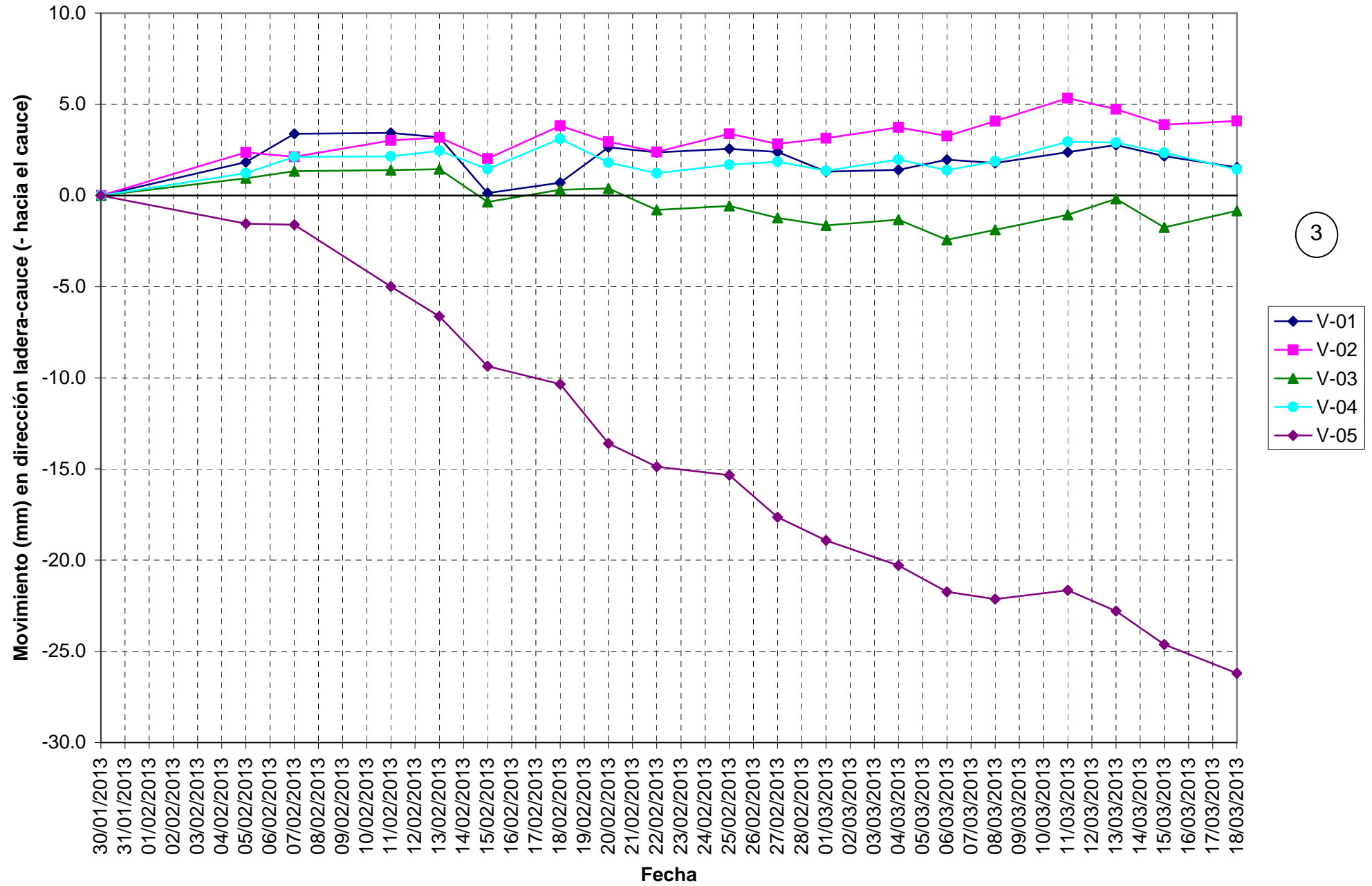
**GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN DE MOVIMIENTO  
DE LA LADERA DERECHA  
(18 DE MARZO DE 2013)**



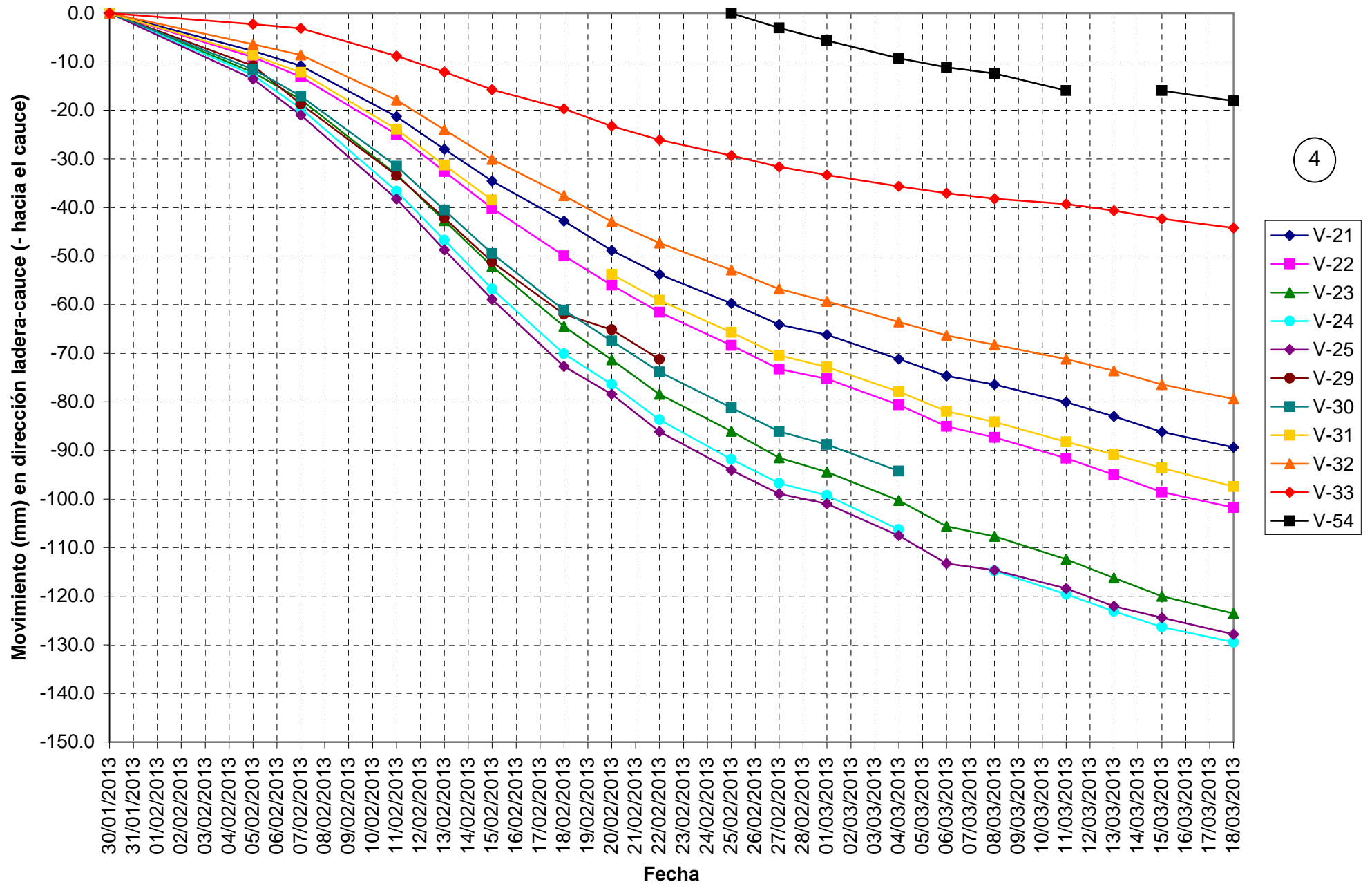


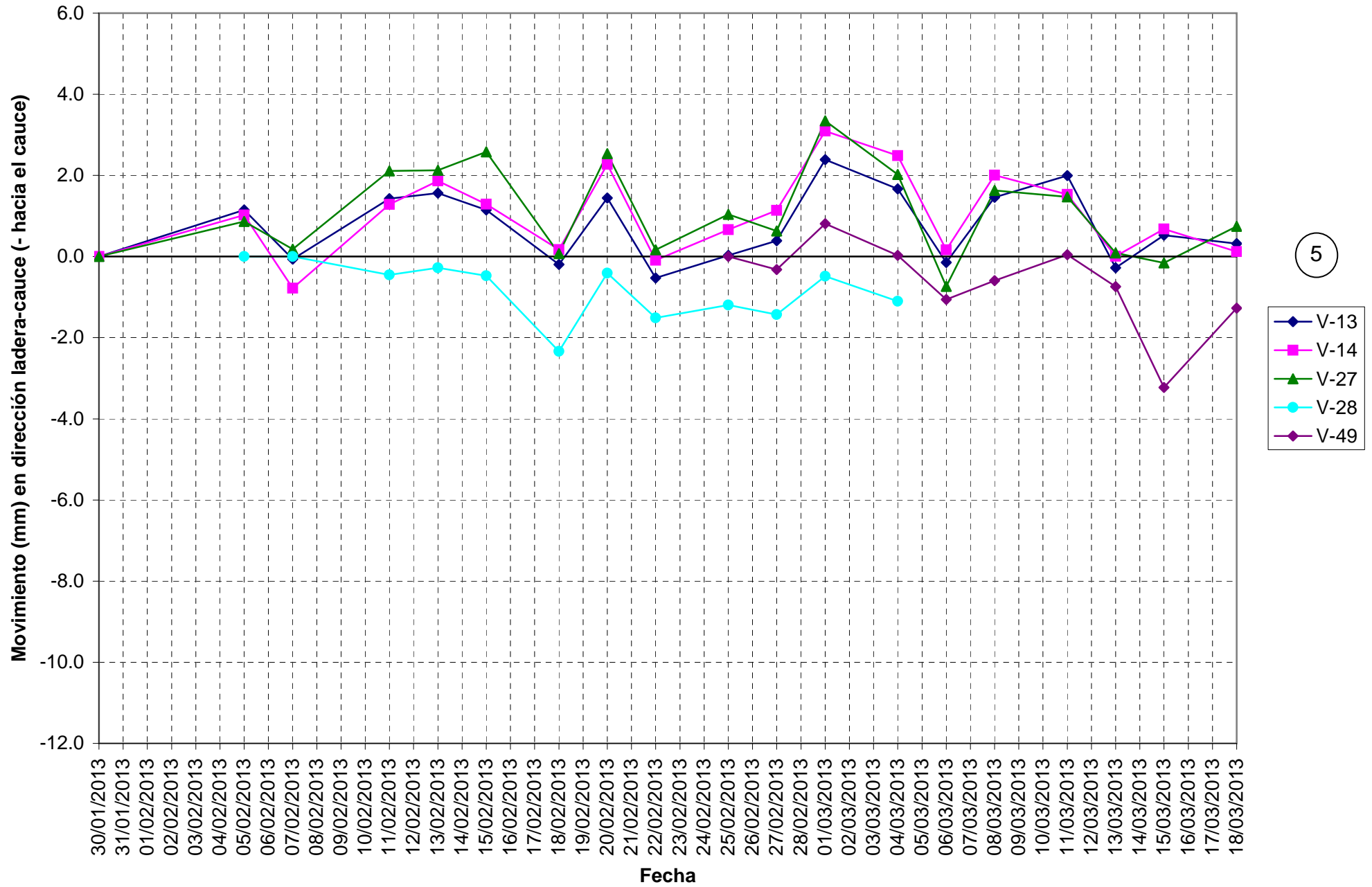


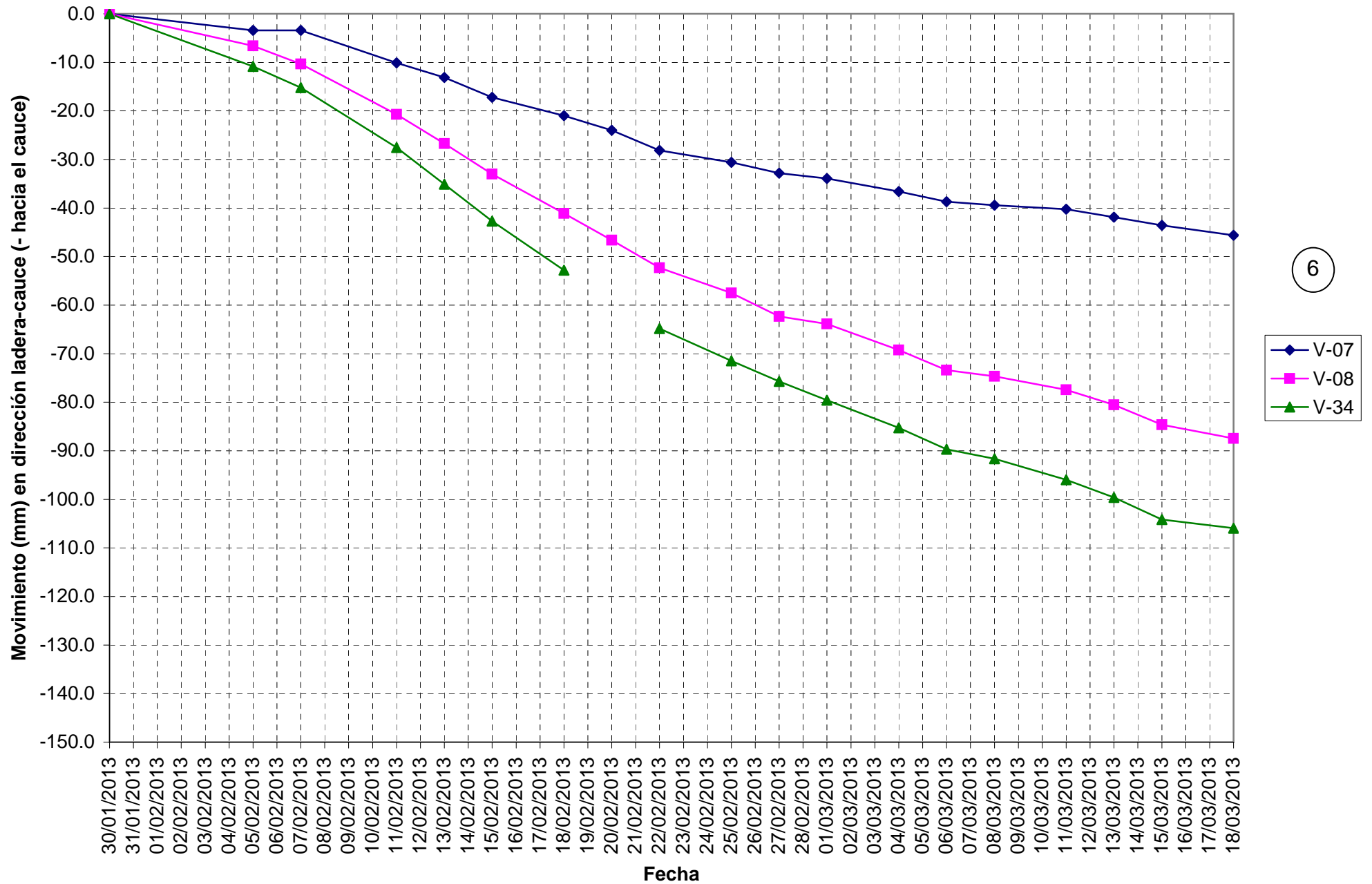
2



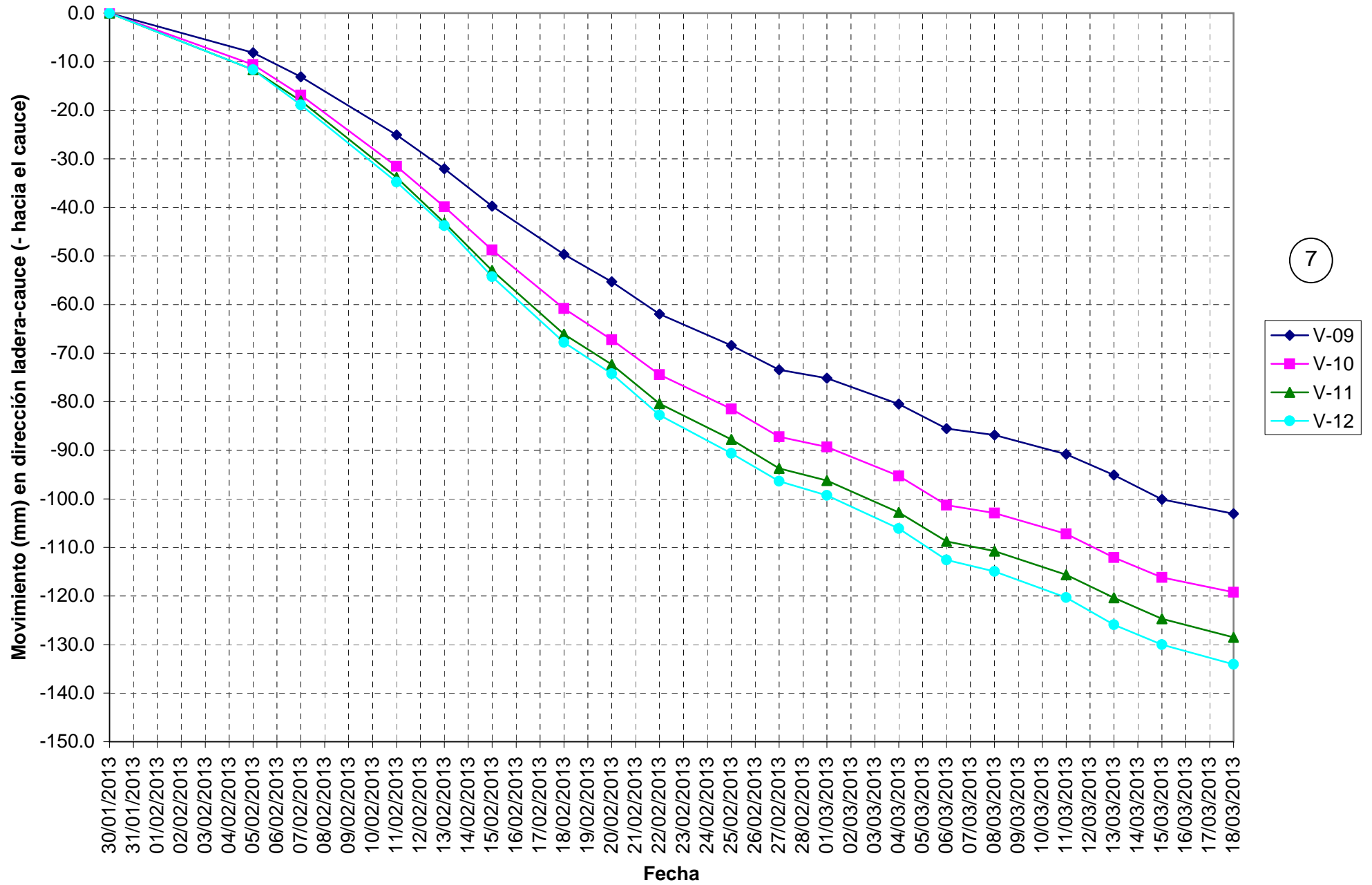


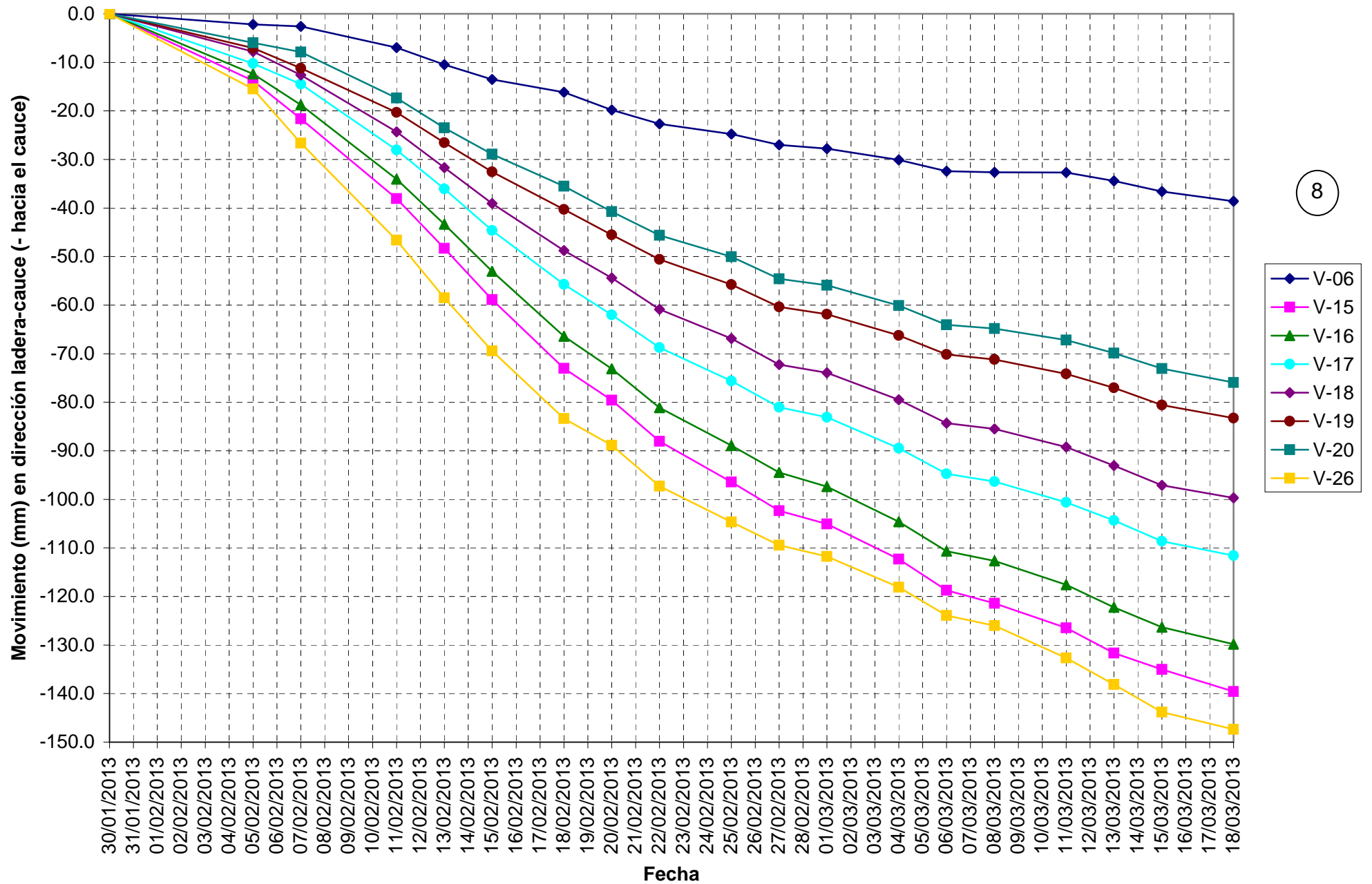


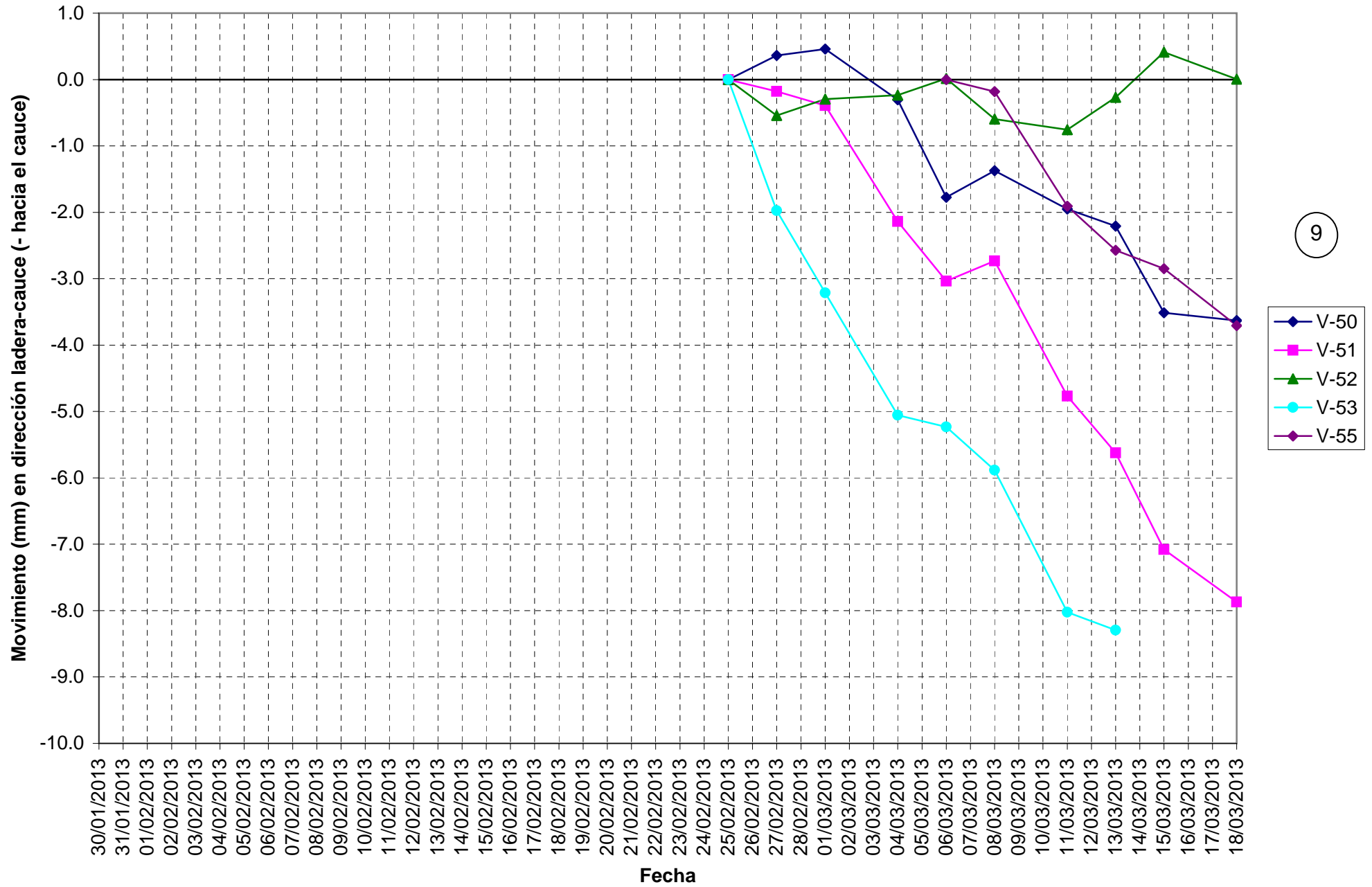




6









## VARIABLES EXTERIORES



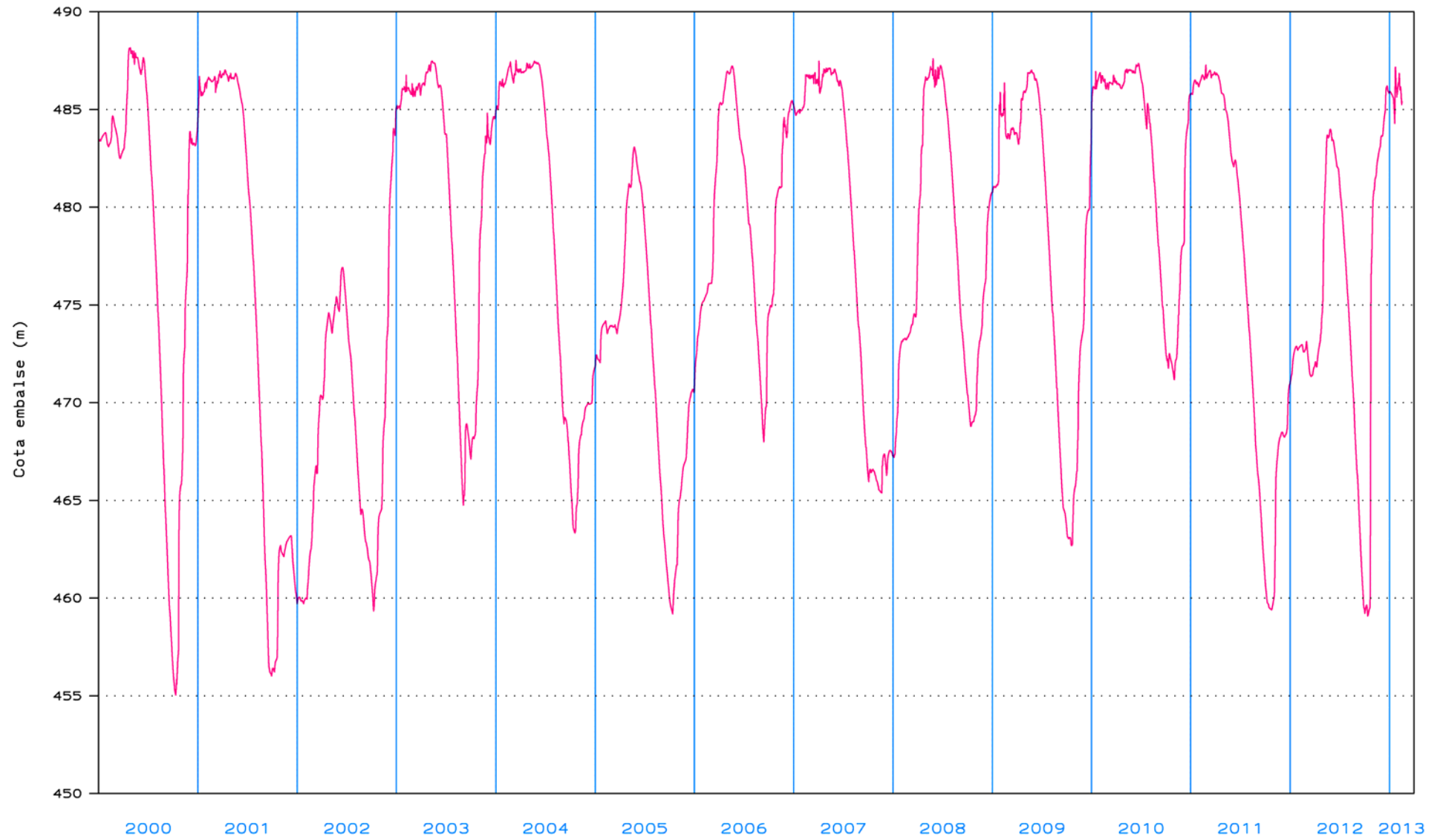
## Nivel de embalse



# NIVEL DE EMBALSE

# PRESA DE YESA

N.Embalse

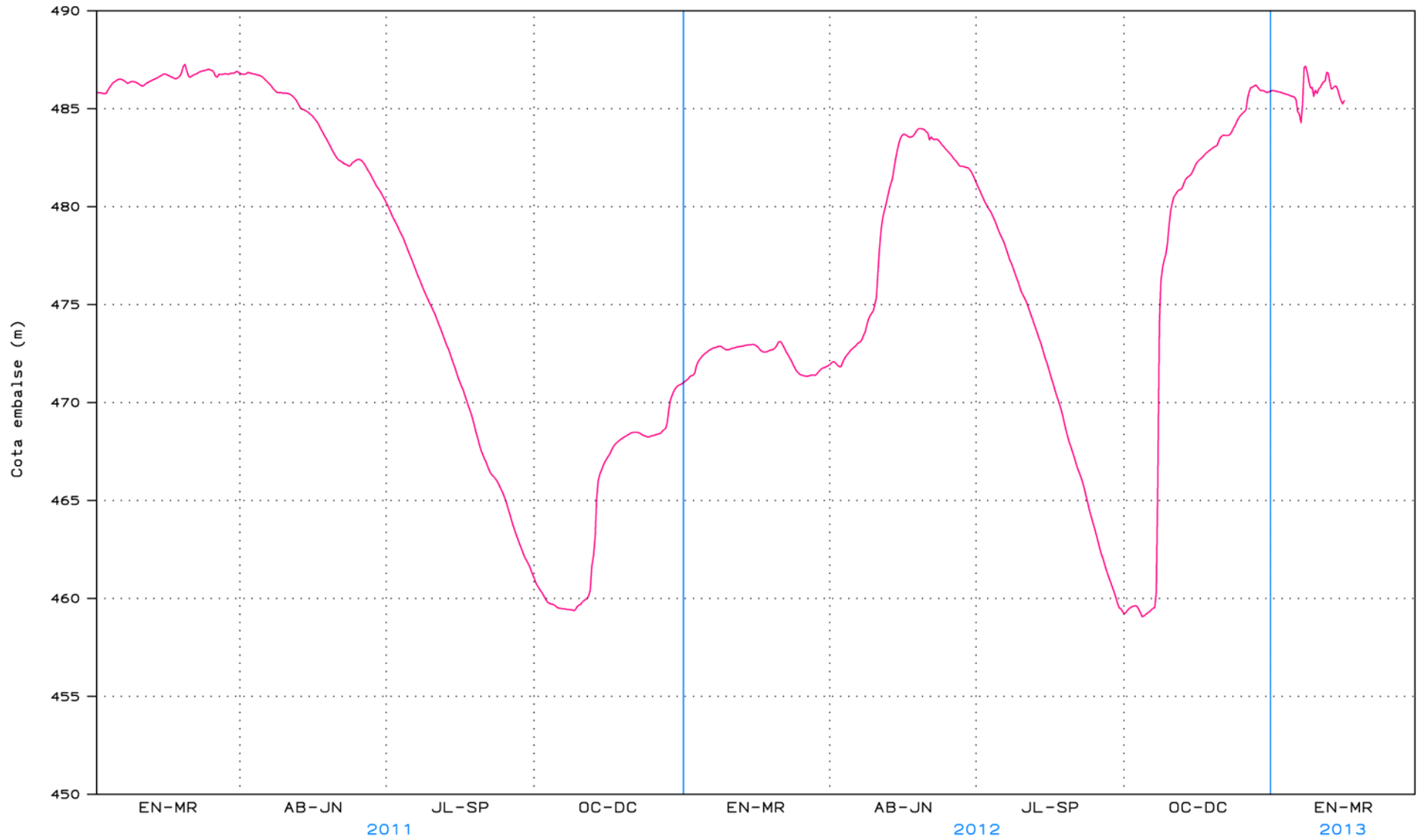


PERIODO = DEL 01/01/00 AL 31/03/13

# NIVEL DE EMBALSE

# PRESA DE YESA

N.Embalse



PERIODO = DEL 01/01/11 AL 31/03/13



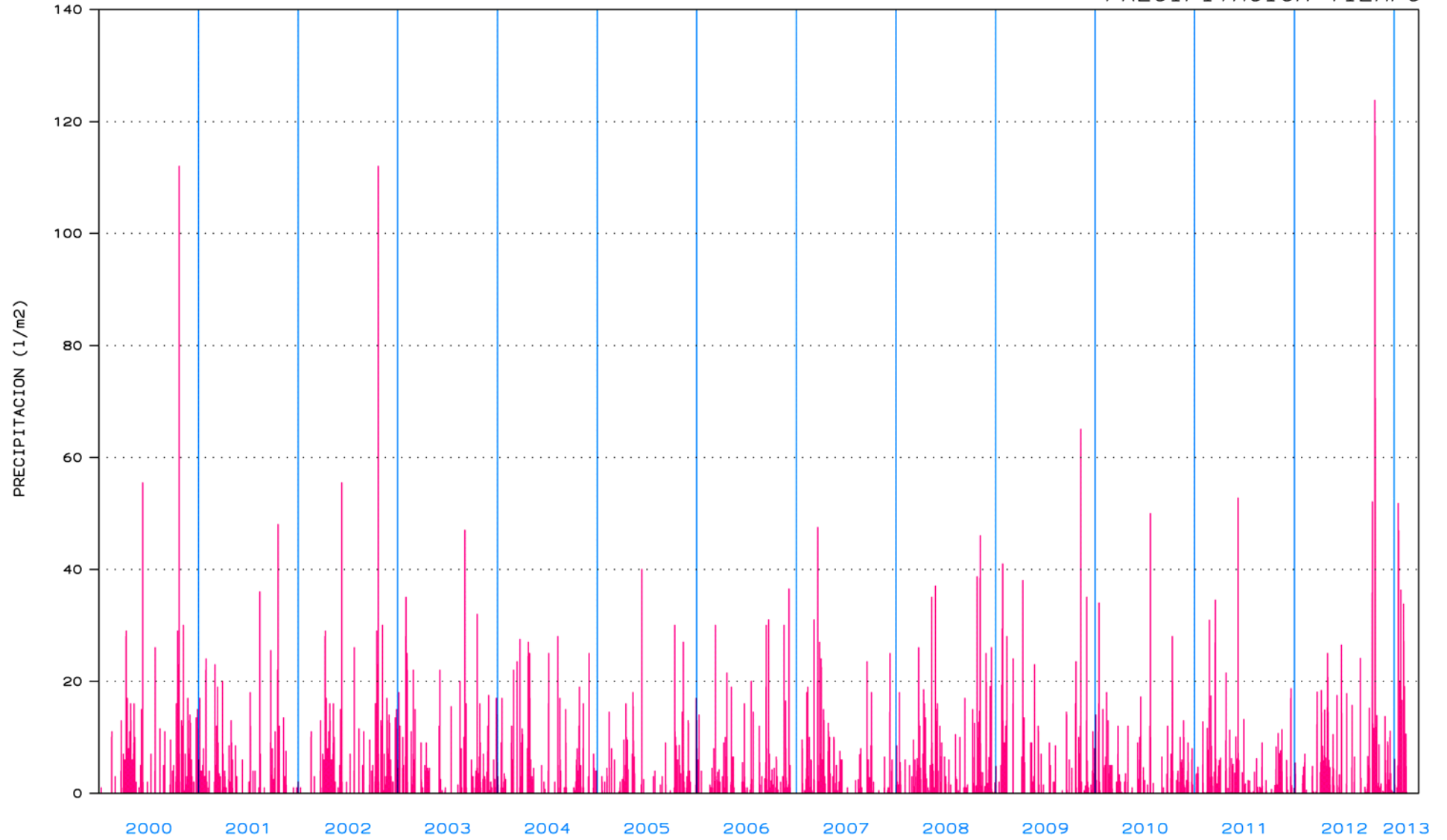
## Precipitaciones

# EVOLUCION PRECIPITACION DIARIA

# PRESA DE YESA

1/m<sup>2</sup>

*PRECIPITACION-TIEMPO*



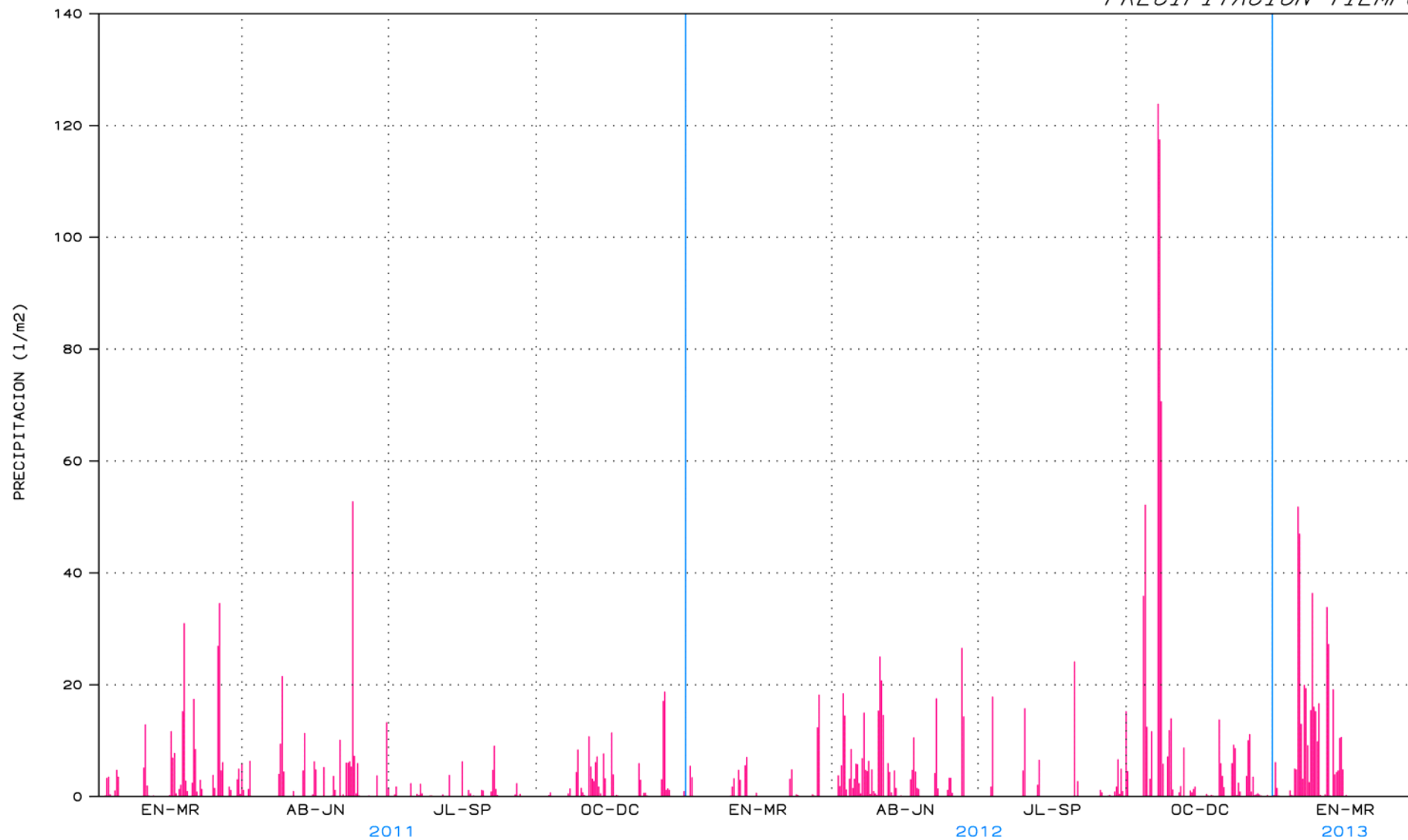
PERIODO = DEL 01/01/00 AL 31/03/13

# EVOLUCION PRECIPITACION DIARIA

# PRESA DE YESA

1/m<sup>2</sup>

*PRECIPITACION-TIEMPO*



PERIODO = DEL 01/01/11 AL 31/03/13

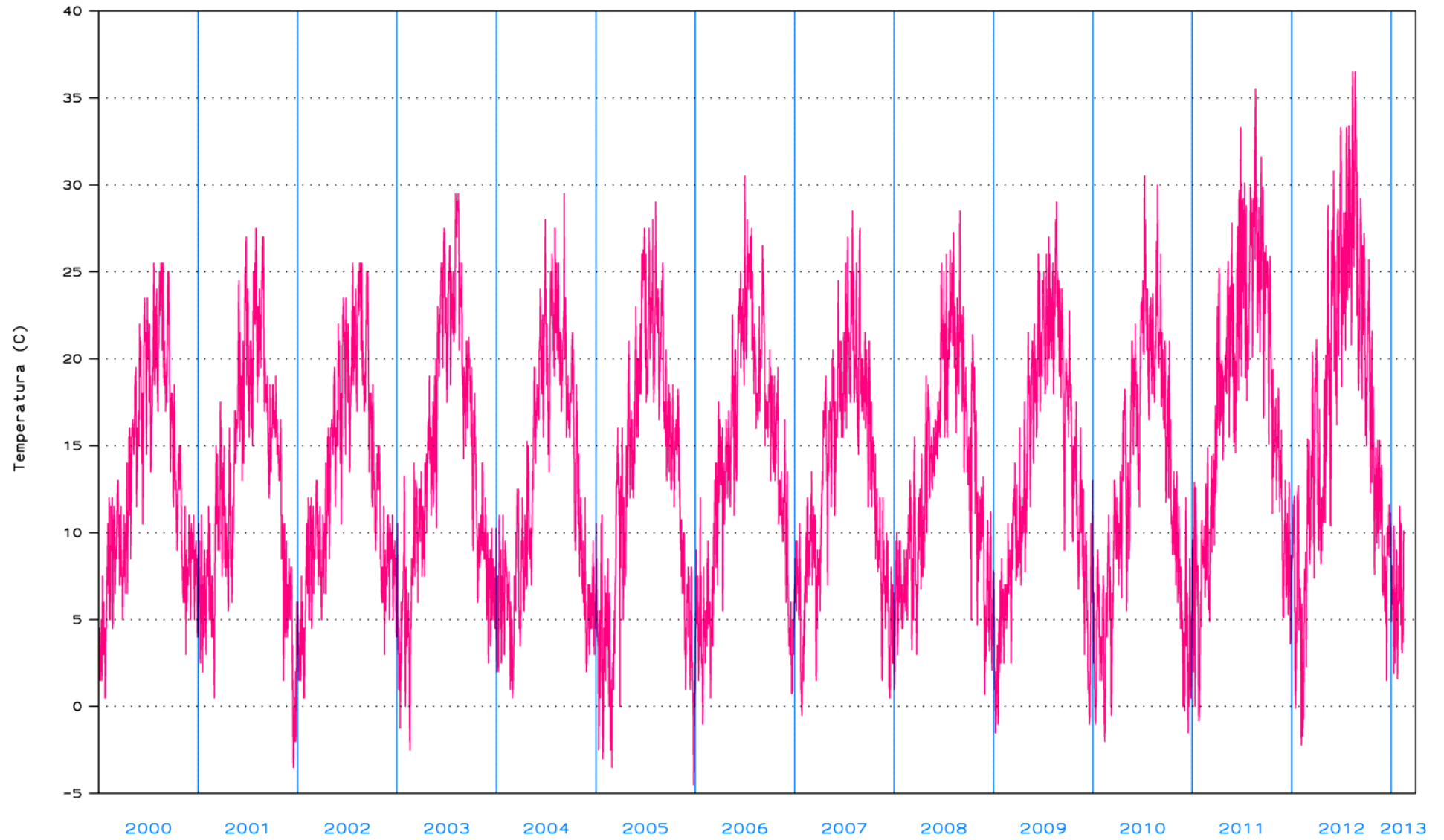


## Temperatura

# TEMPERATURA DIARIA

# PRESA DE YESA

Temperatura

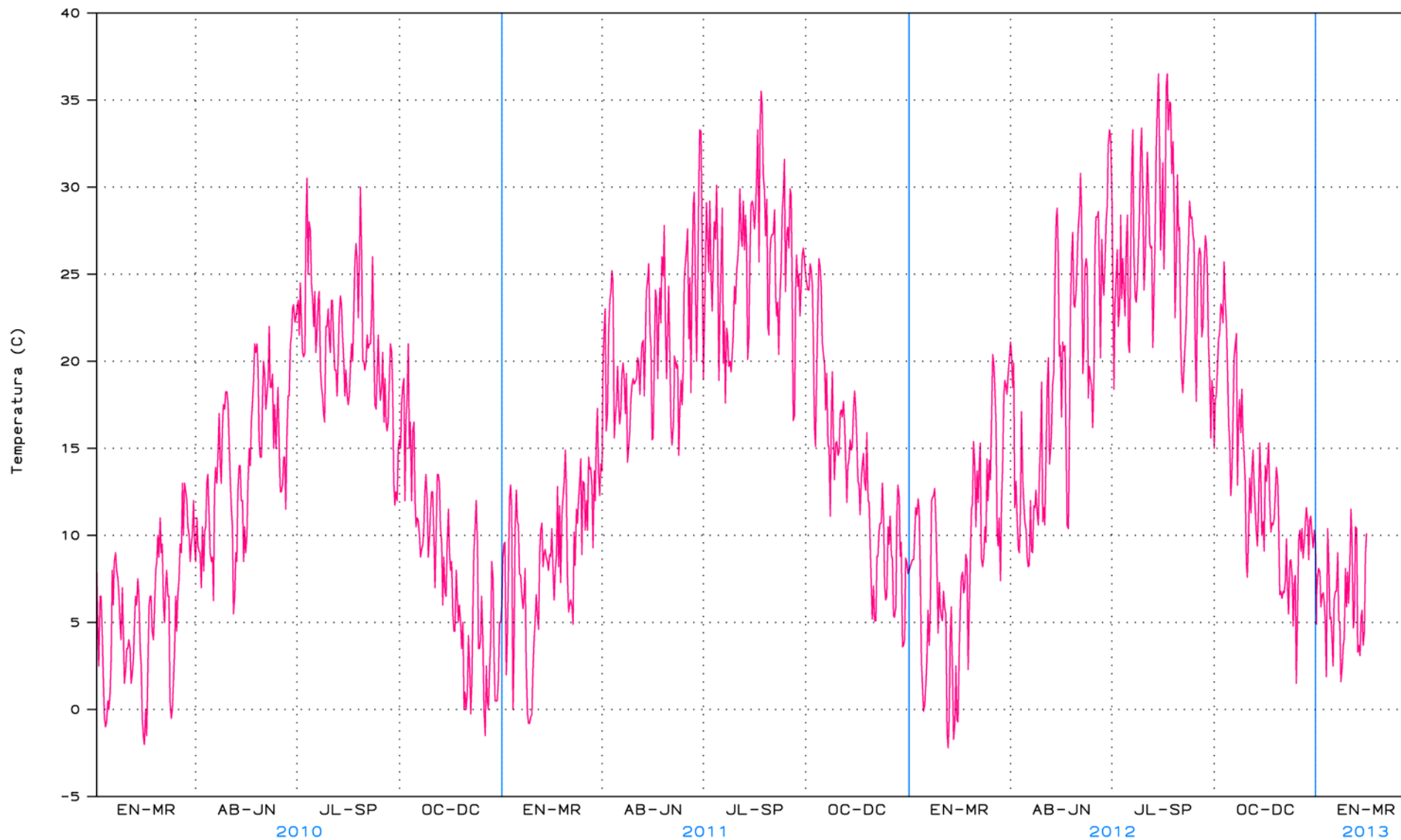


PERIODO = DEL 01/01/00 AL 31/03/13

# TEMPERATURA DIARIA

# PRESA DE YESA

Temperatura



PERIODO = DEL 01/01/10 AL 31/03/13

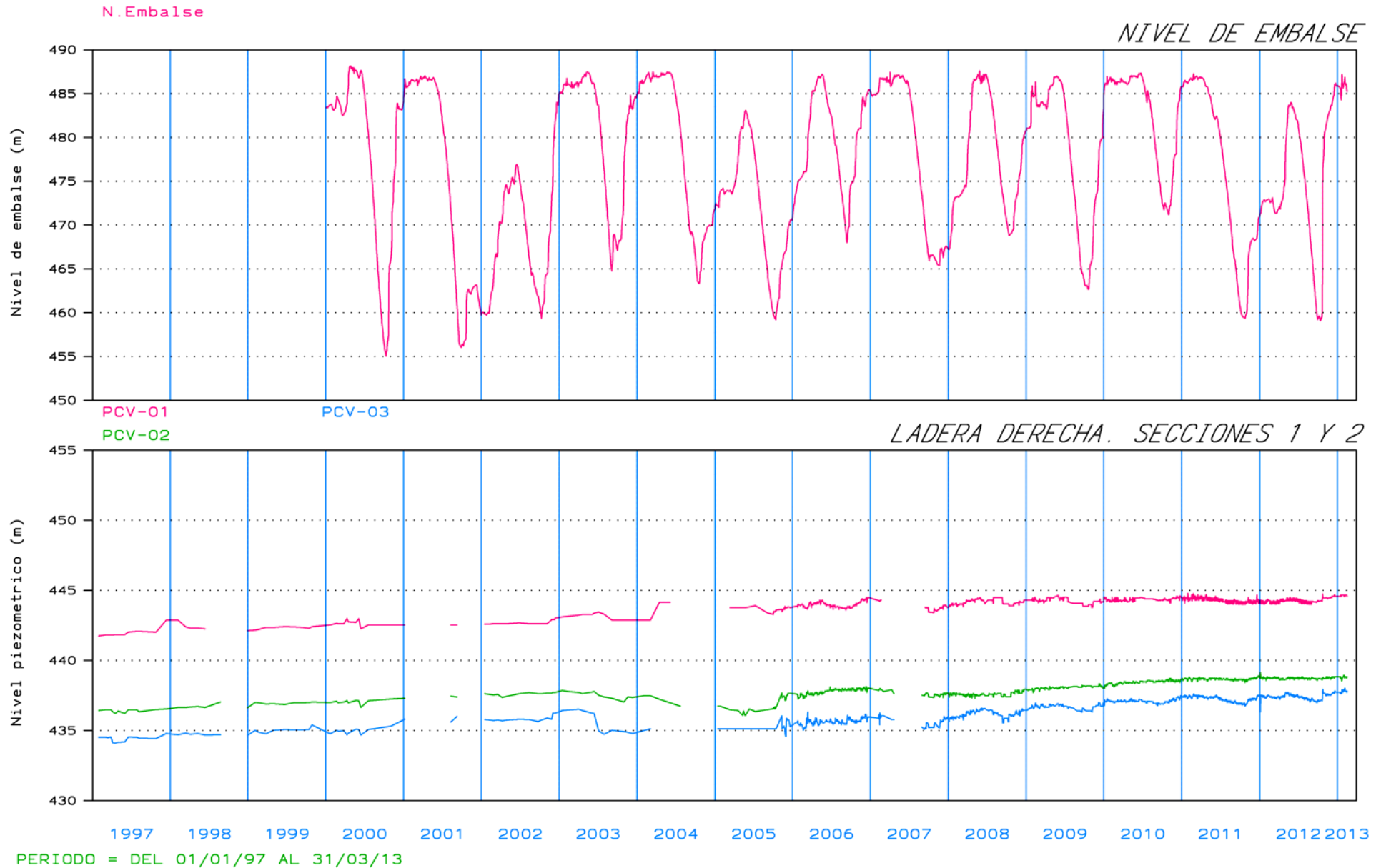




## PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE

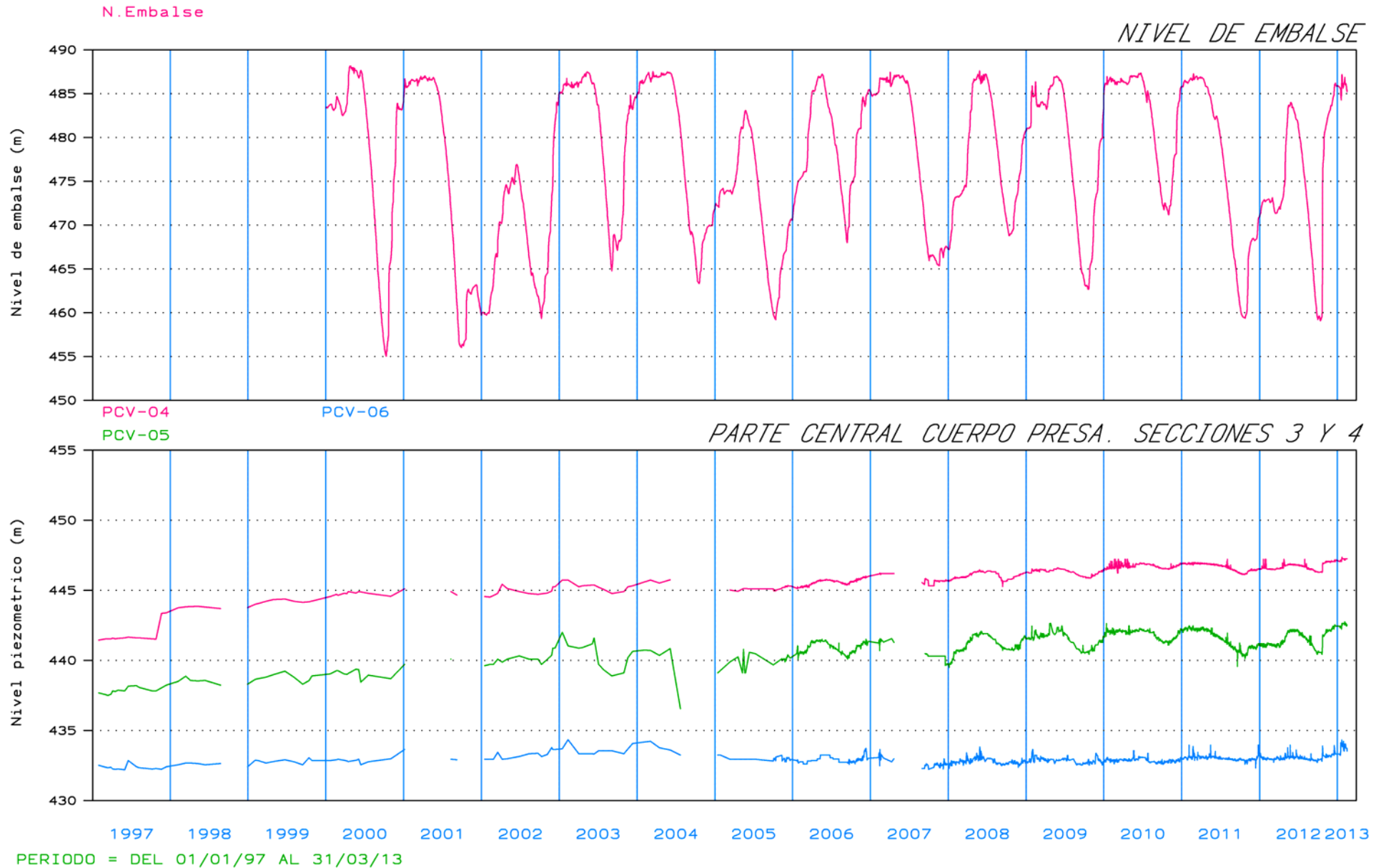
# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

# PRESA DE YESA



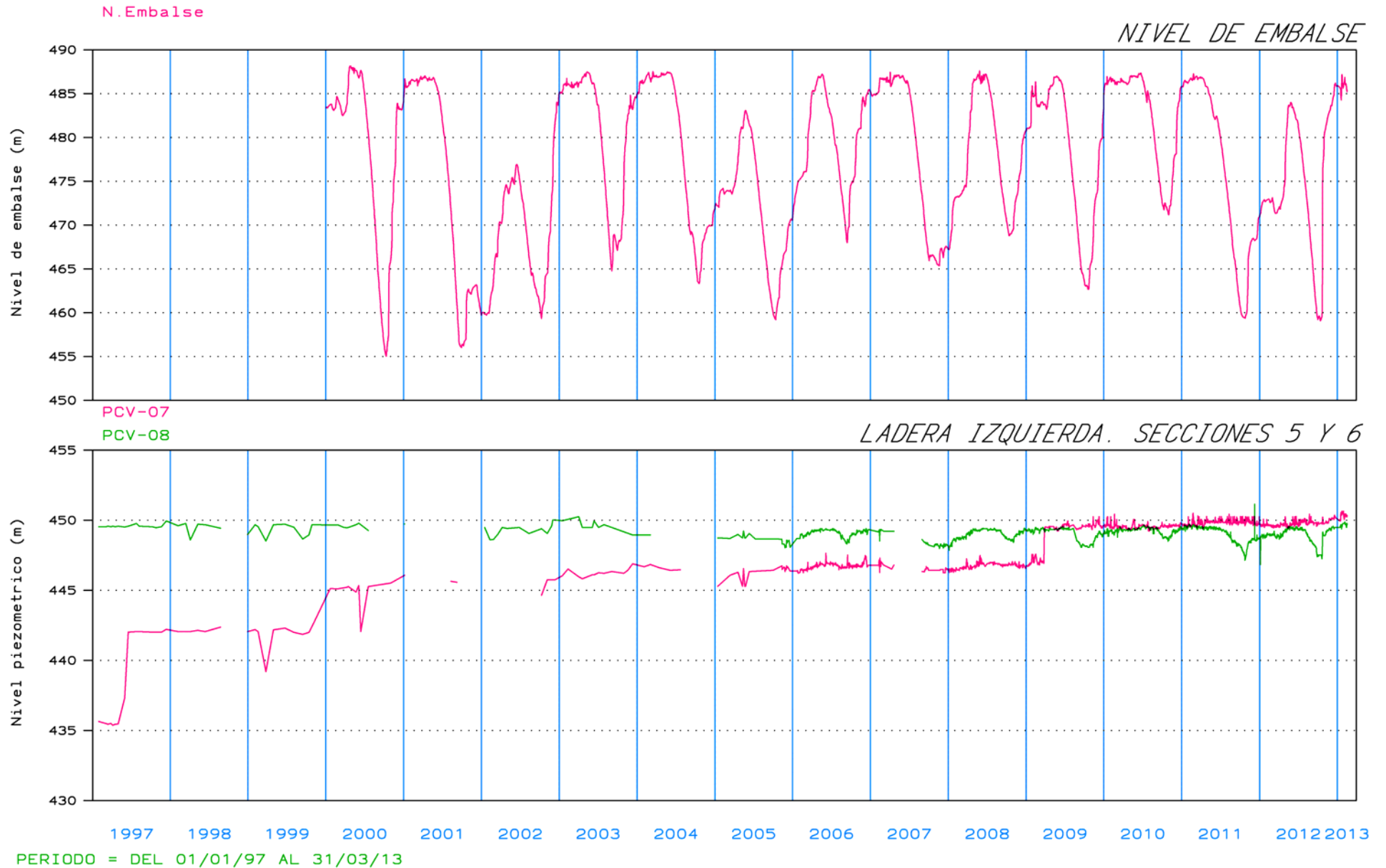
# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

# PRESA DE YESA



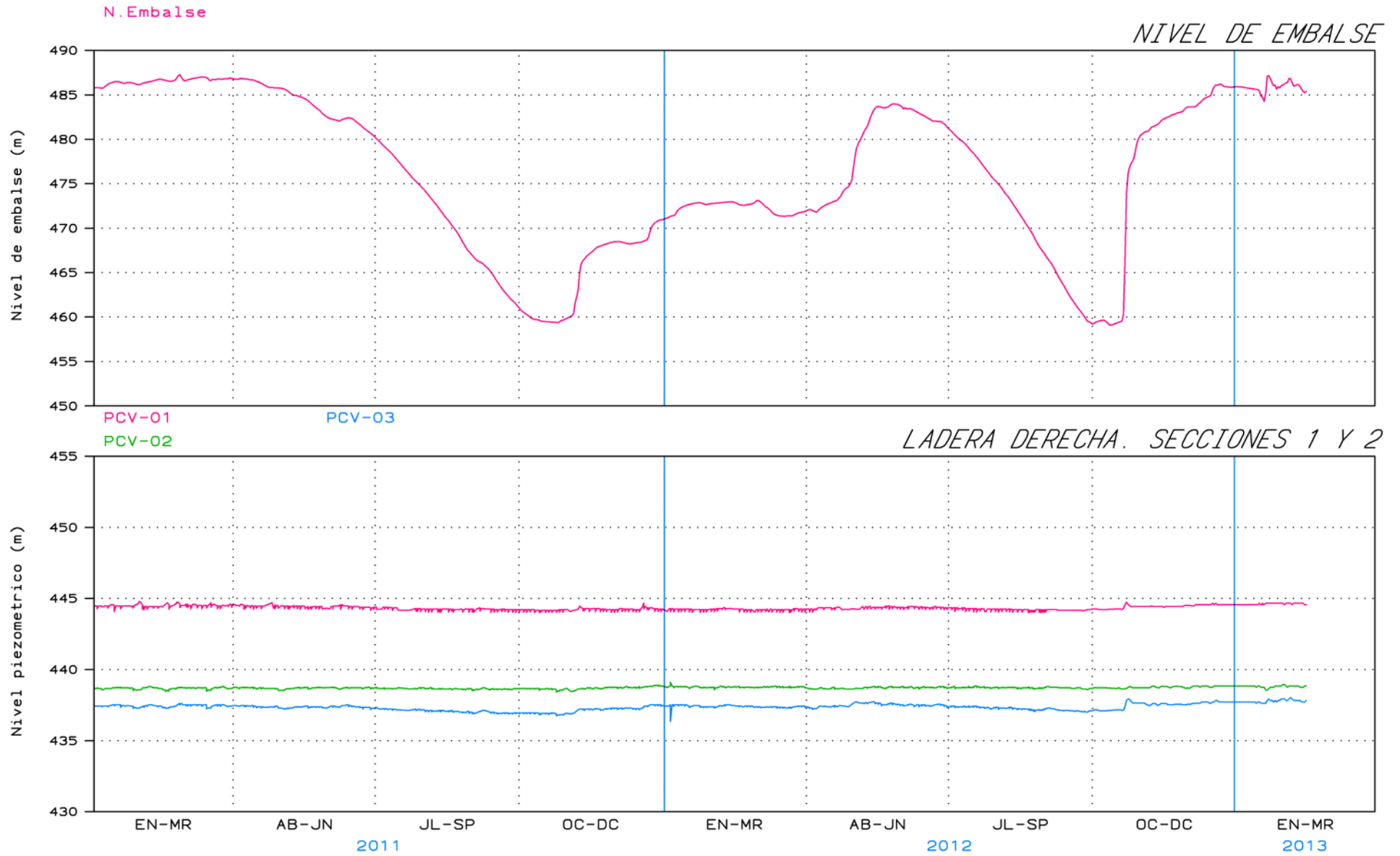
# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

# PRESA DE YESA



# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

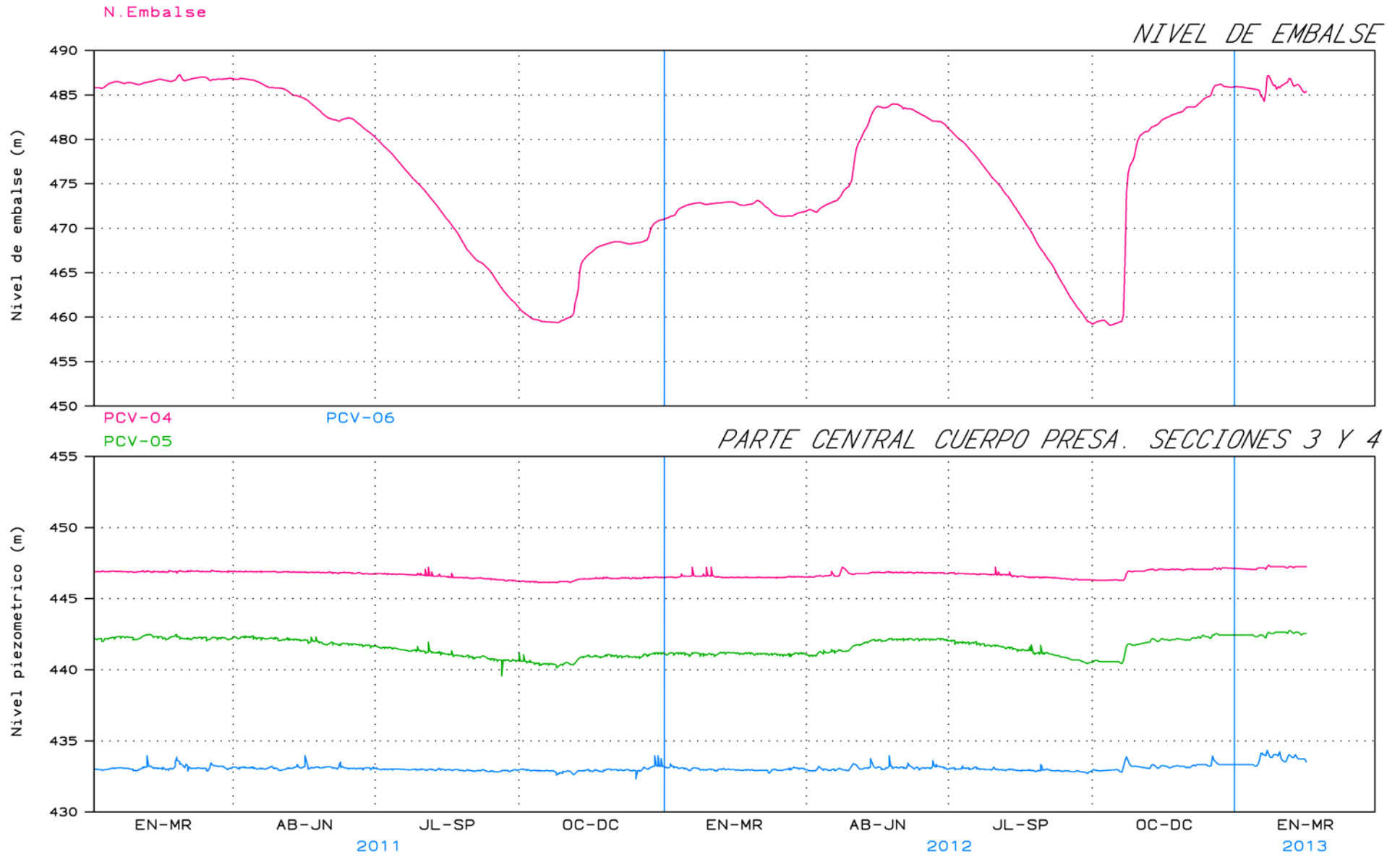
# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/11 AL 31/03/13

# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

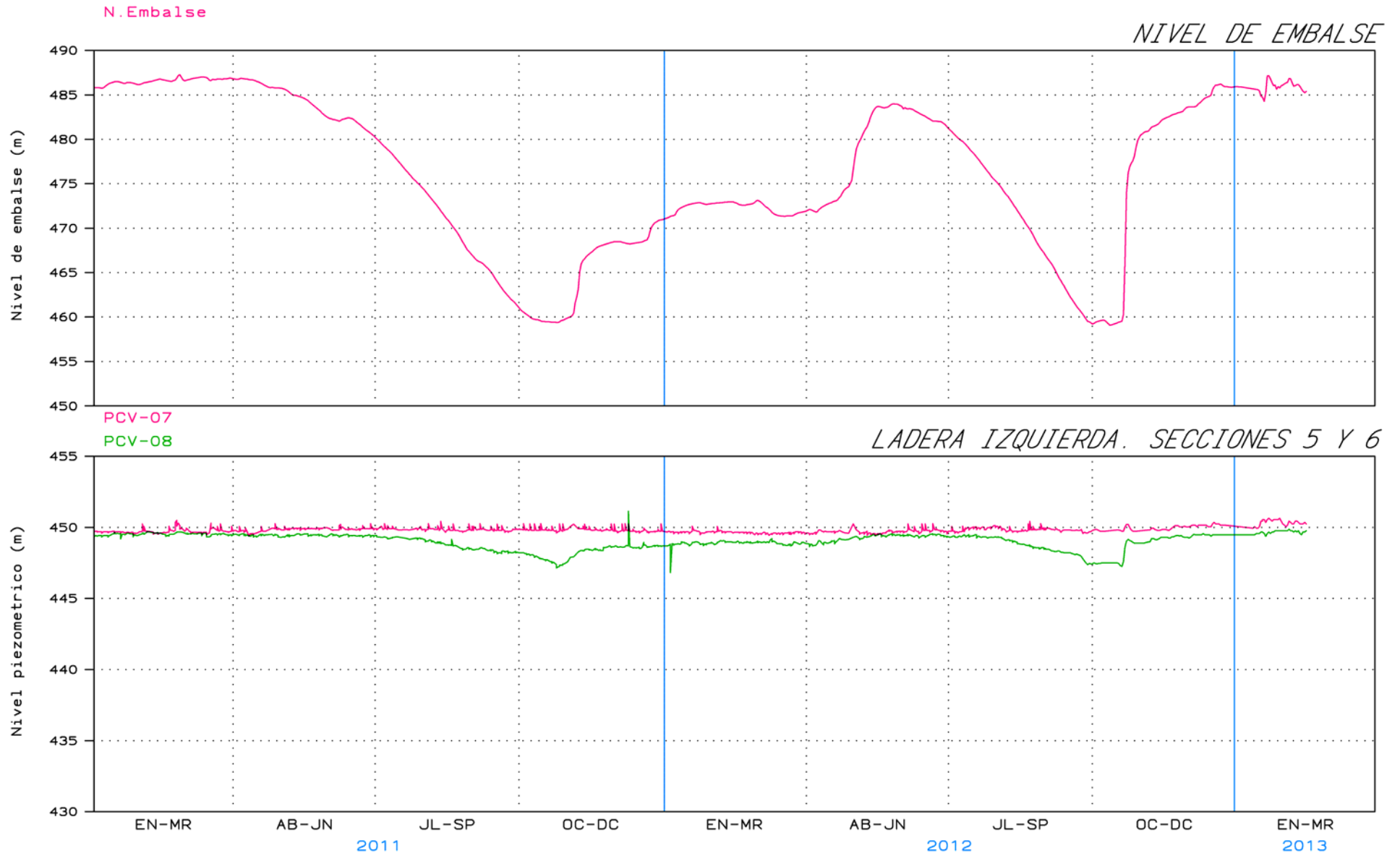
# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/11 AL 31/03/13

# PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE

# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/11 AL 31/03/13

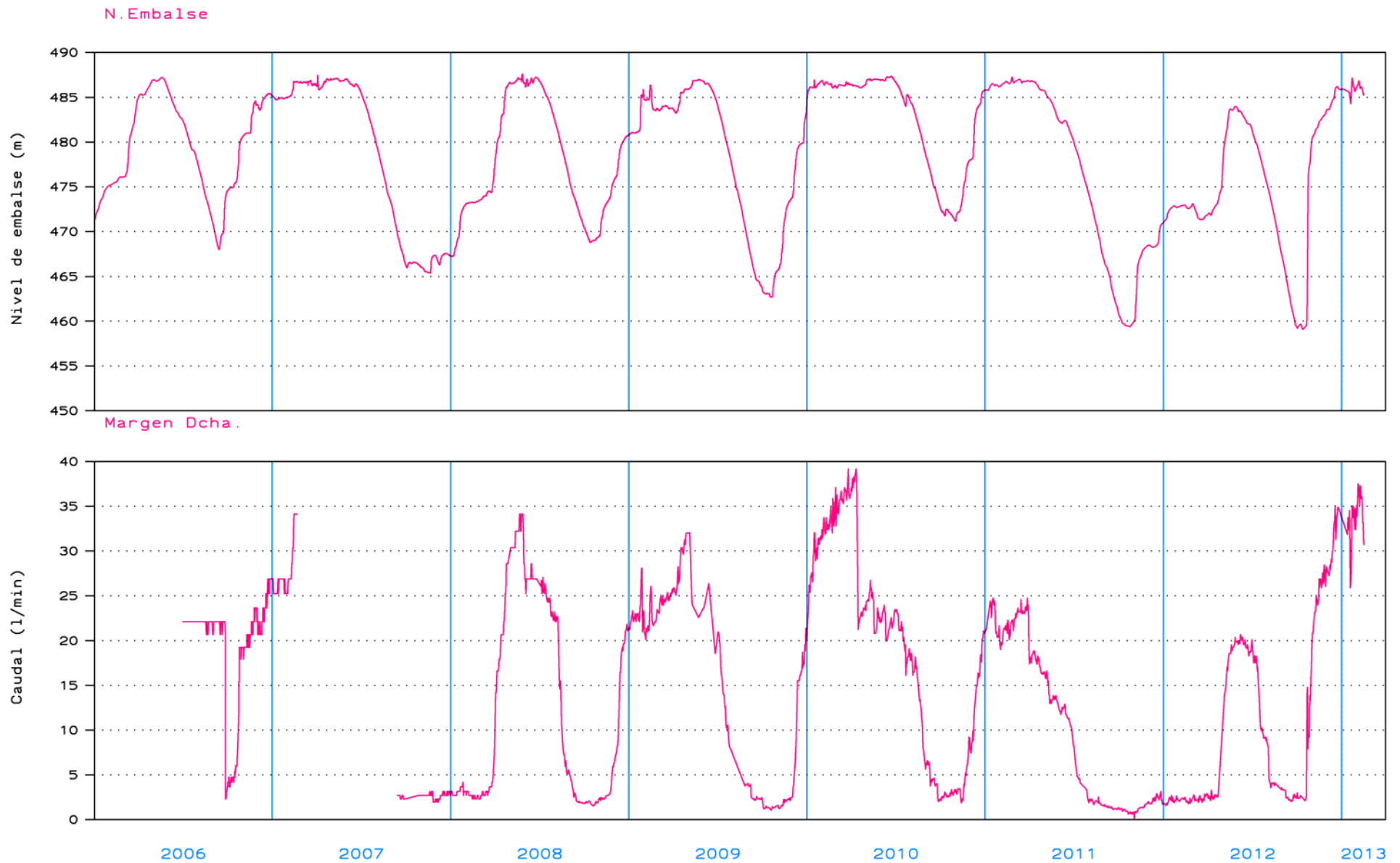


## FILTRACIONES



# CAUDAL AFORADO - SIST. AUTOMATICO

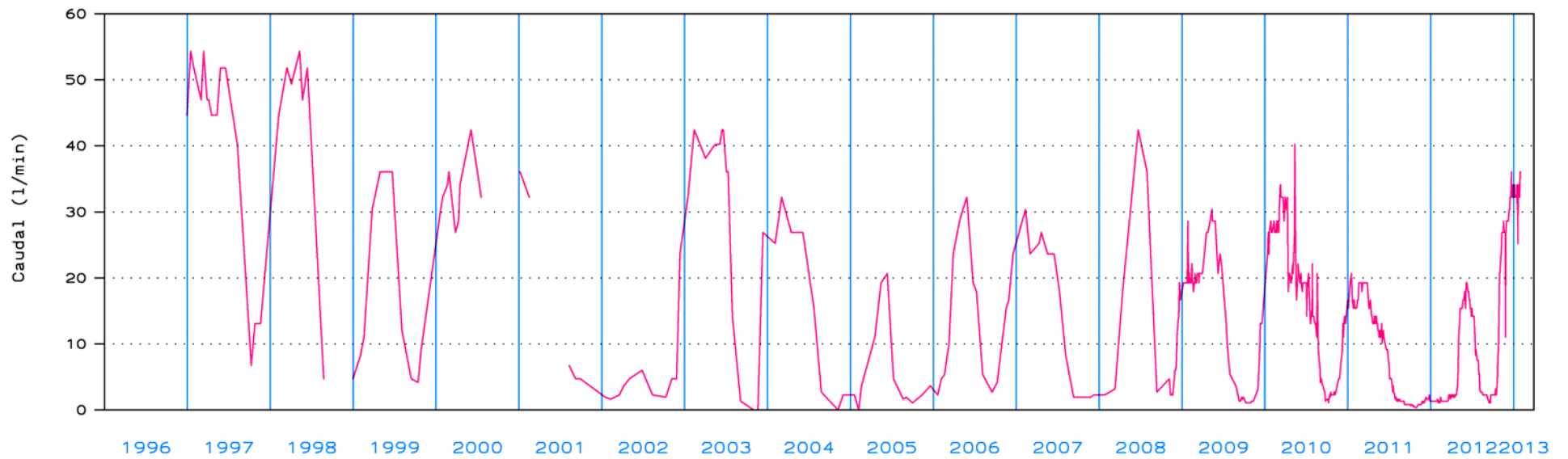
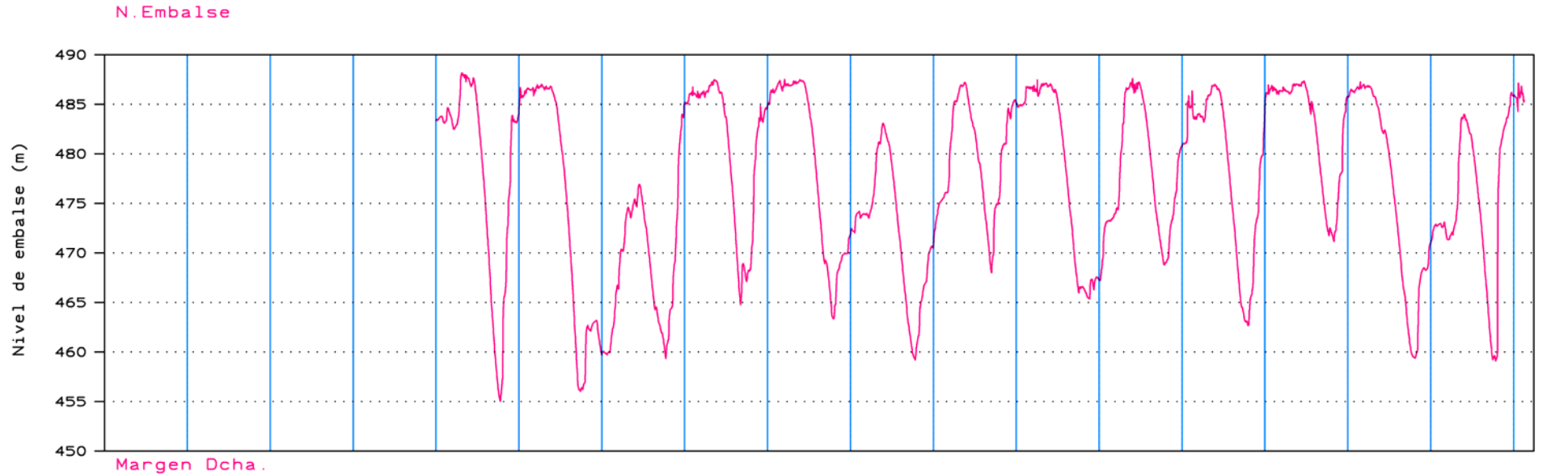
# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/03/13

# CAUDAL AFORADO - SIST. MANUAL

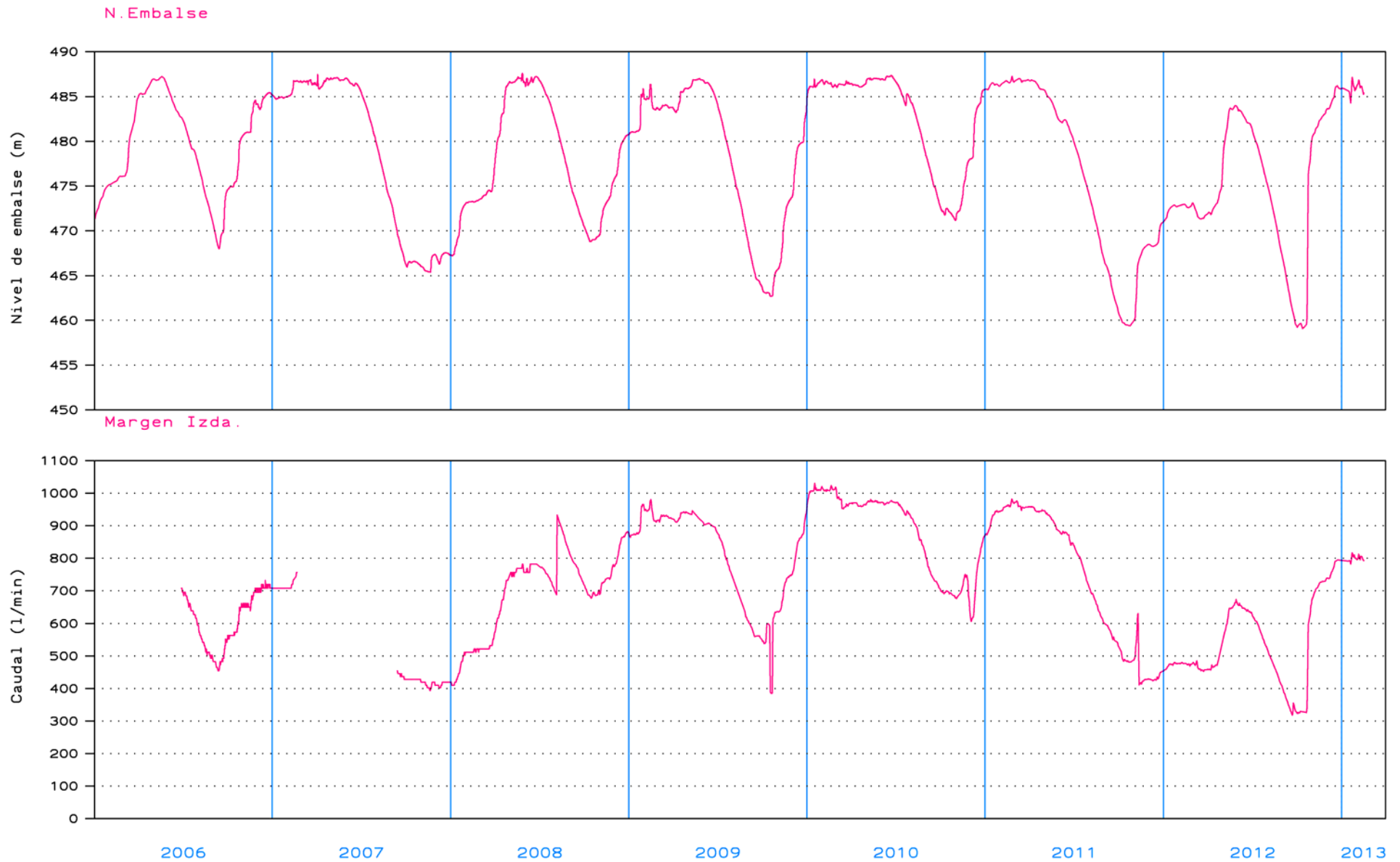
# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/96 AL 31/03/13

# CAUDAL AFORADO - SIST. AUTOMATICO

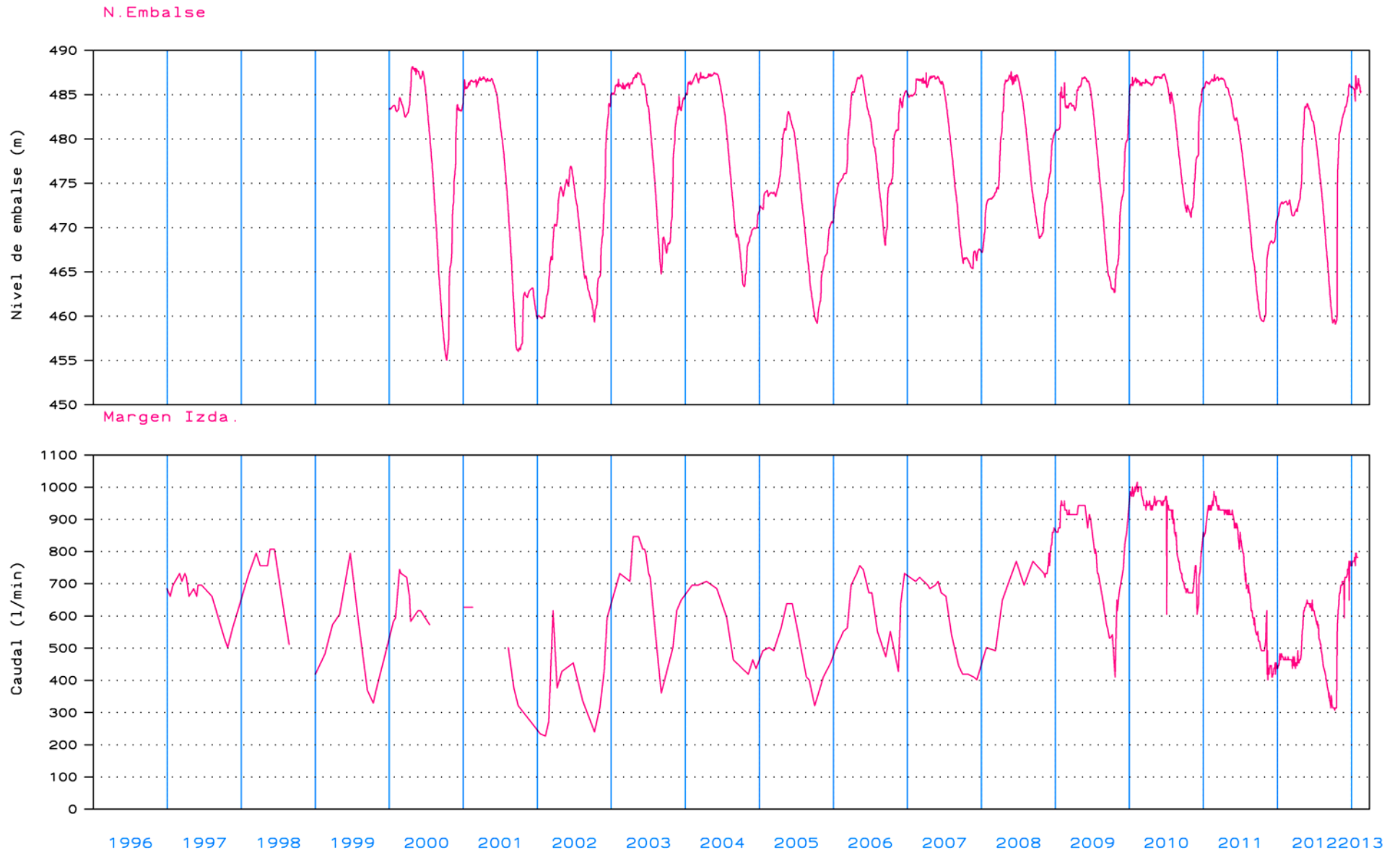
# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/03/13

# CAUDAL AFORADO - SIST. MANUAL

# PRESA DE YESA



PERIODO = DEL 01/01/96 AL 31/03/13

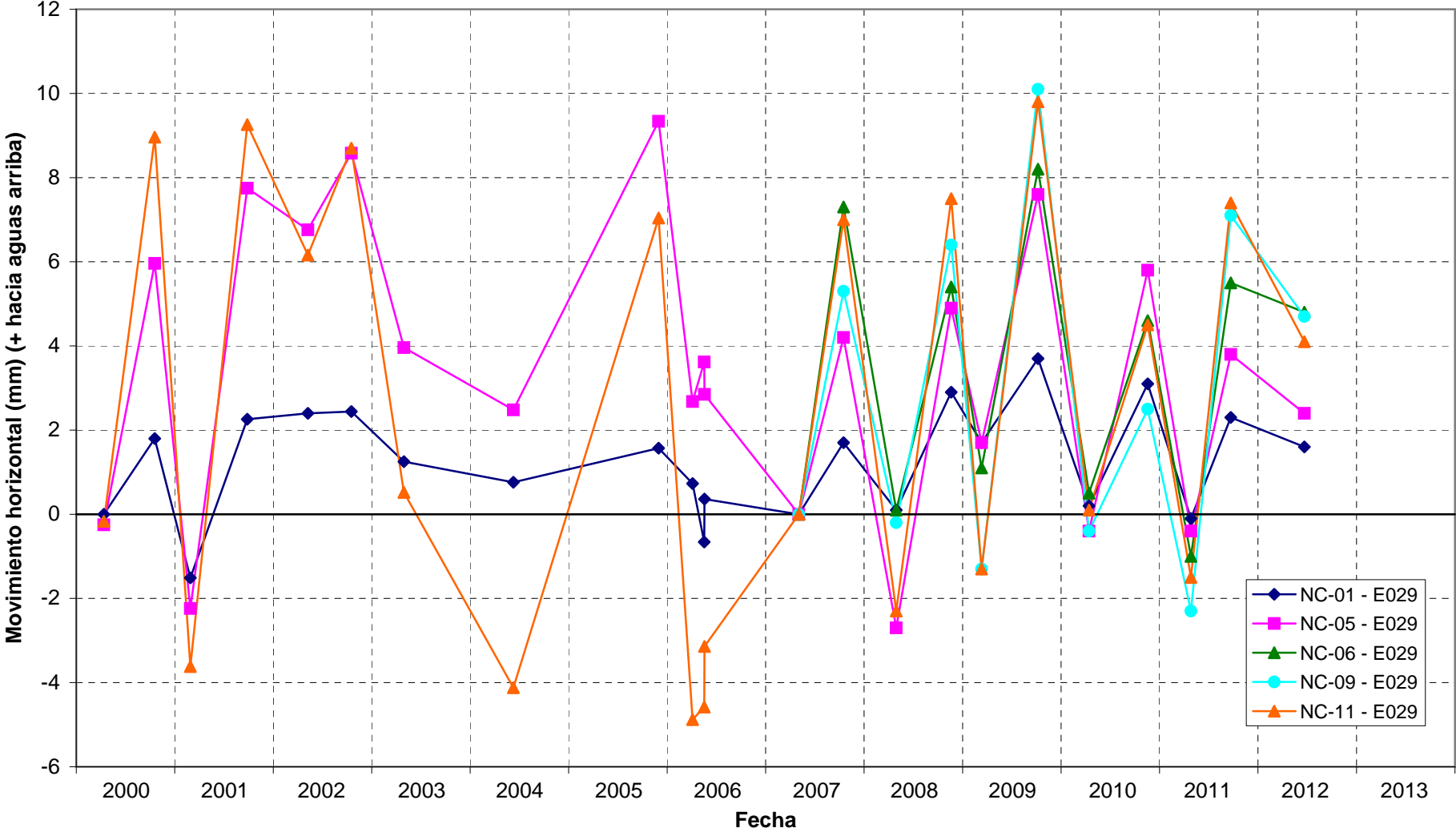


## TOPOGRAFÍA

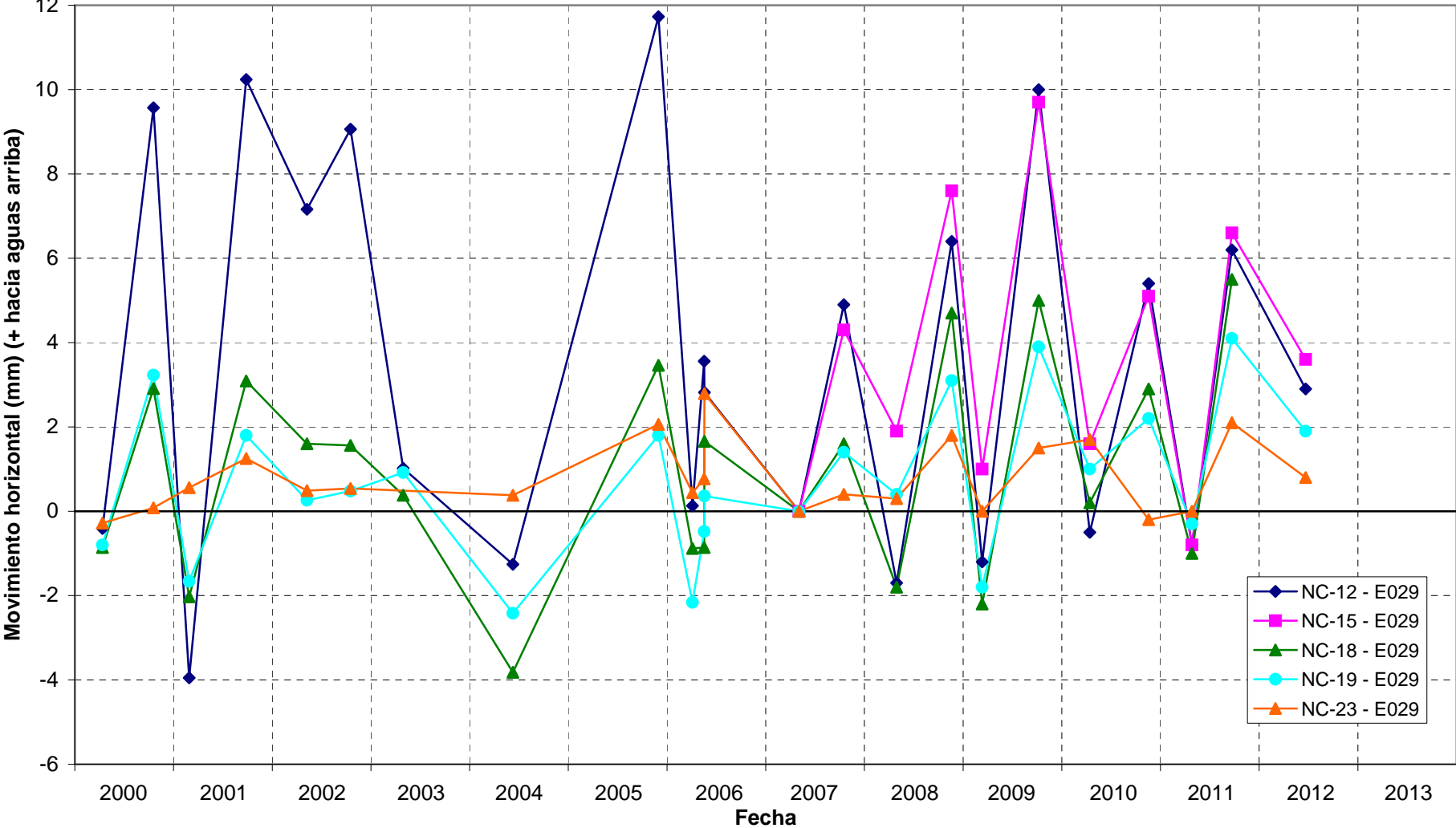


## Movimiento horizontal

# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL



# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL

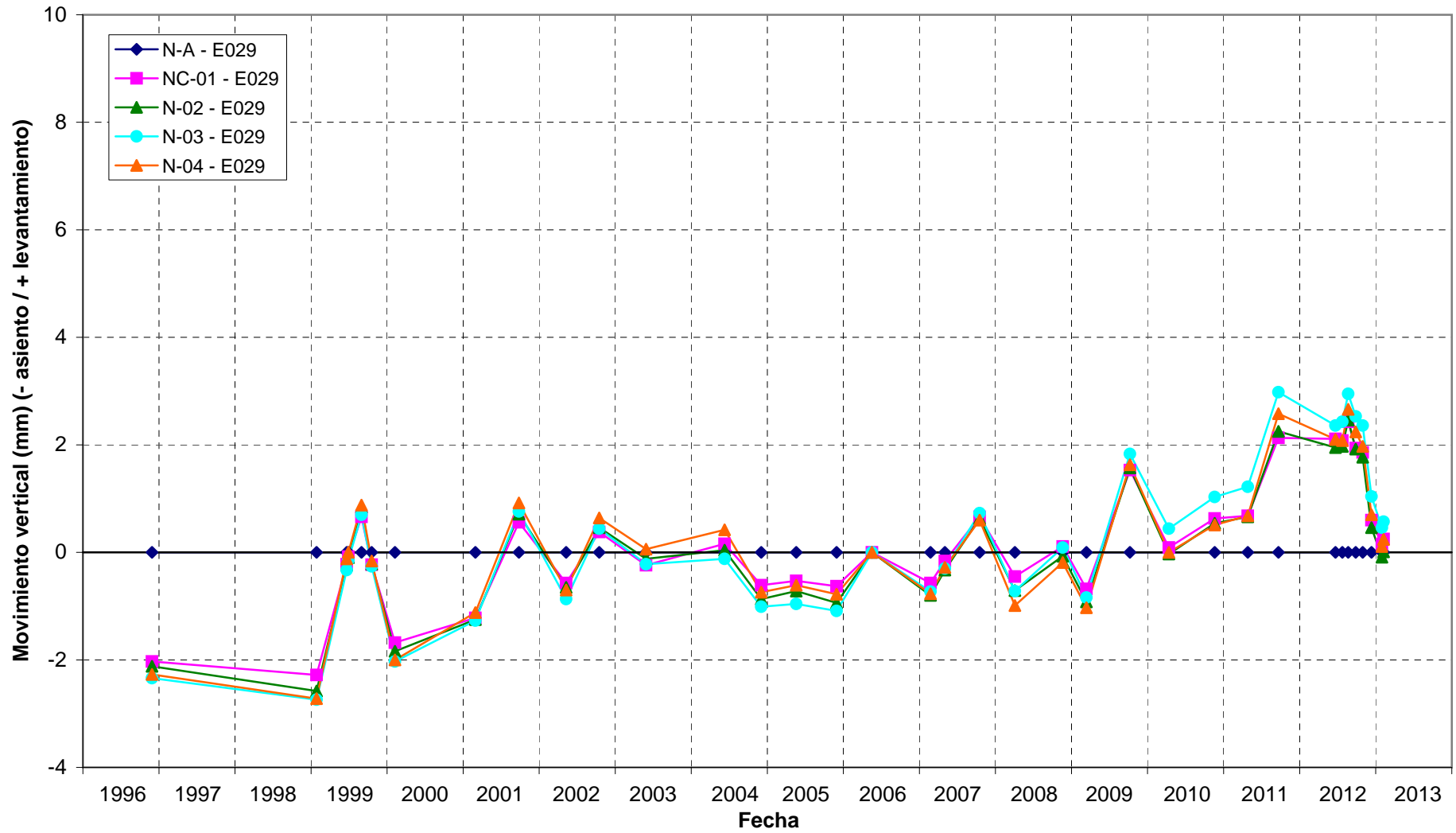




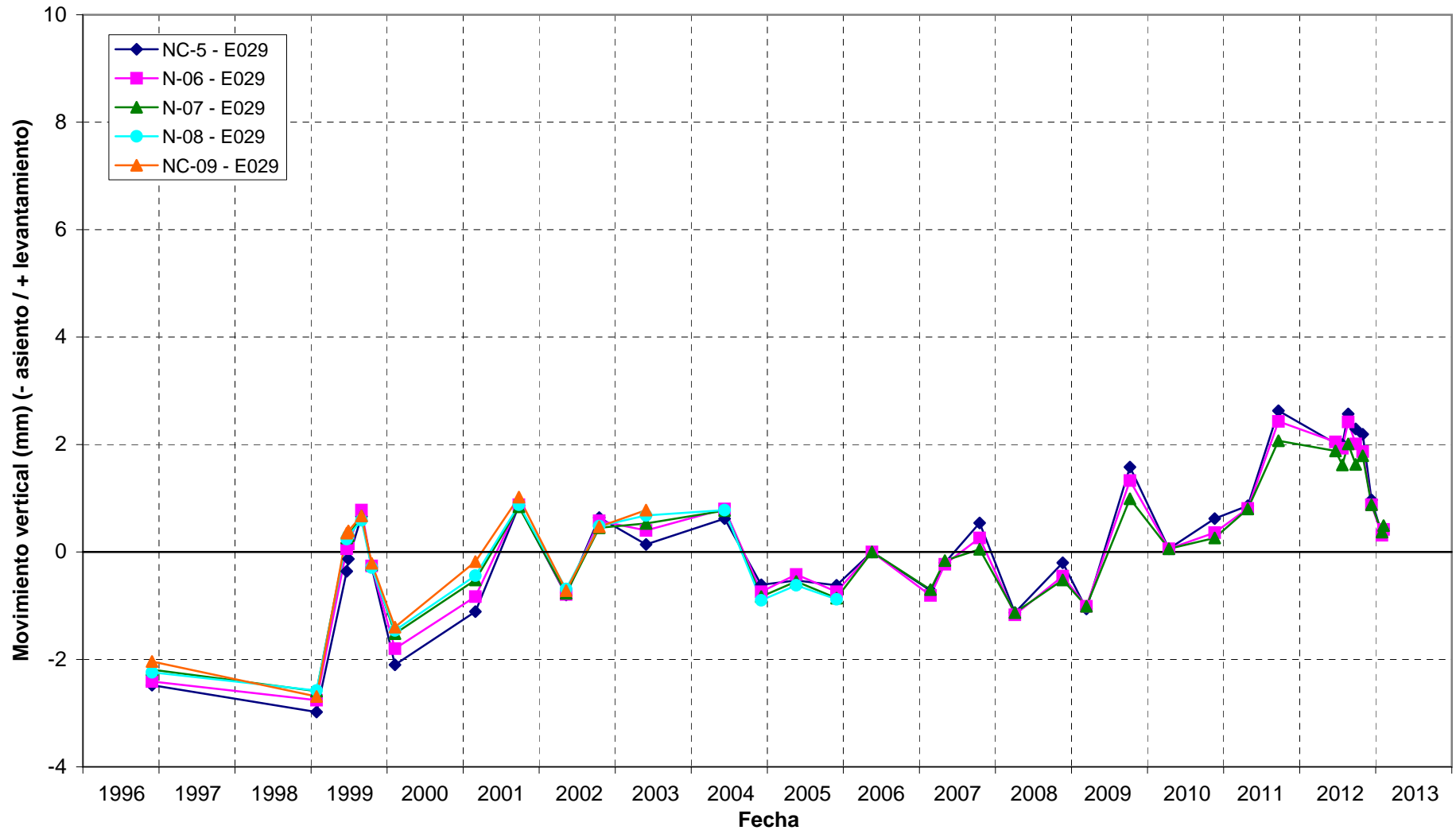


## Movimiento vertical

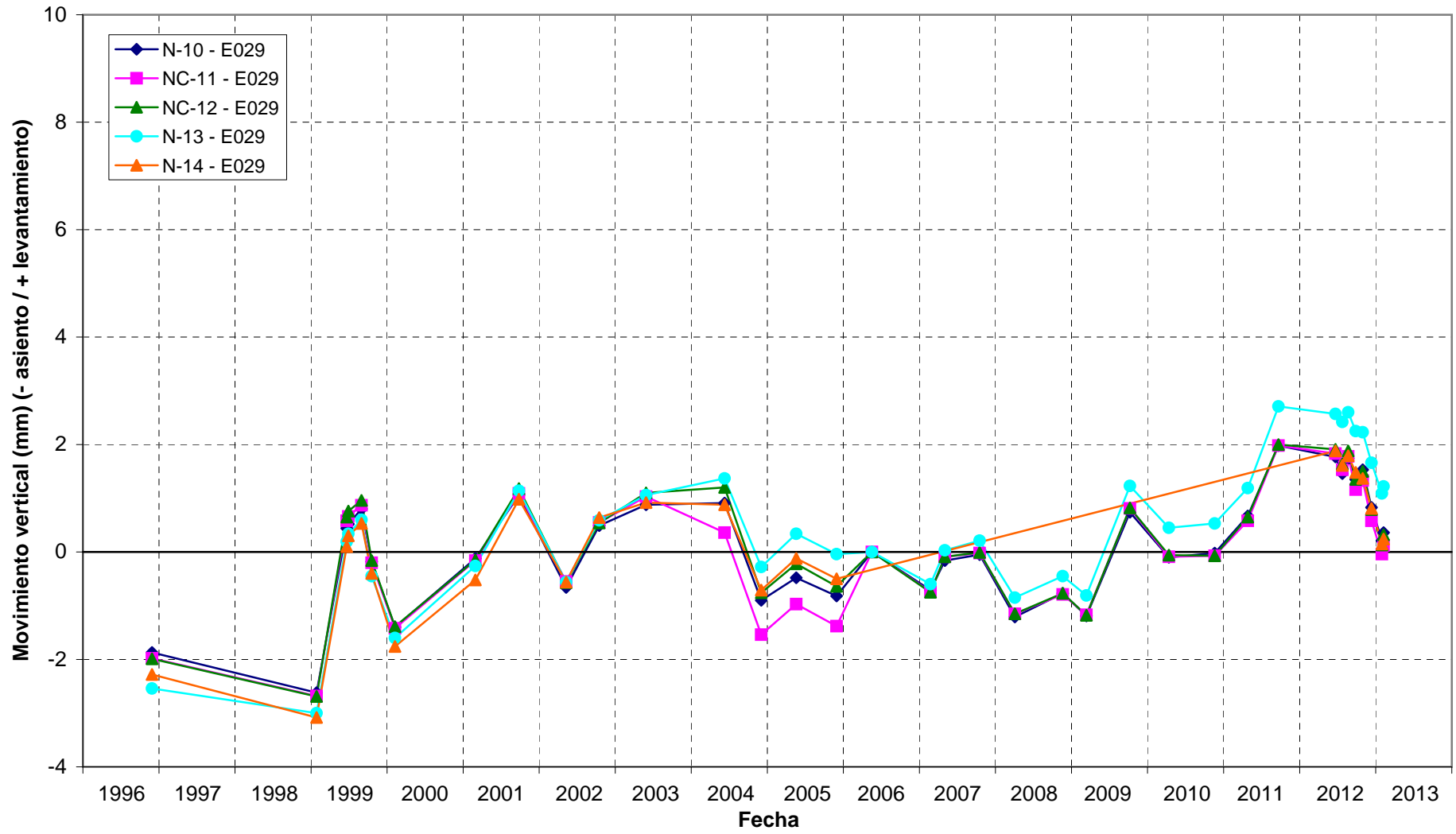
## EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL



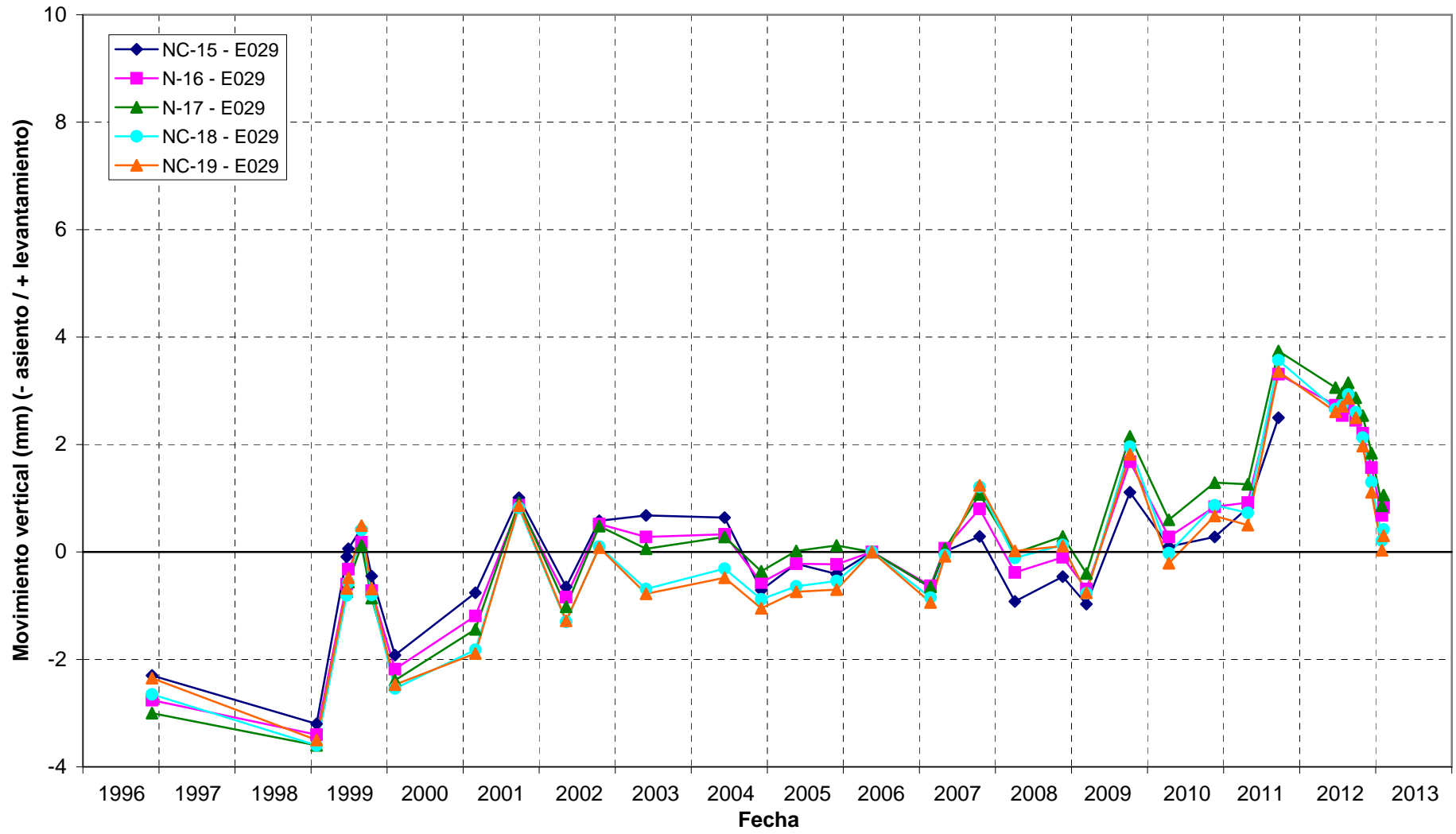
# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL



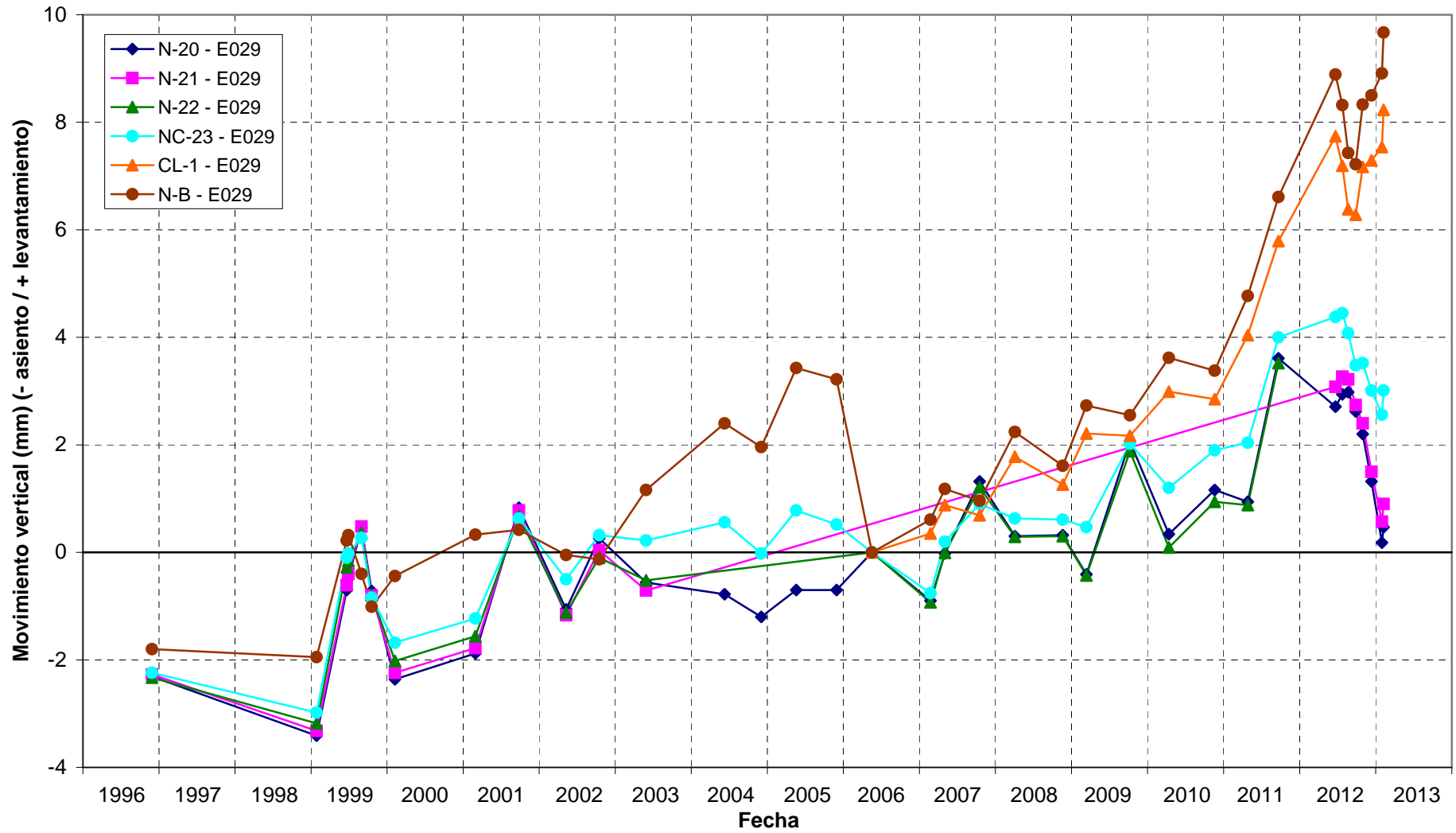
# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL



# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL



# EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL

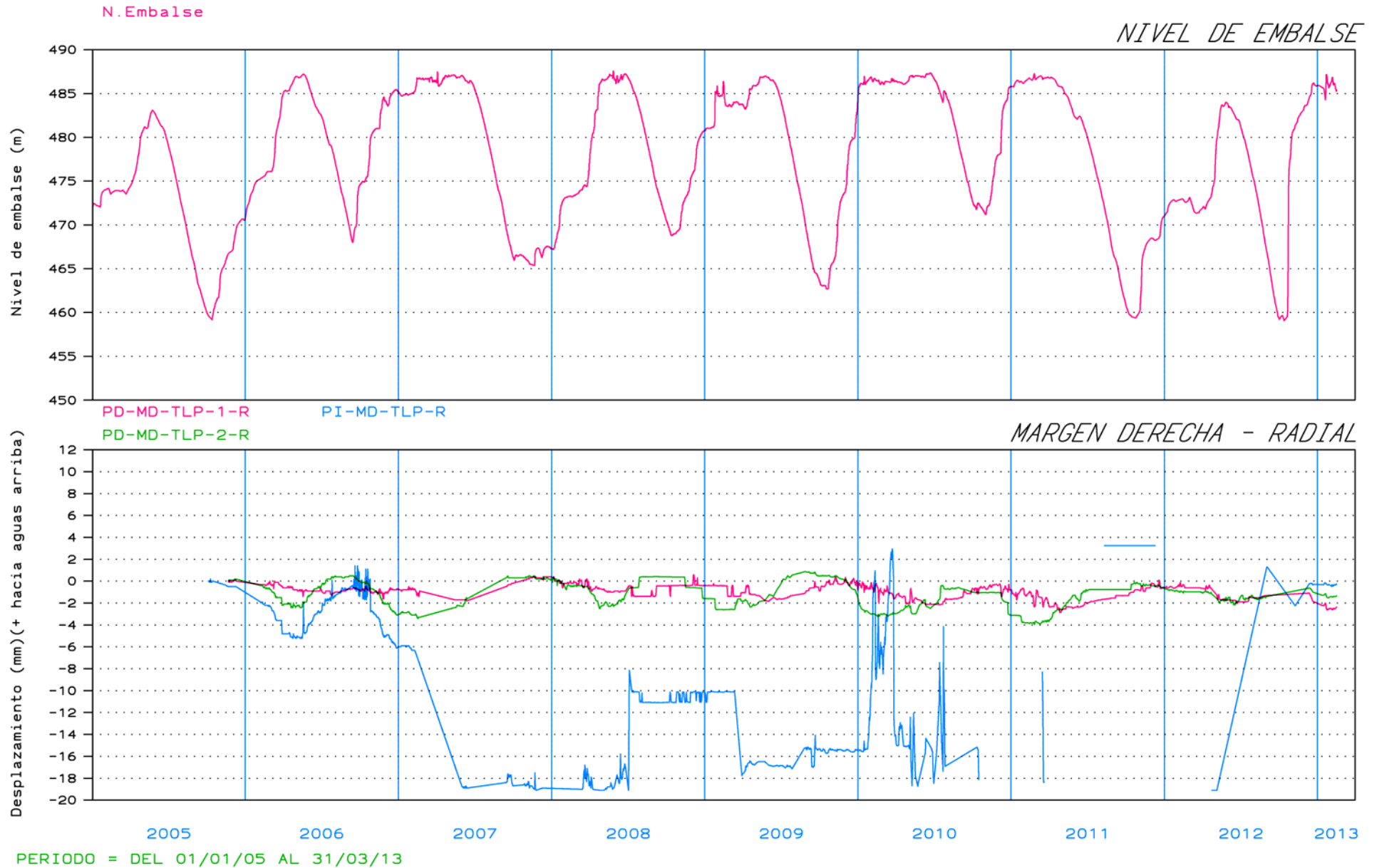




## PÉNDULOS

# PENDULOS - SISTEMA AUTOMATICO

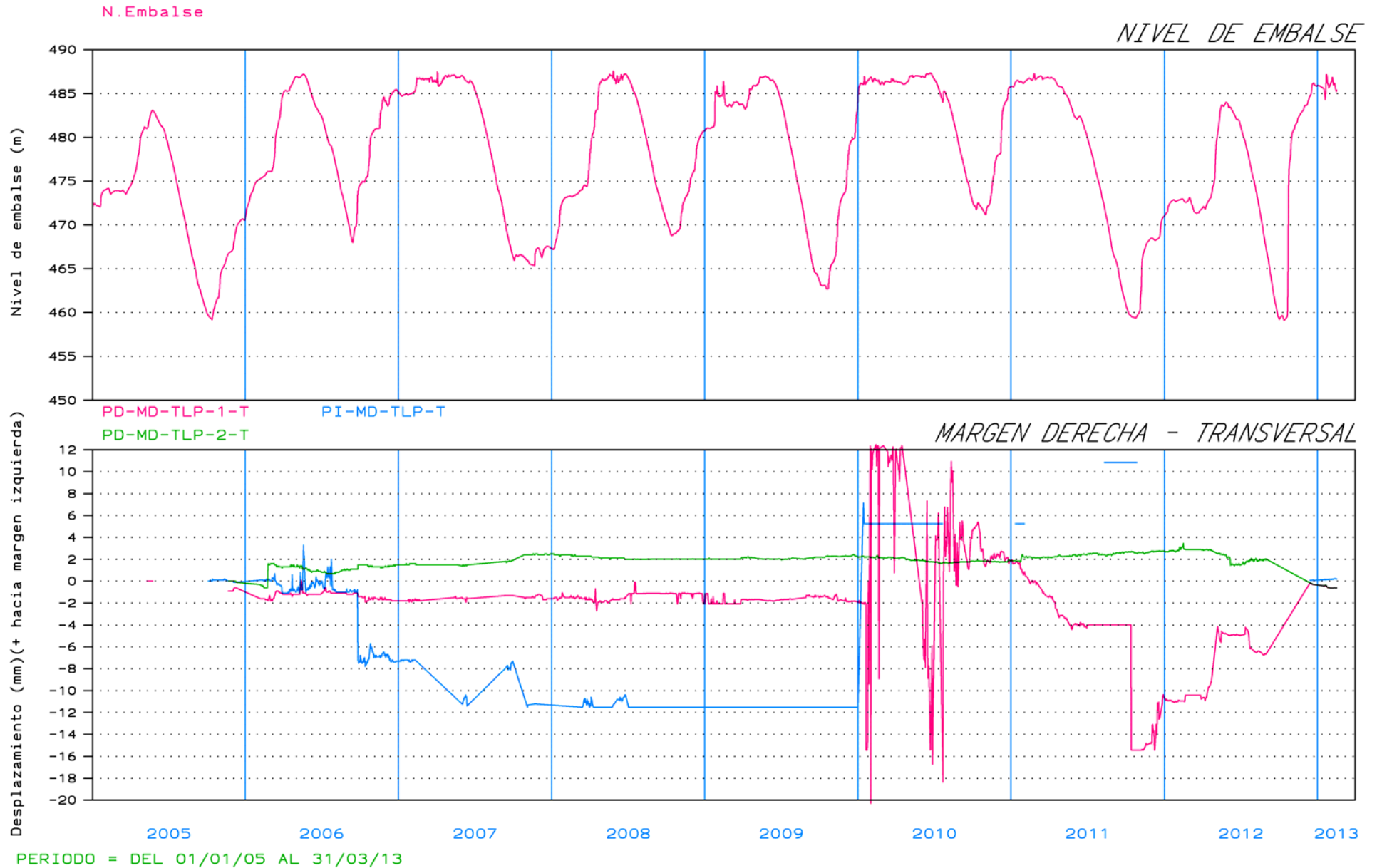
# PRESA DE YESA





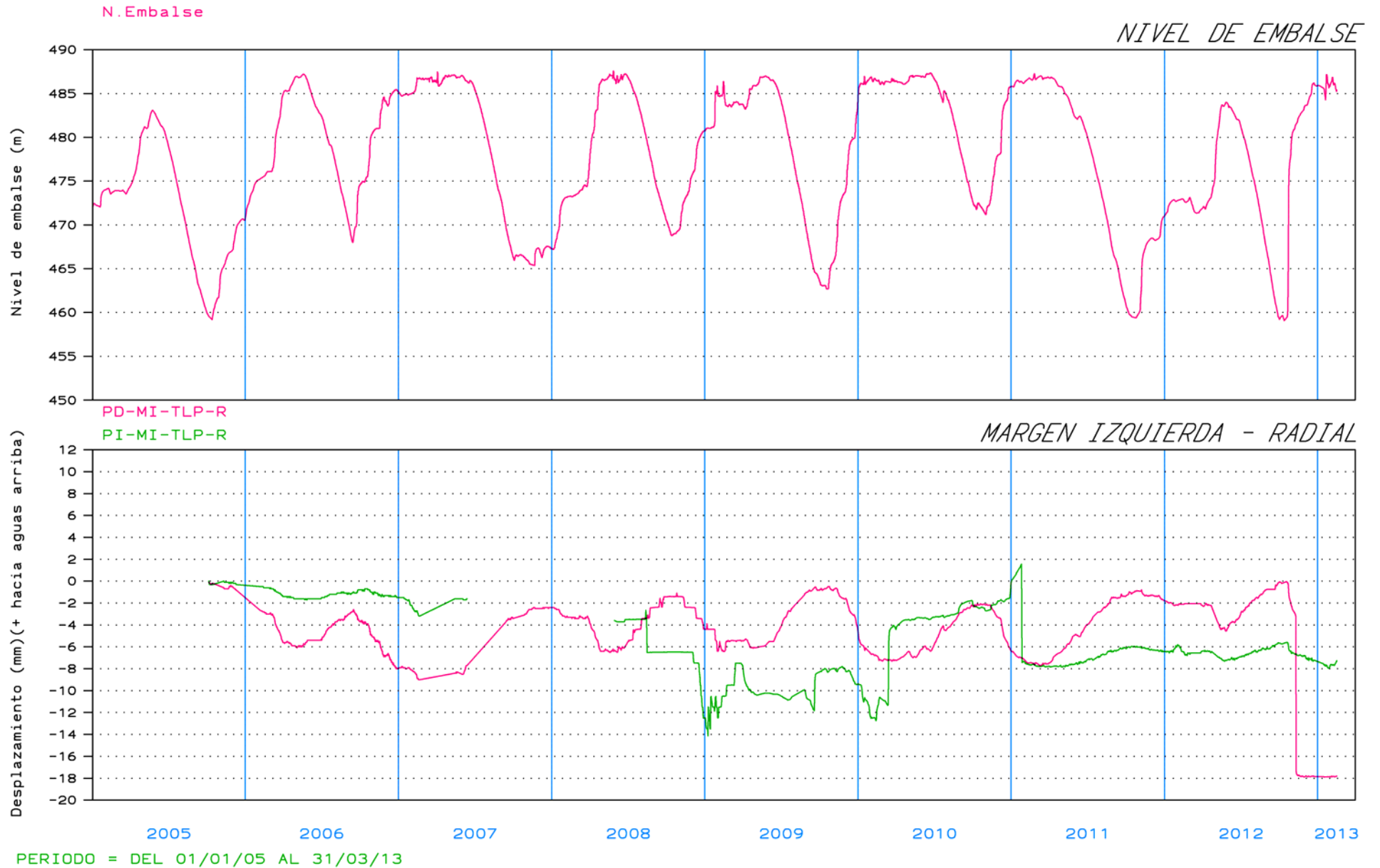
# PENDULOS - SISTEMA AUTOMATICO

# PRESA DE YESA



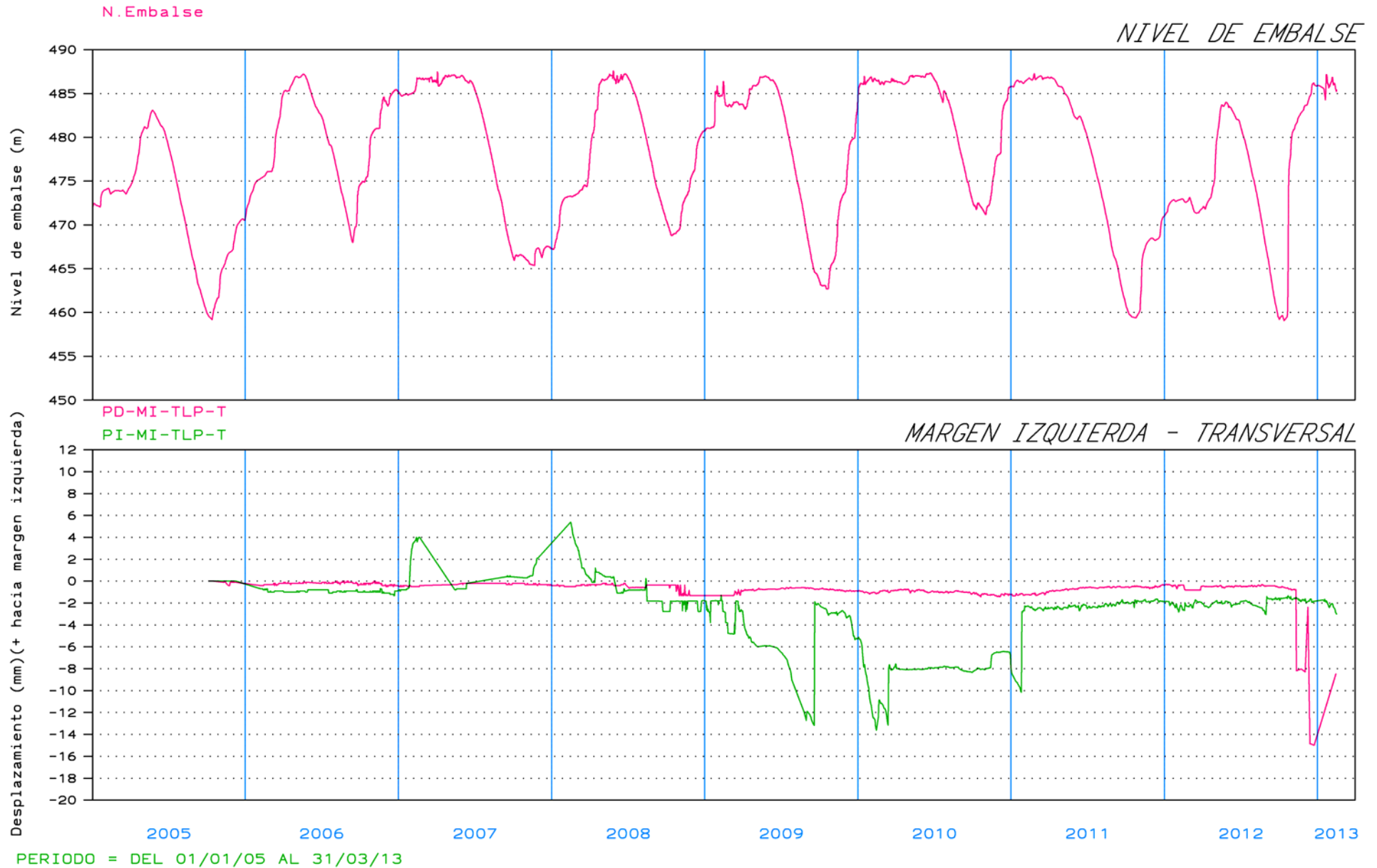
# PENDULOS - SISTEMA AUTOMATICO

# PRESA DE YESA



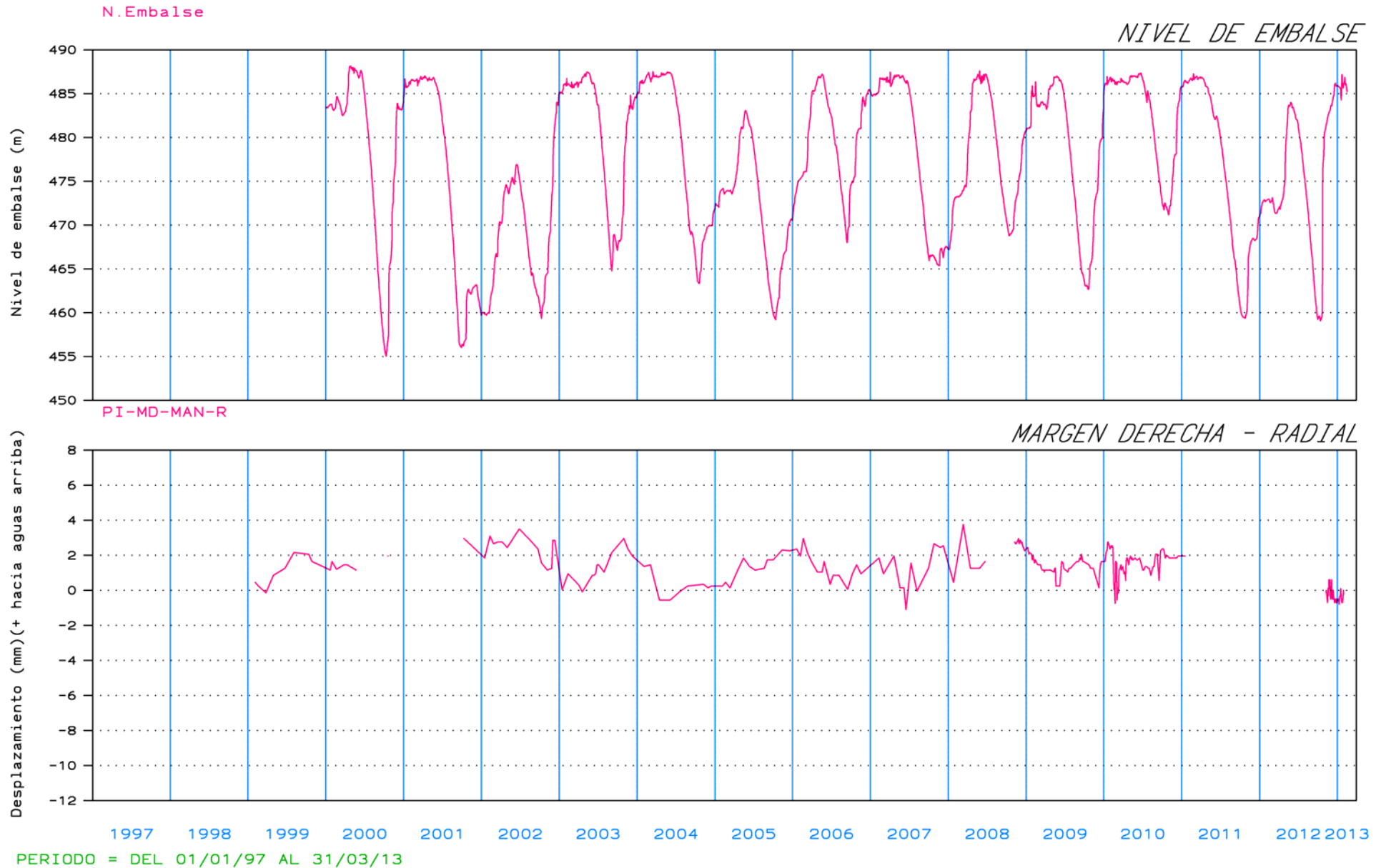
# PENDULOS - SISTEMA AUTOMATICO

# PRESA DE YESA



# PENDULOS - SISTEMA MANUAL

# PRESA DE YESA



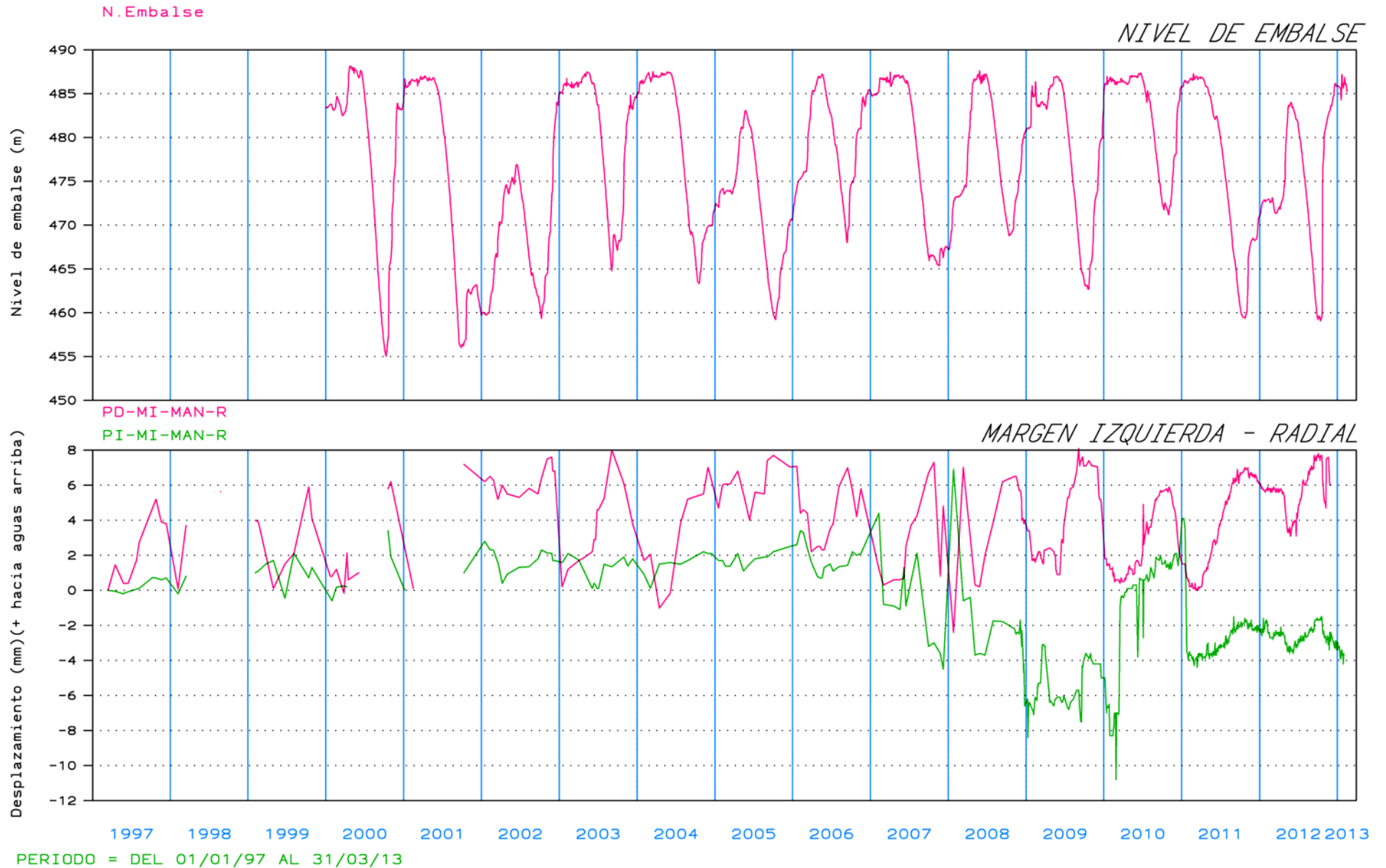
# PENDULOS - SISTEMA MANUAL

# PRESA DE YESA



# PENDULOS - SISTEMA MANUAL

# PRESA DE YESA



# PENDULOS - SISTEMA MANUAL

# PRESA DE YESA





## CONTROL DE JUNTAS





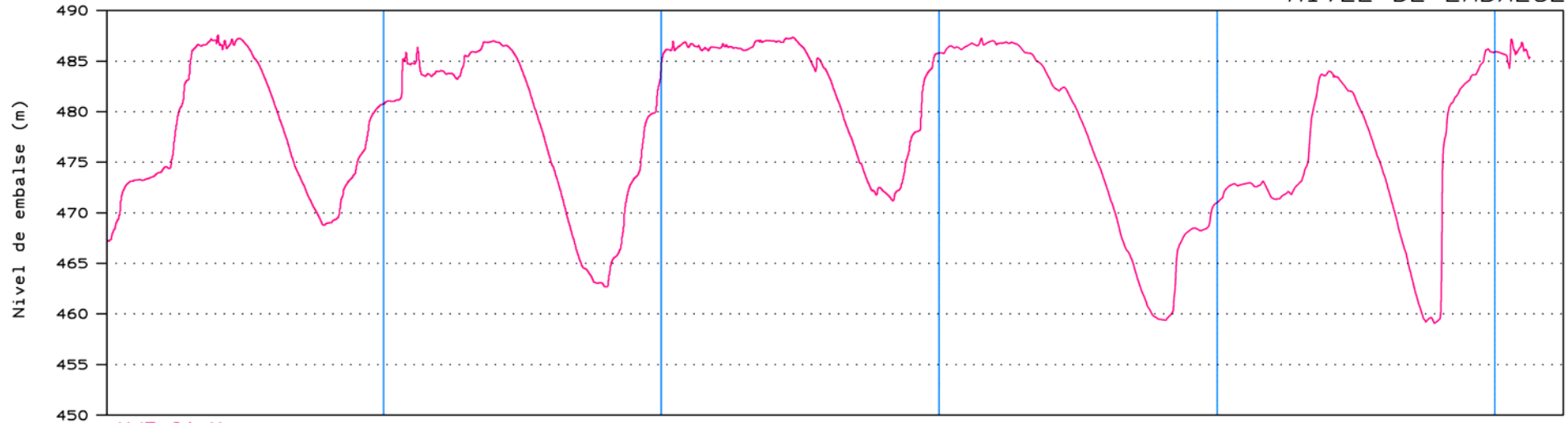
## Medidores de juntas tridimensionales

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

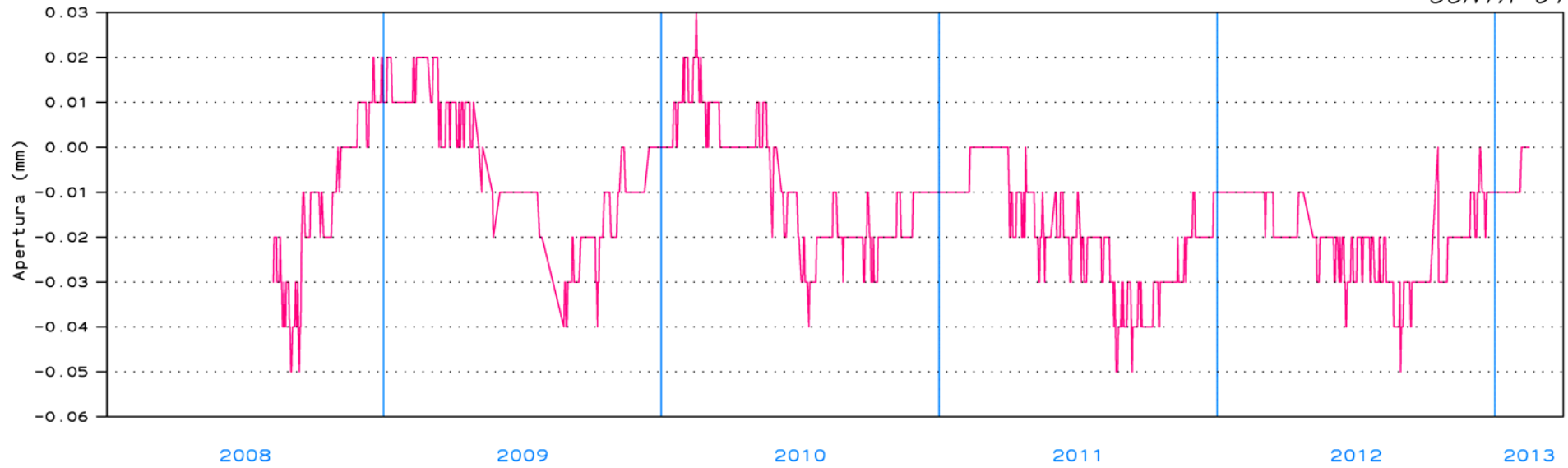
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-01-X

*JUNTA 01*



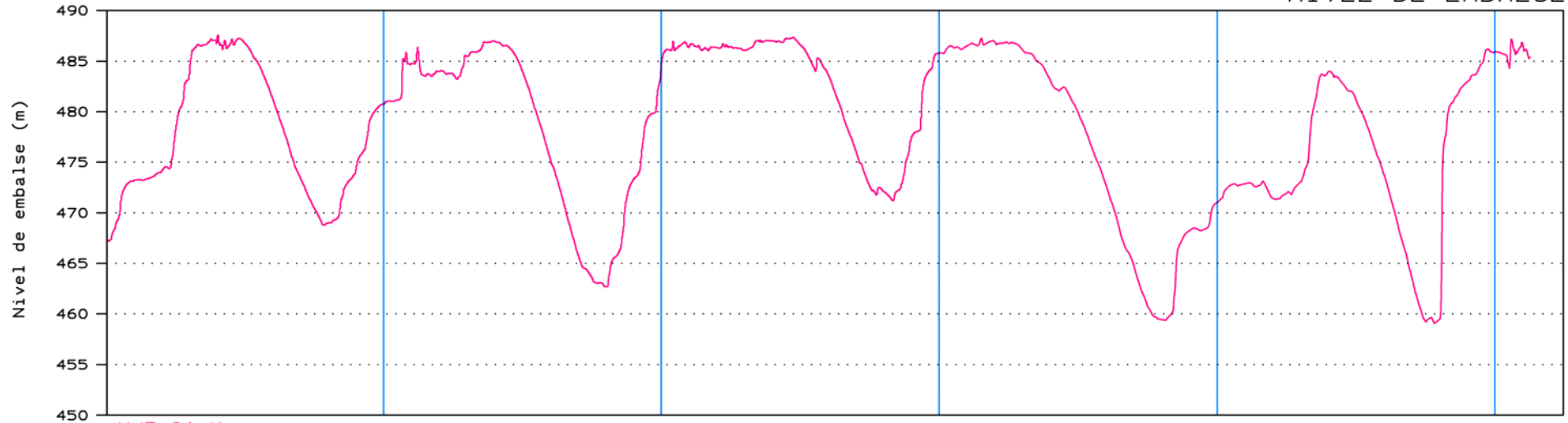
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

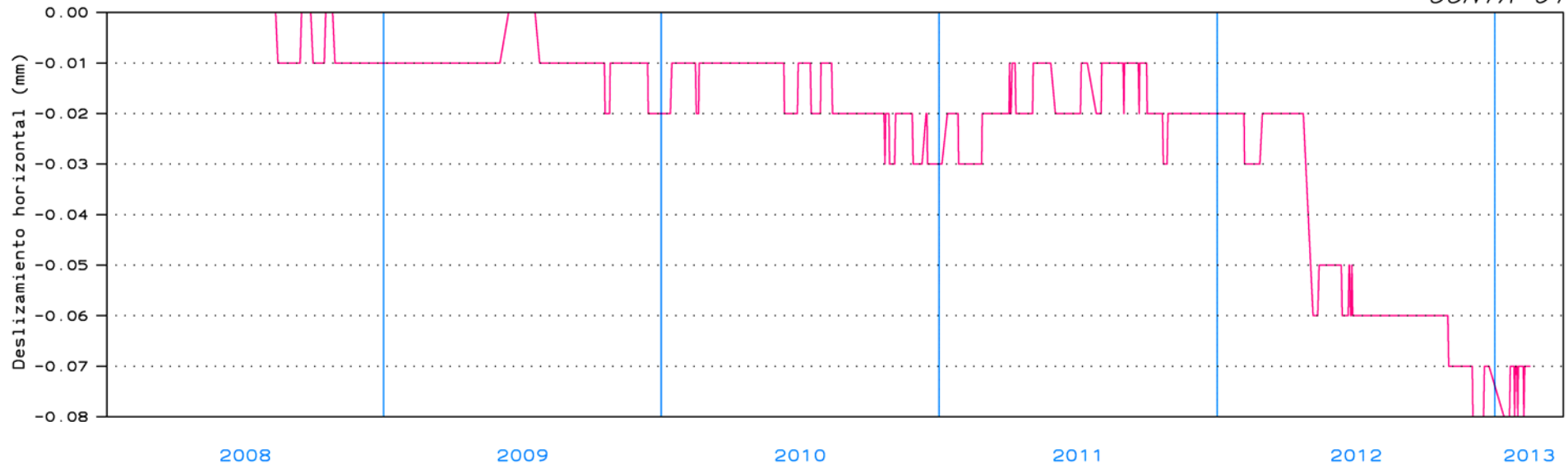
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-01-Y

*JUNTA 01*



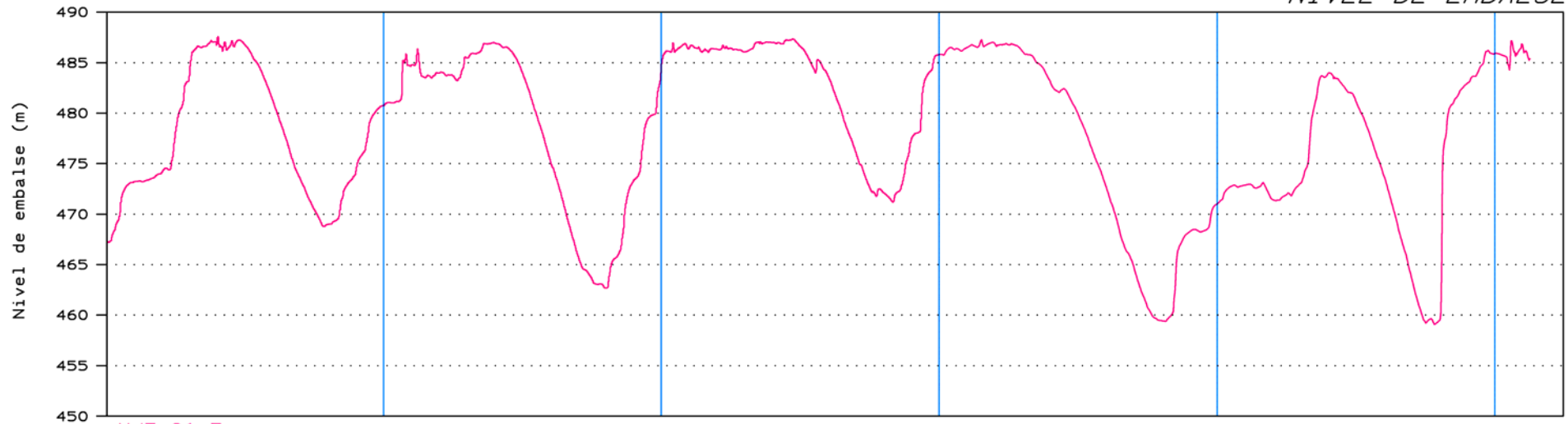
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

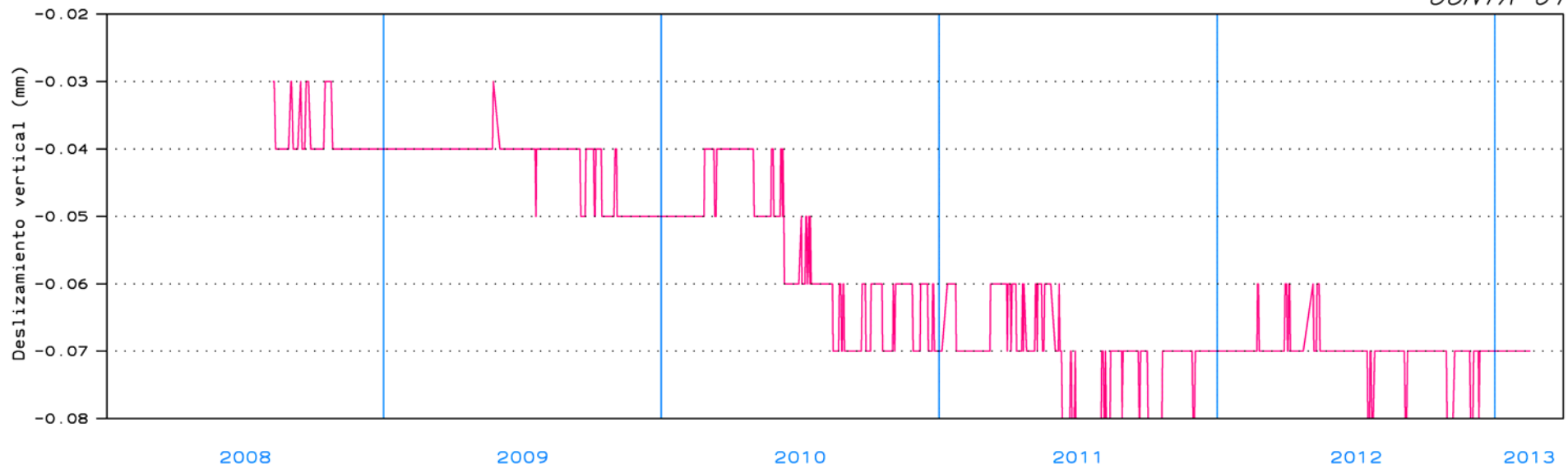
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-01-Z

*JUNTA 01*



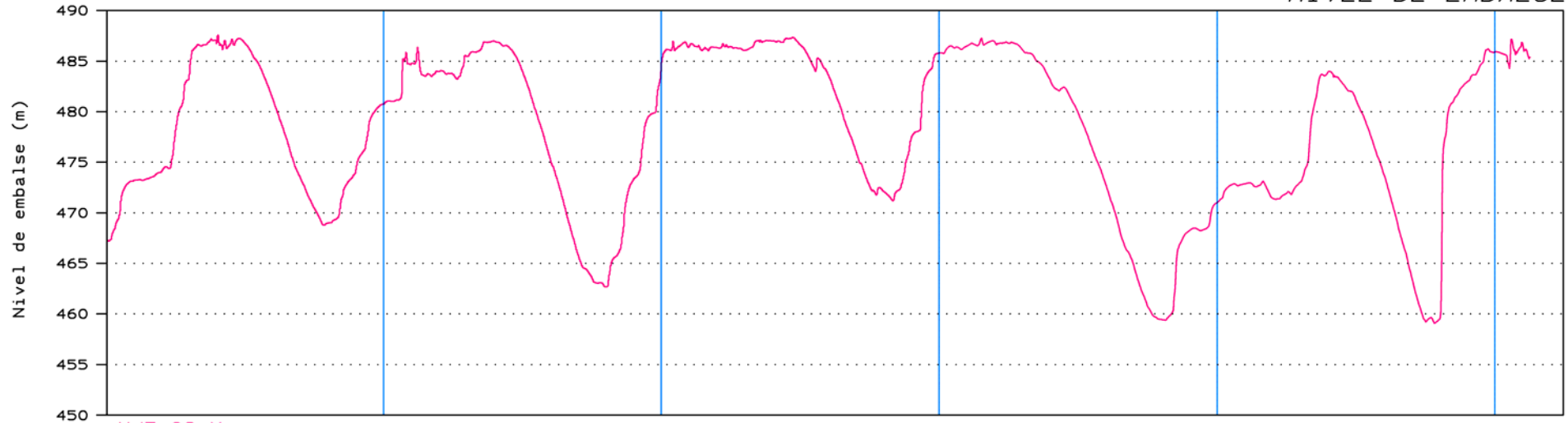
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

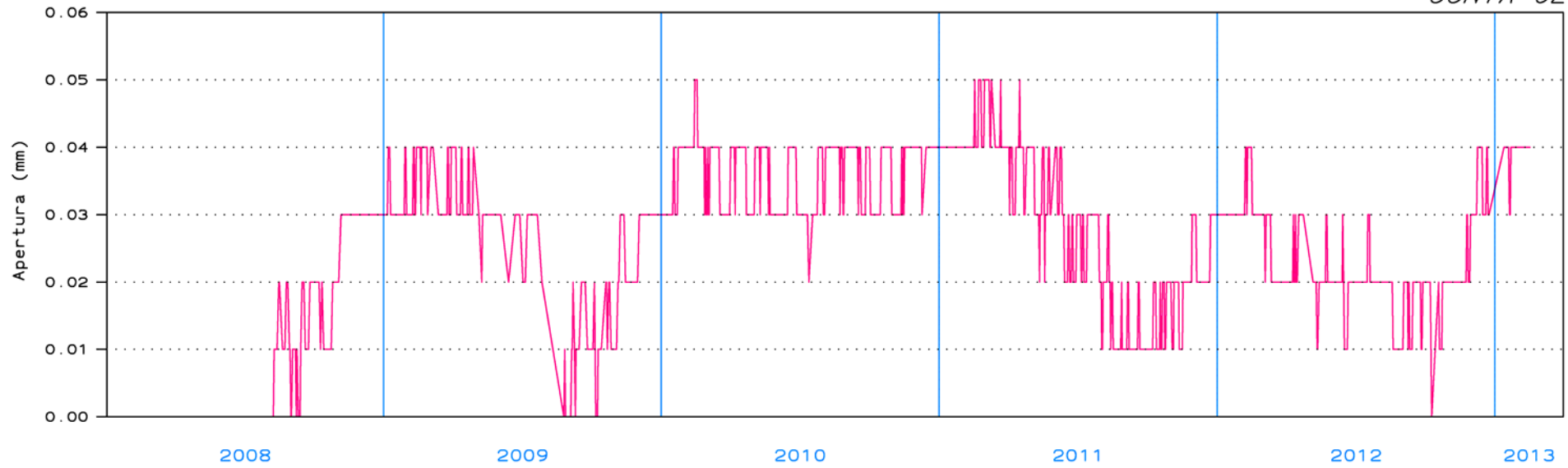
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 02*



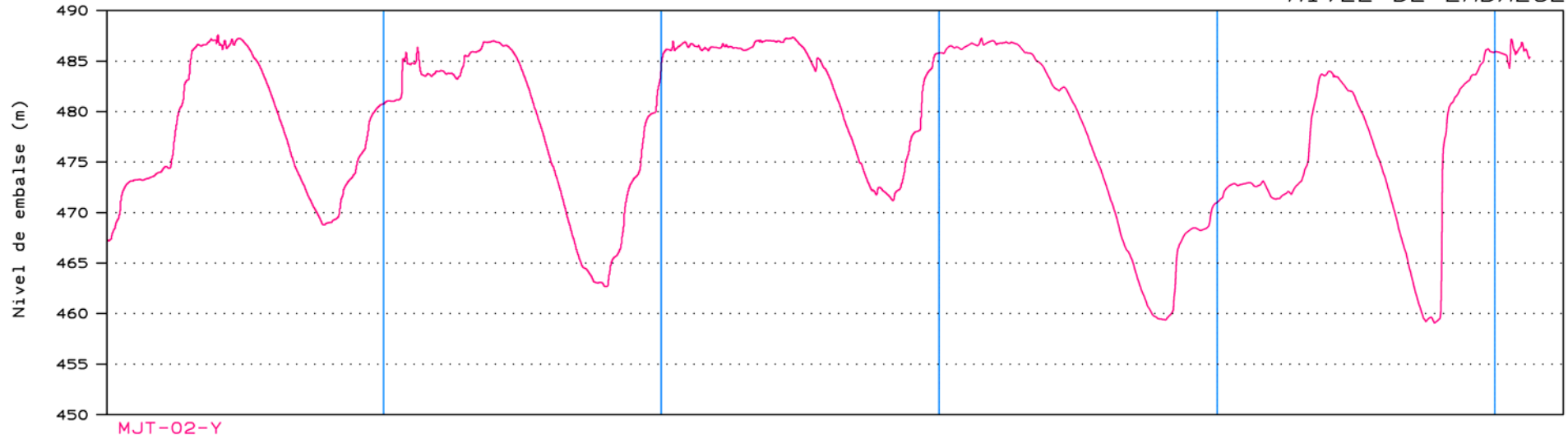
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

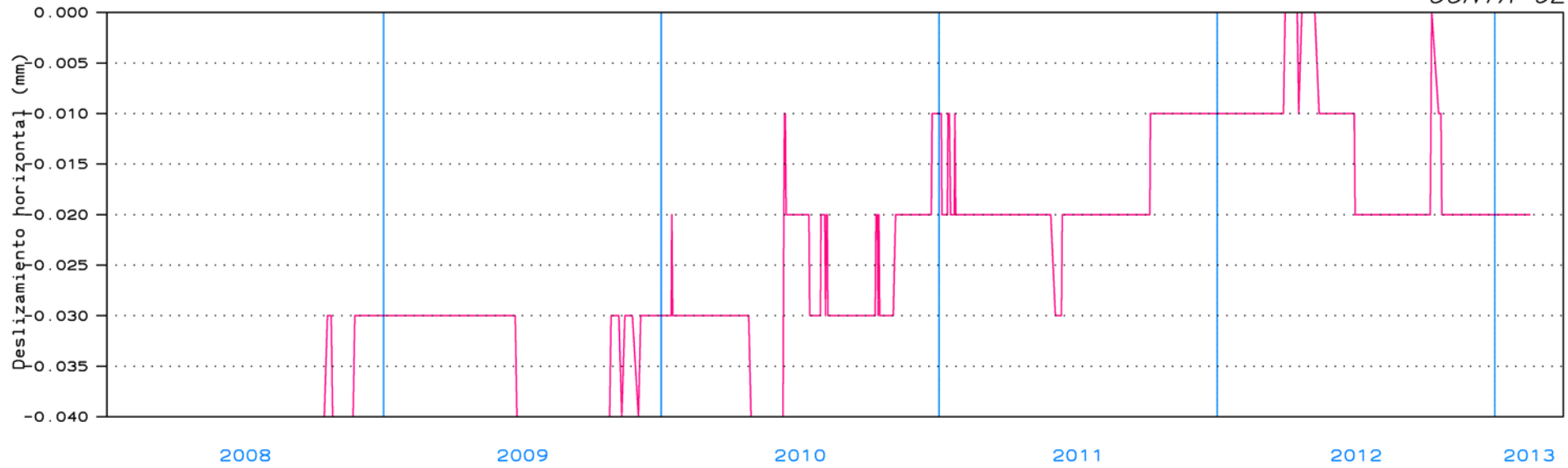
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 02*



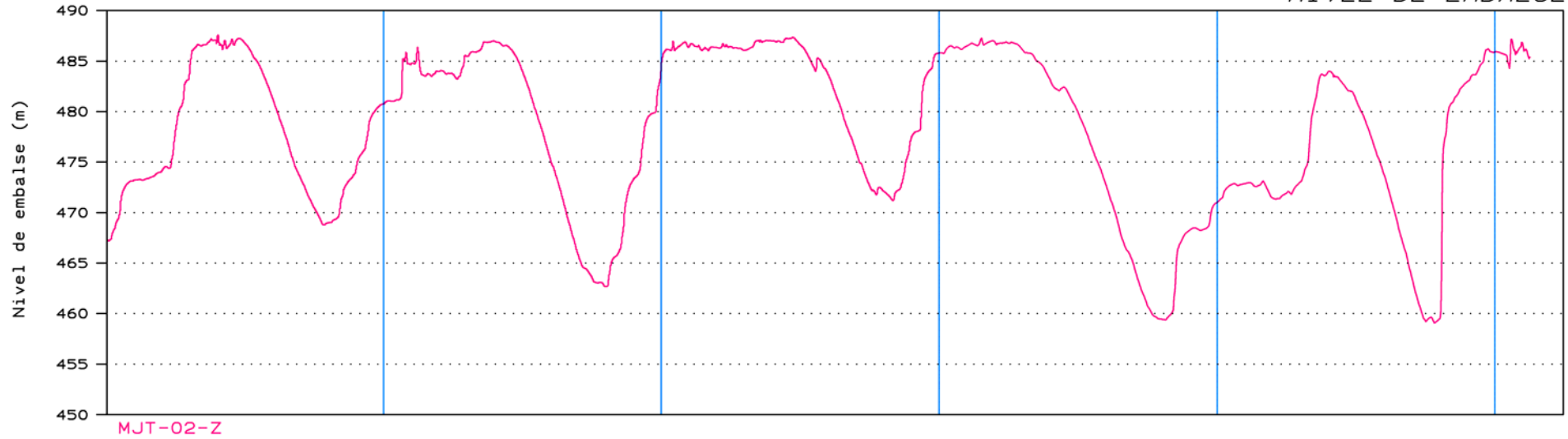
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

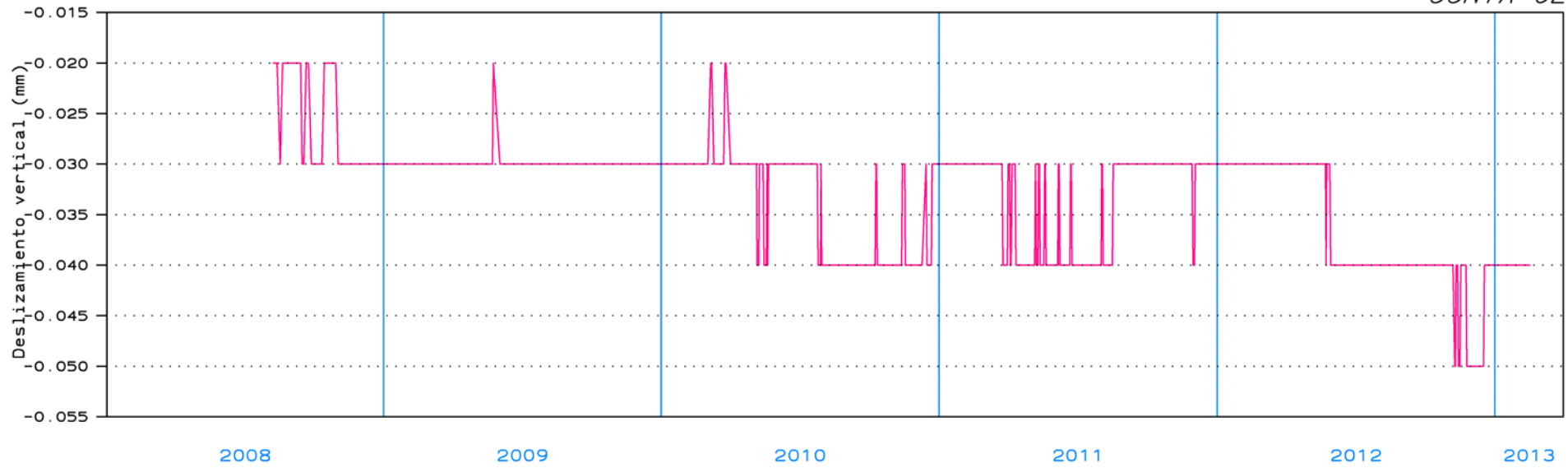
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 02*



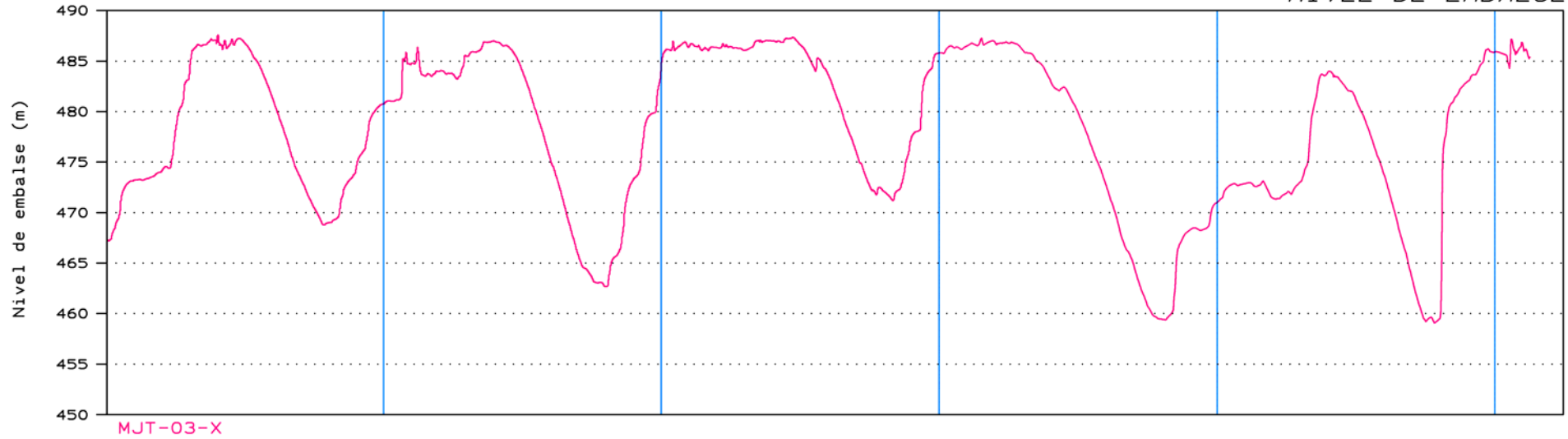
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

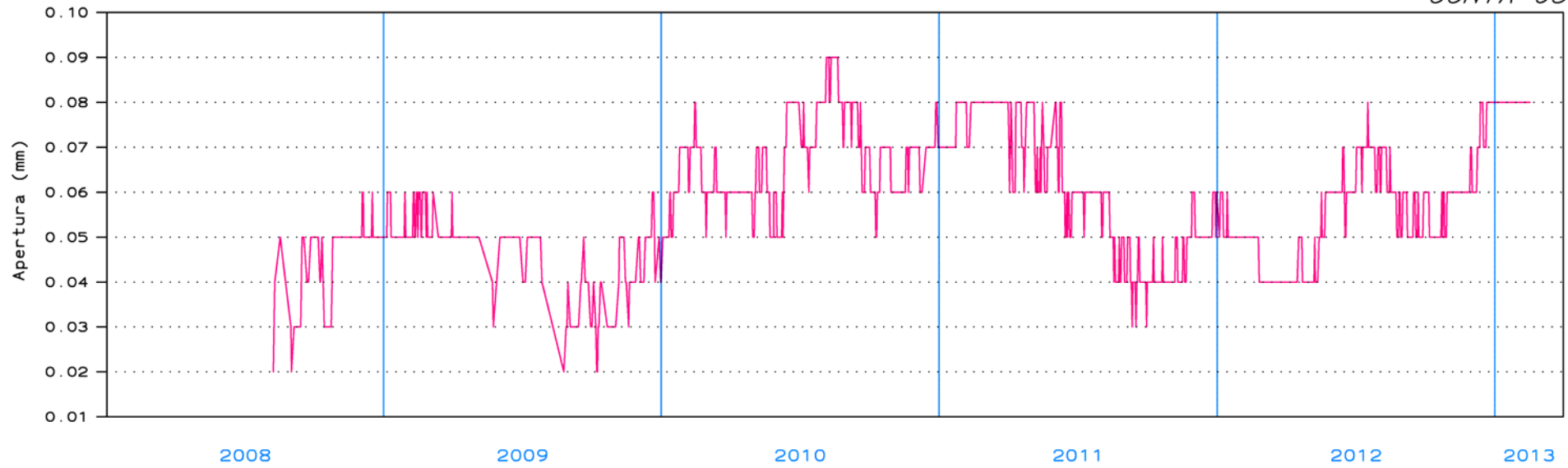
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 03*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

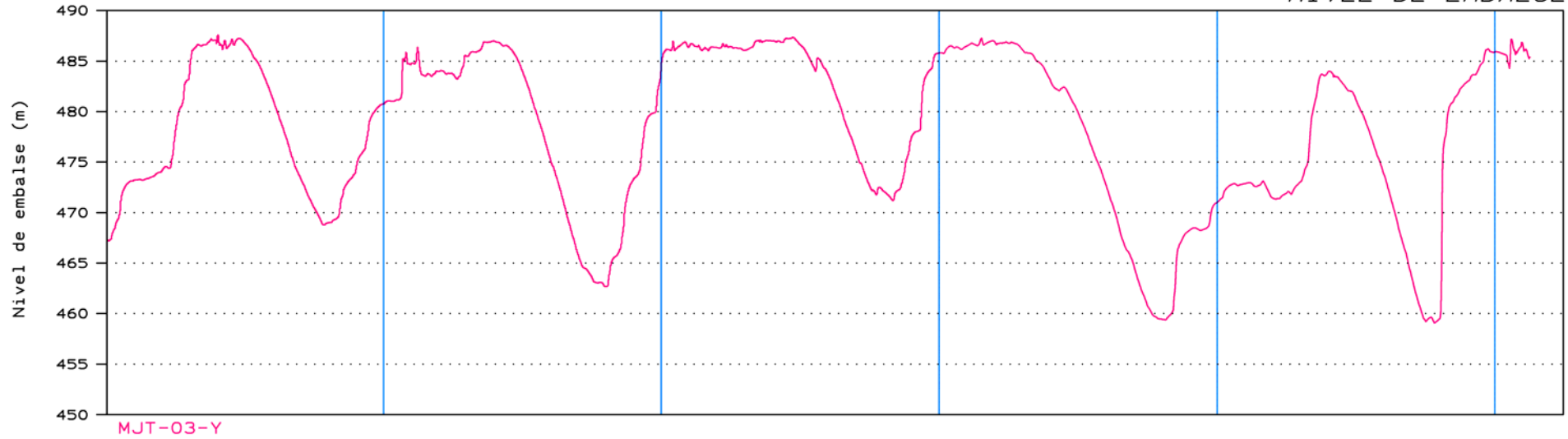


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

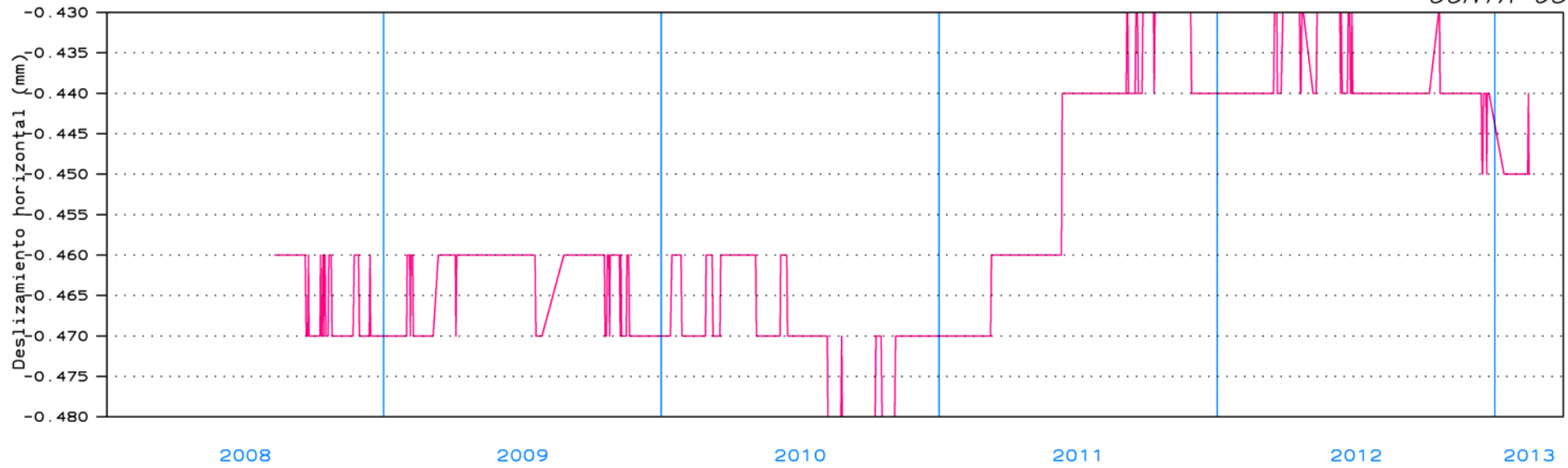
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 03*



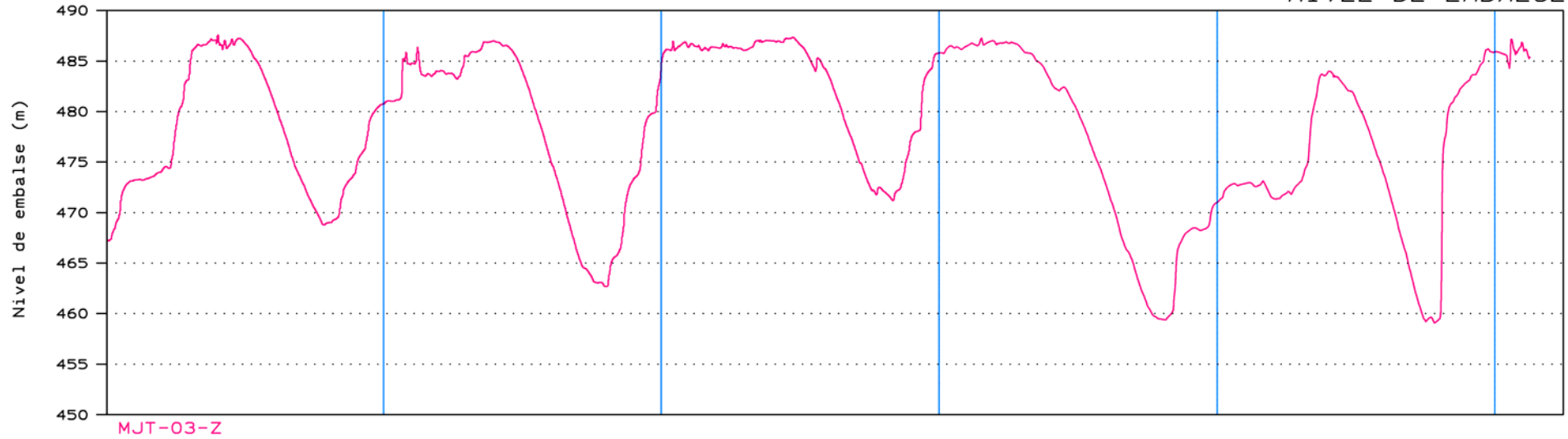
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

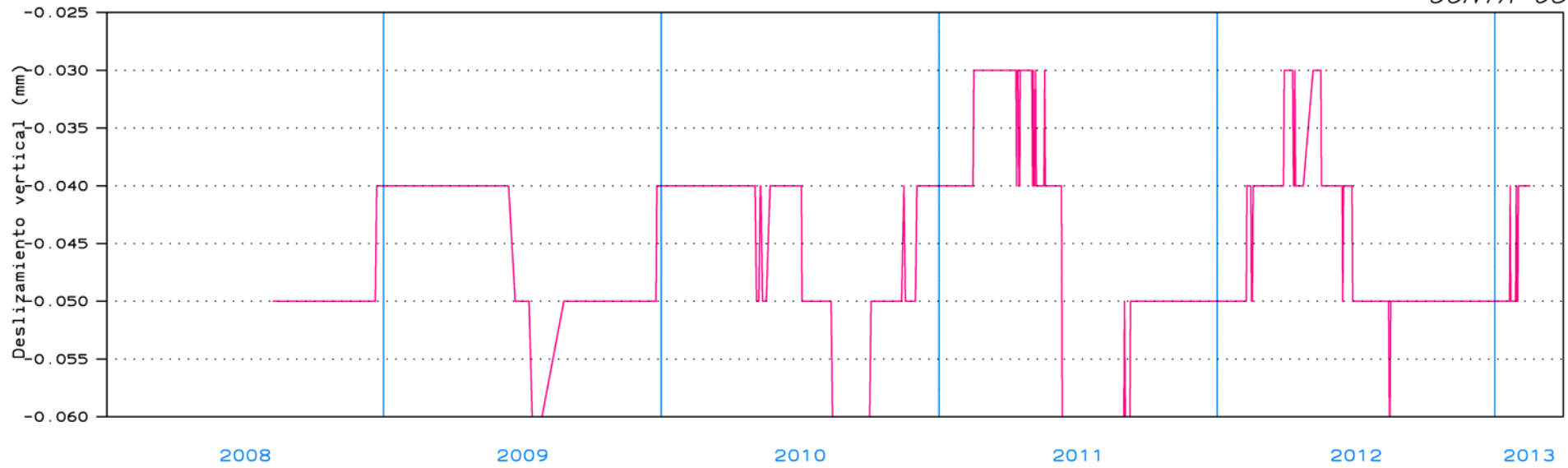
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 03*



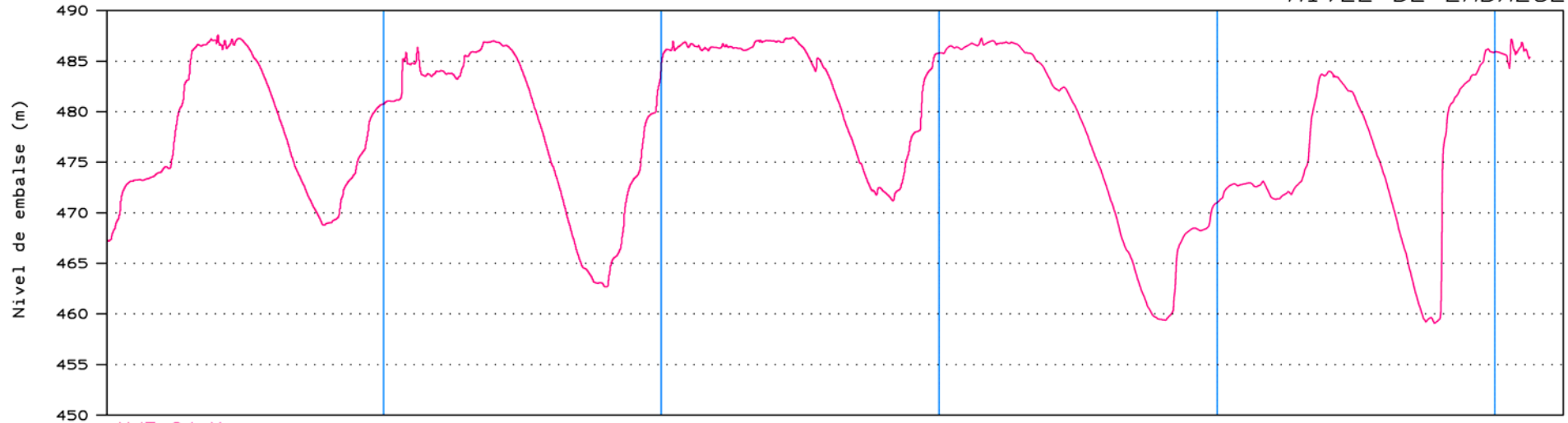
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

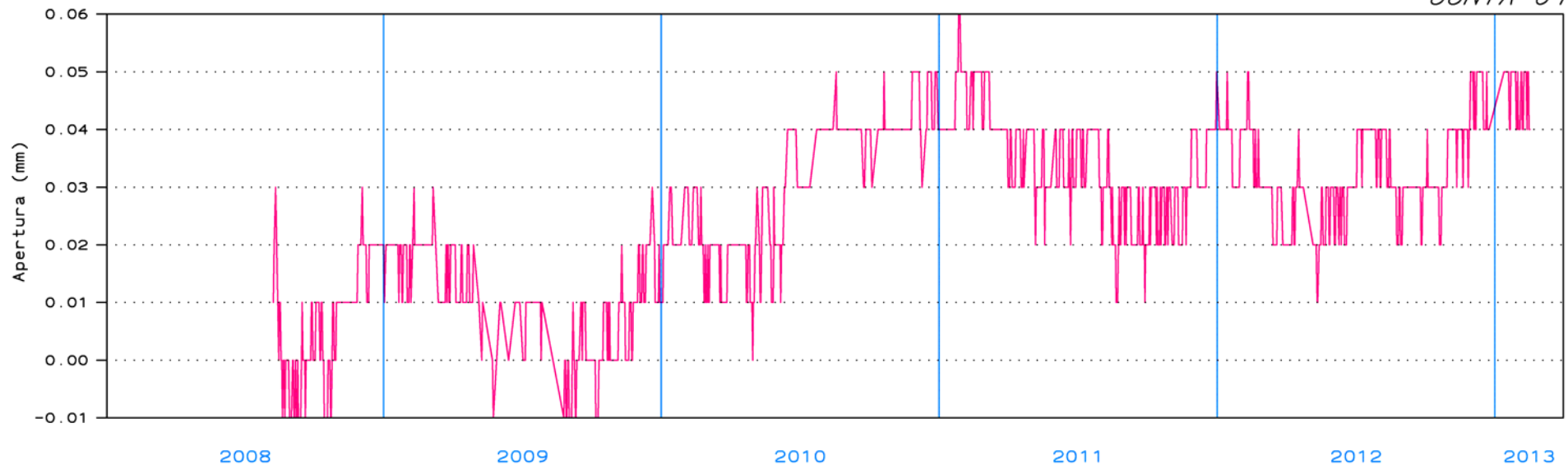
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-04-X

*JUNTA 04*



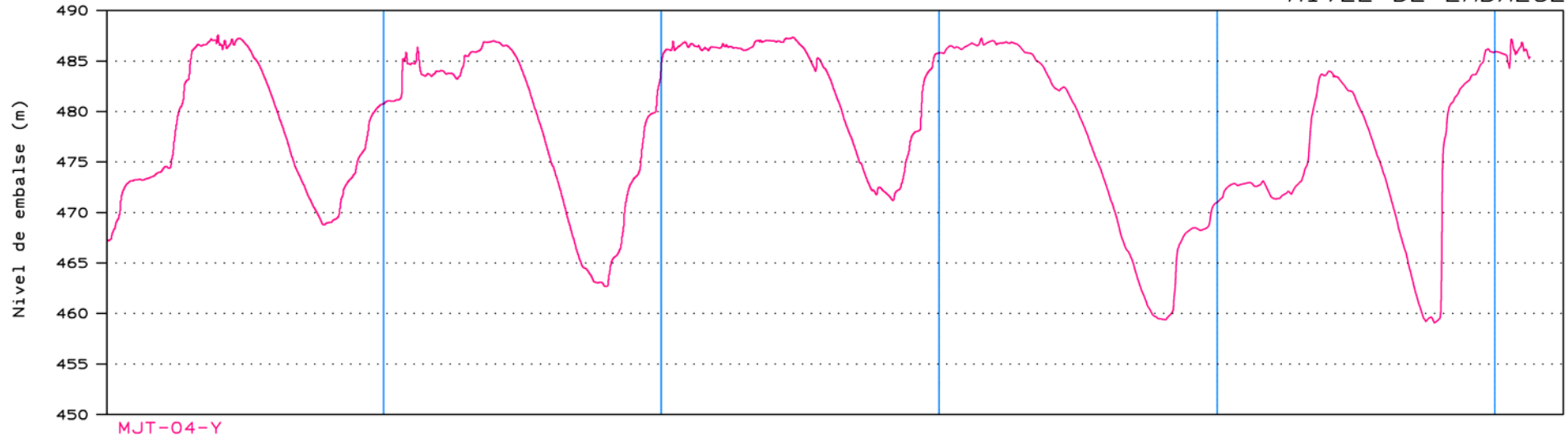
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

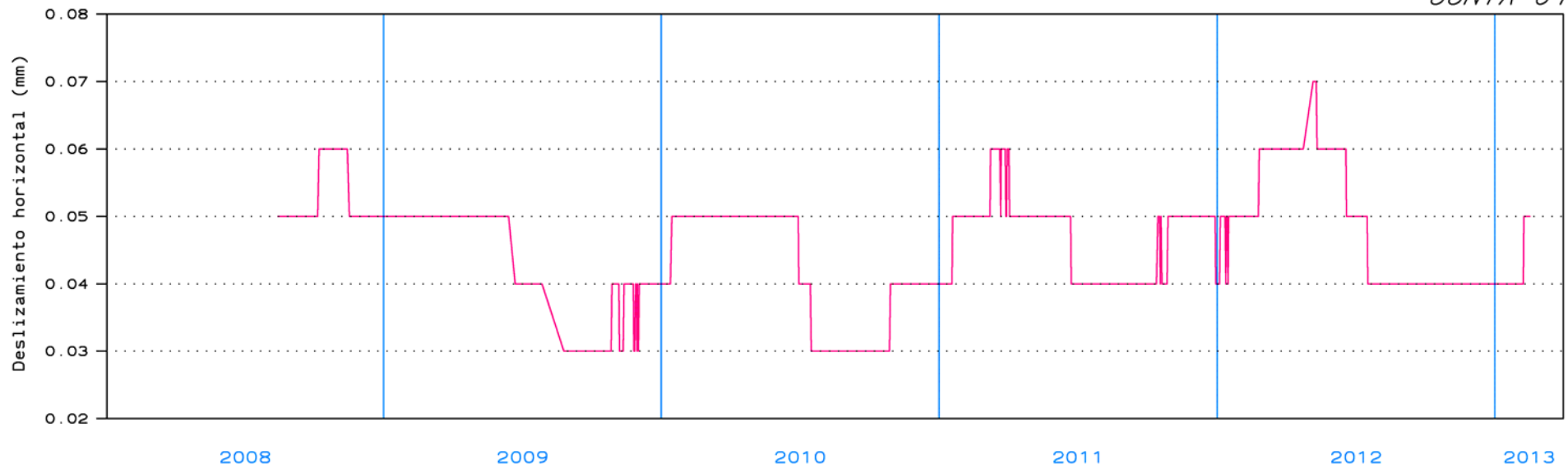
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 04*



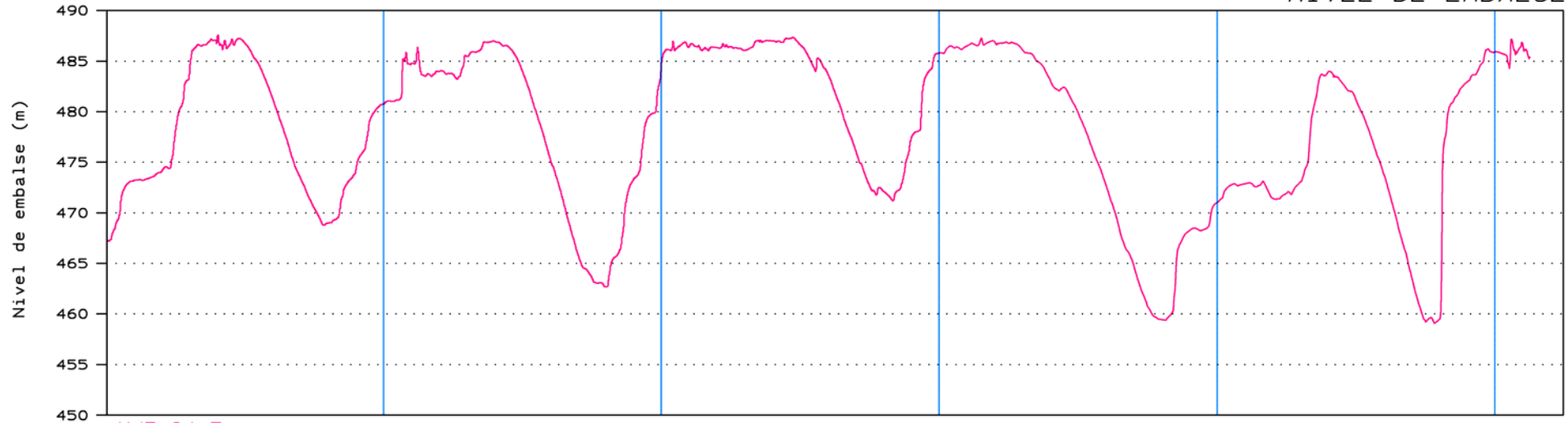
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

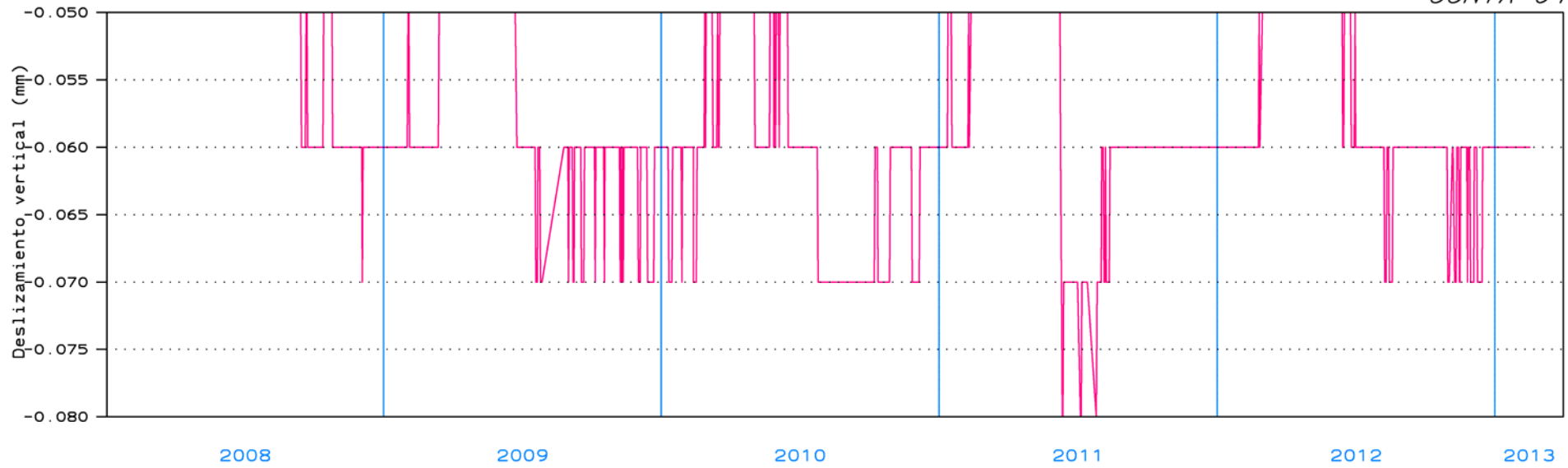
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-04-Z

*JUNTA 04*



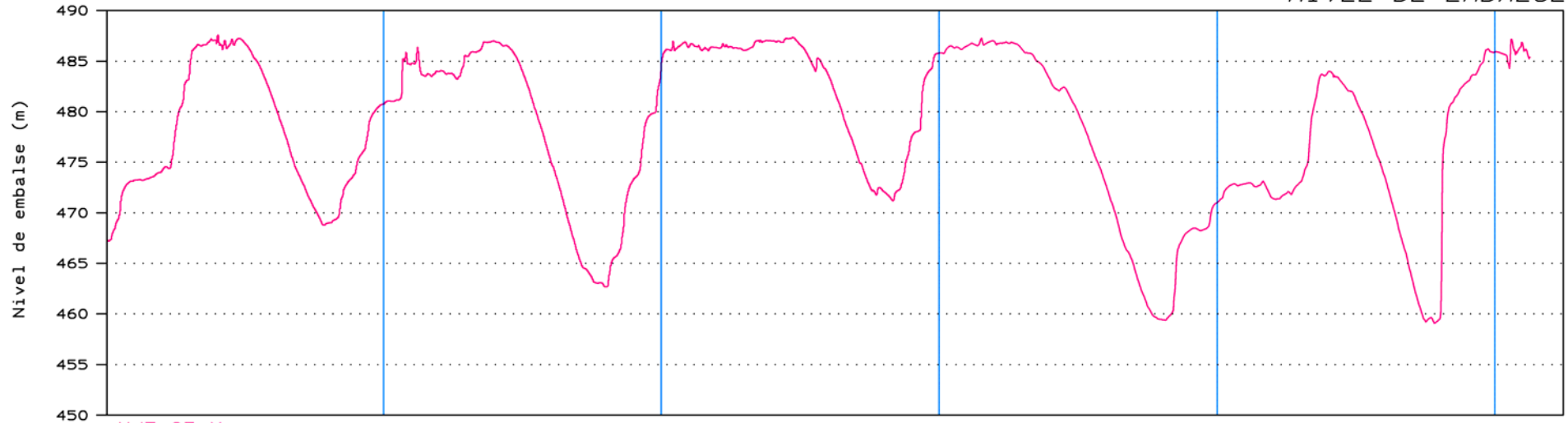
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

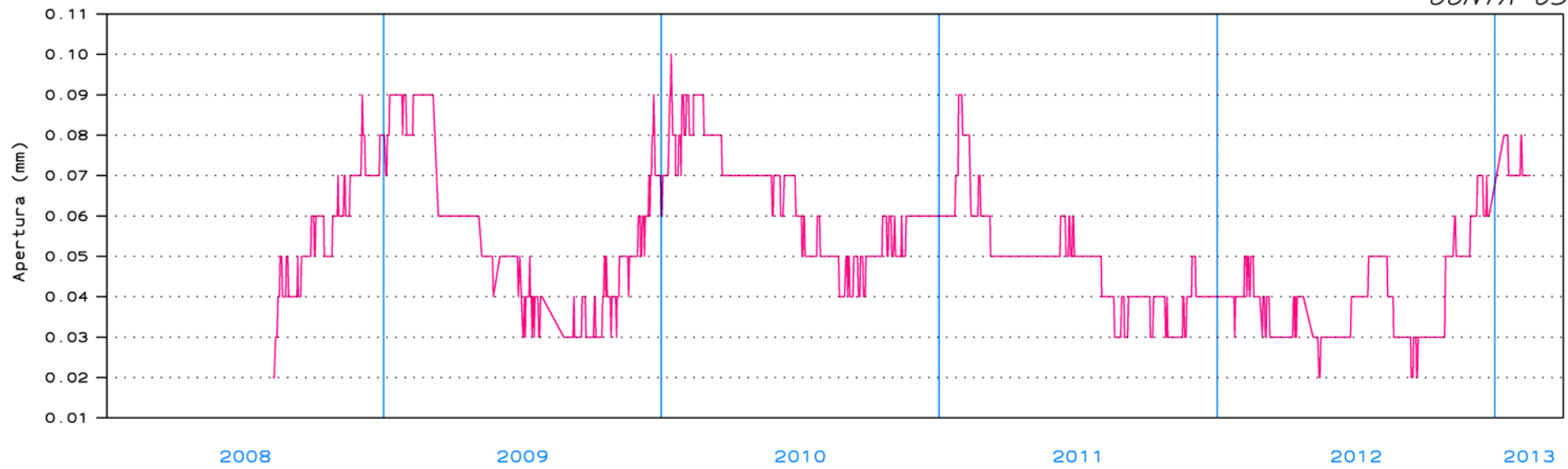
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-05-X

*JUNTA 05*



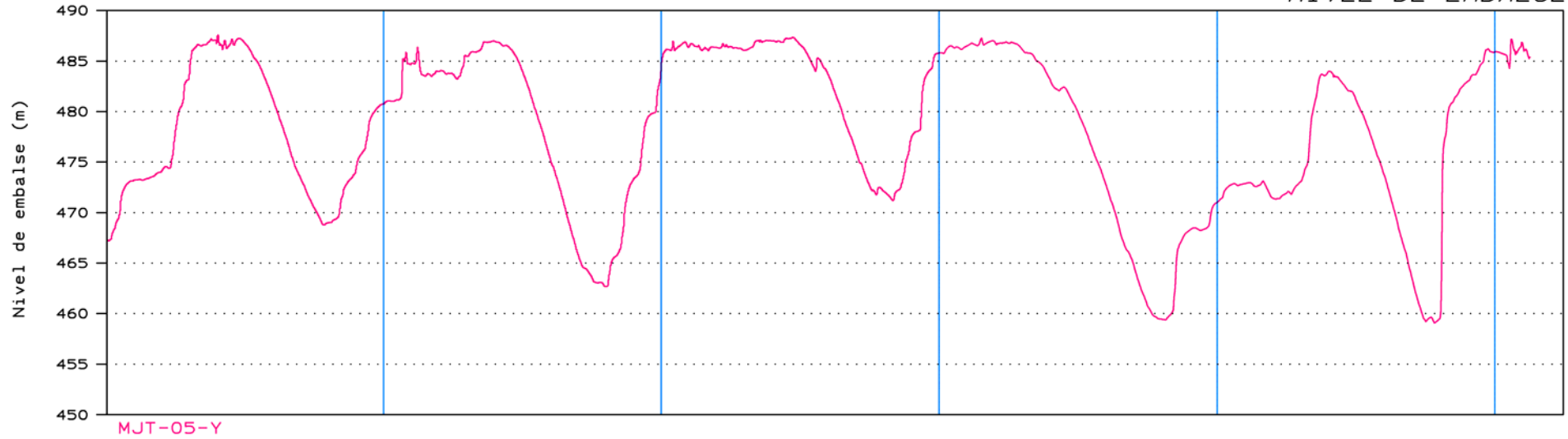
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

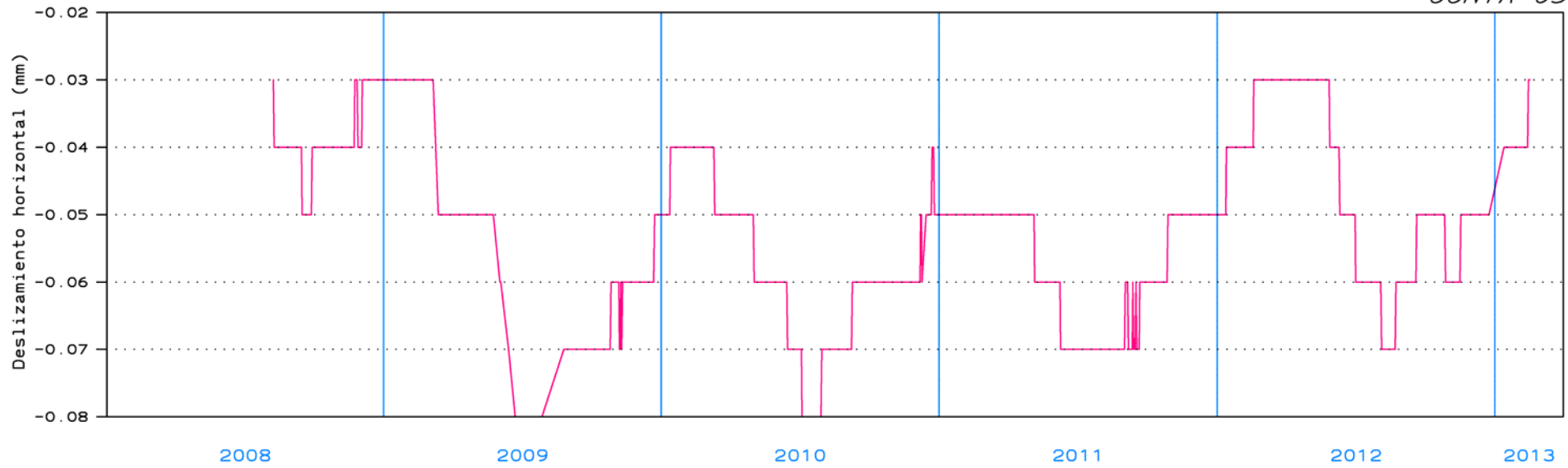
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 05*



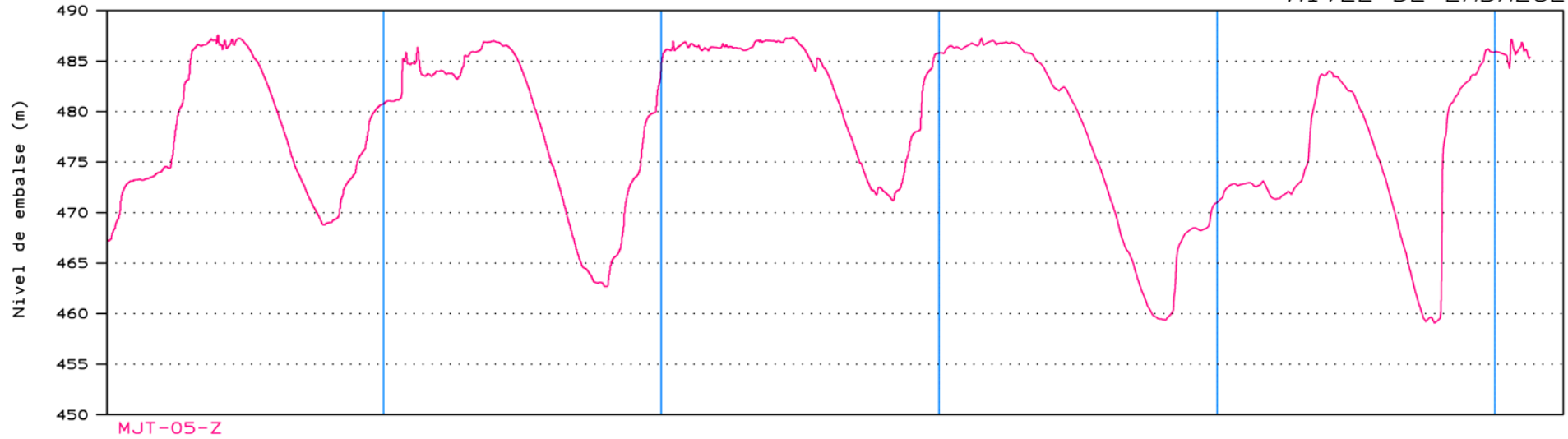
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

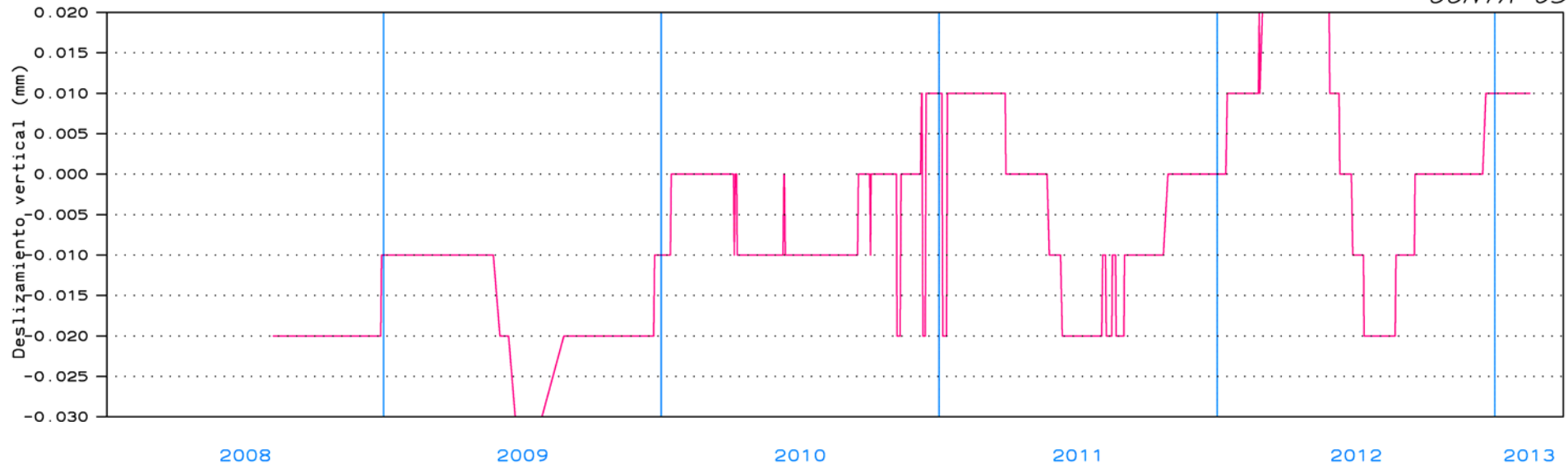
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 05*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

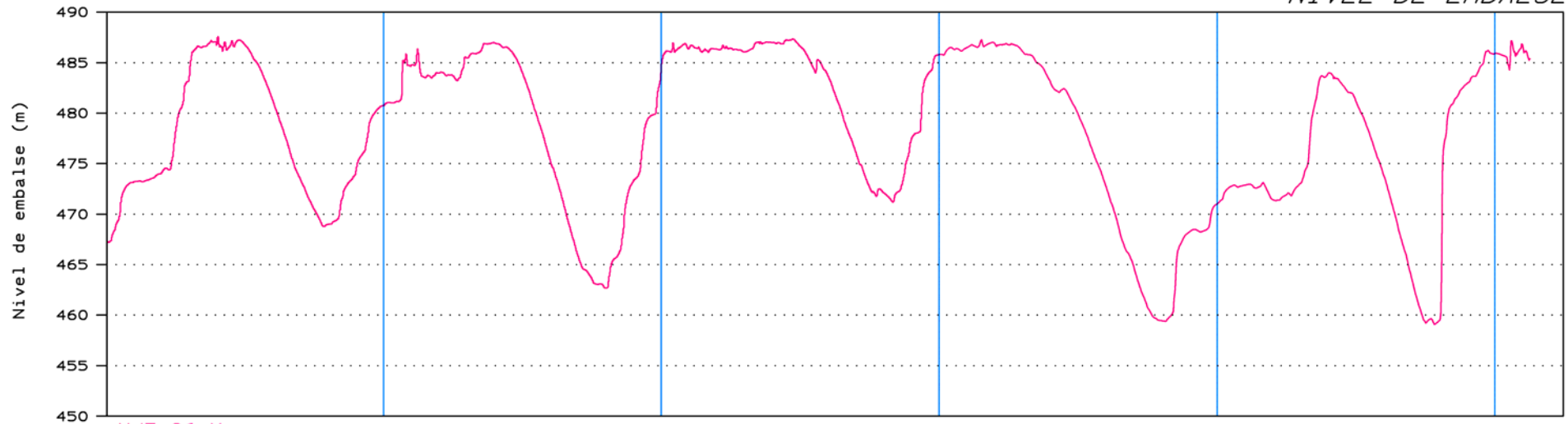


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

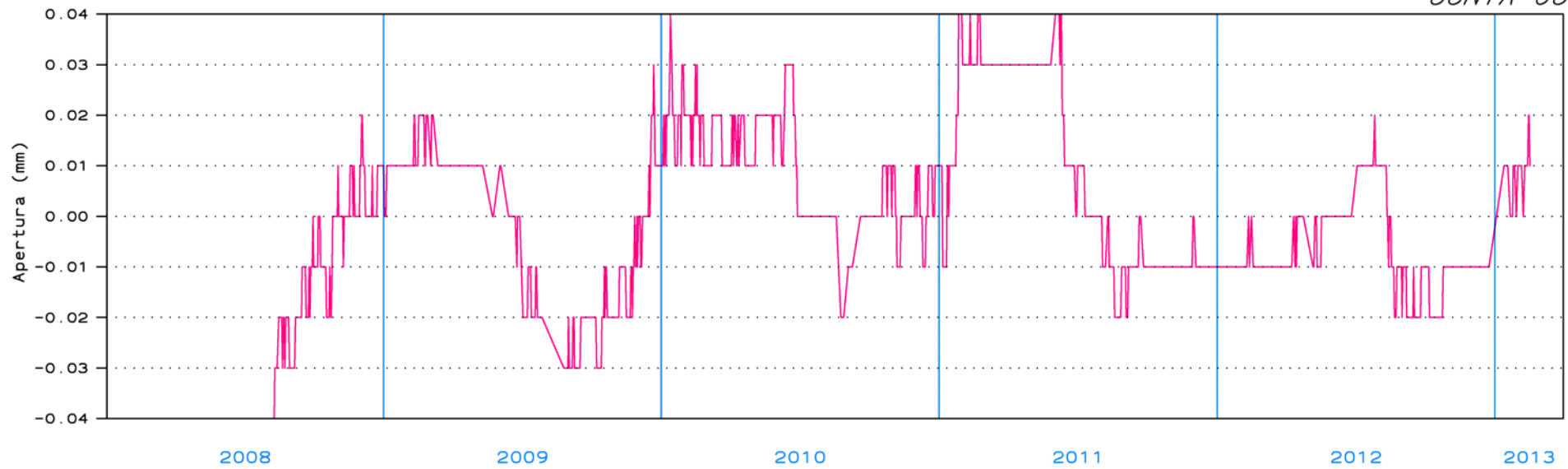
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 06*



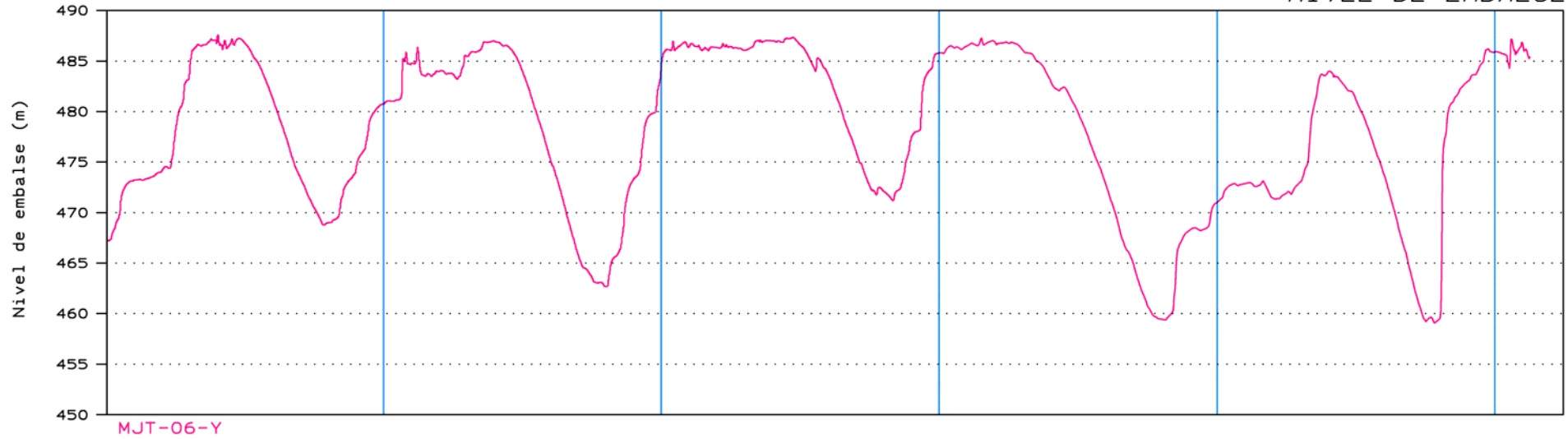
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

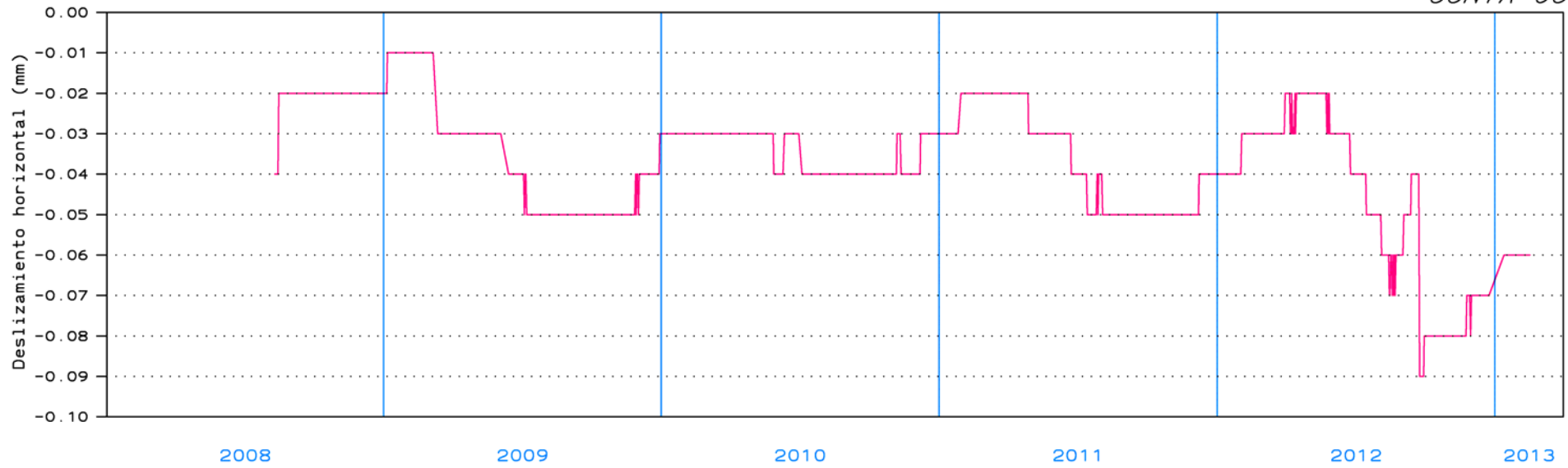
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 06*



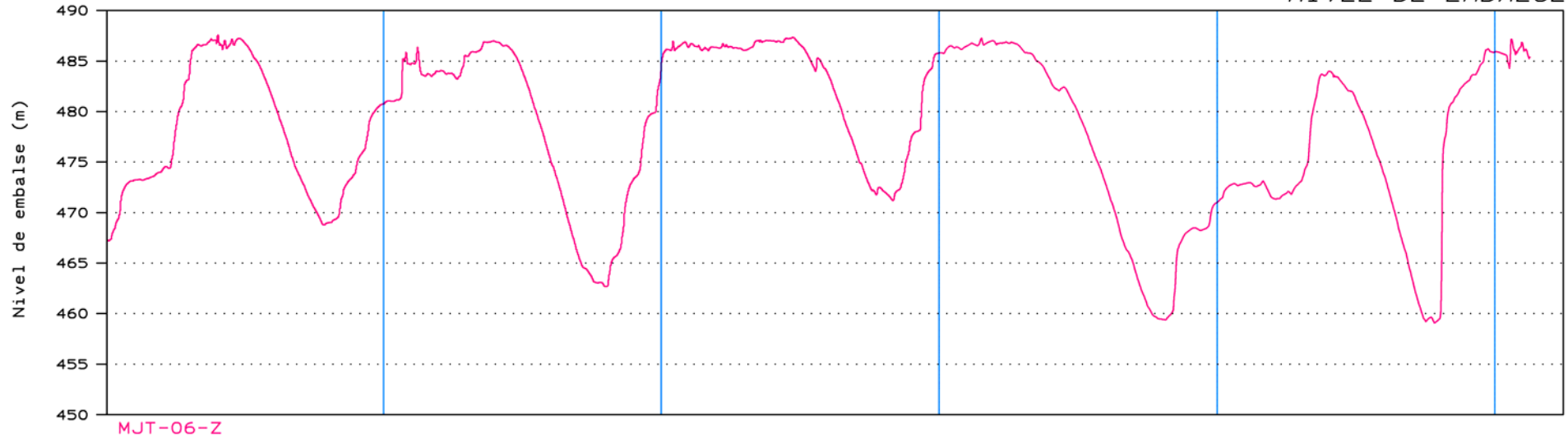
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

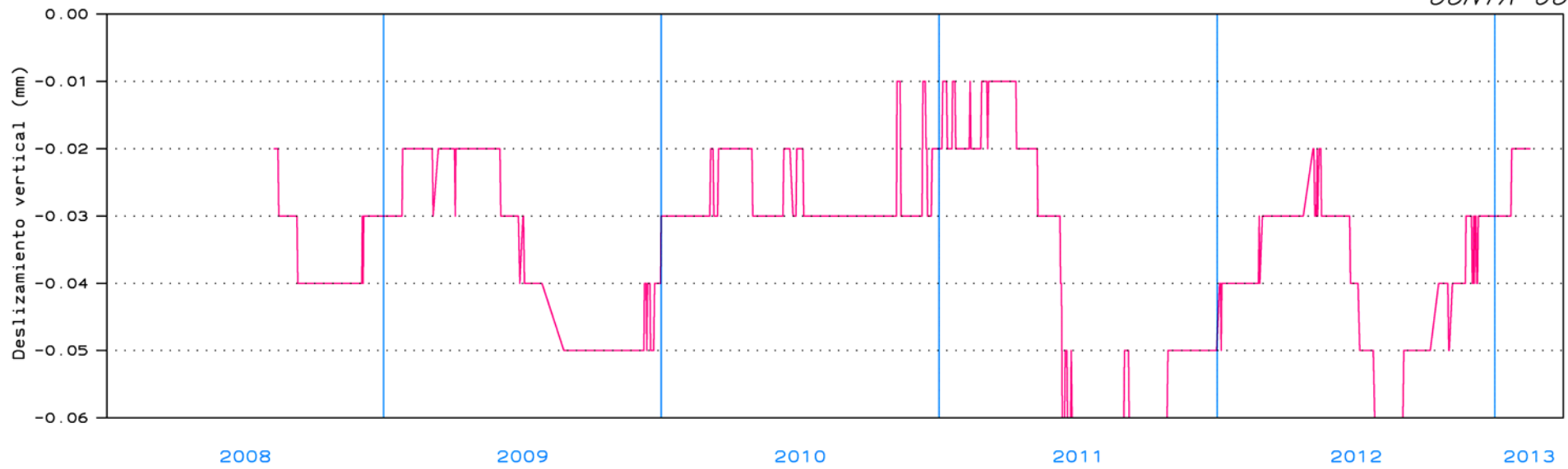
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 06*

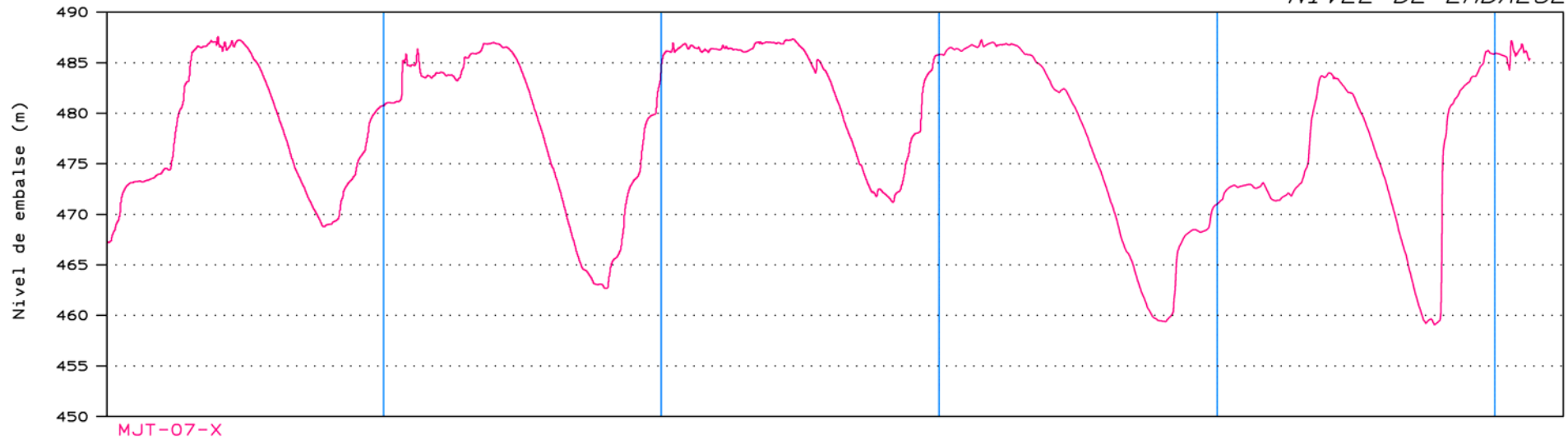


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

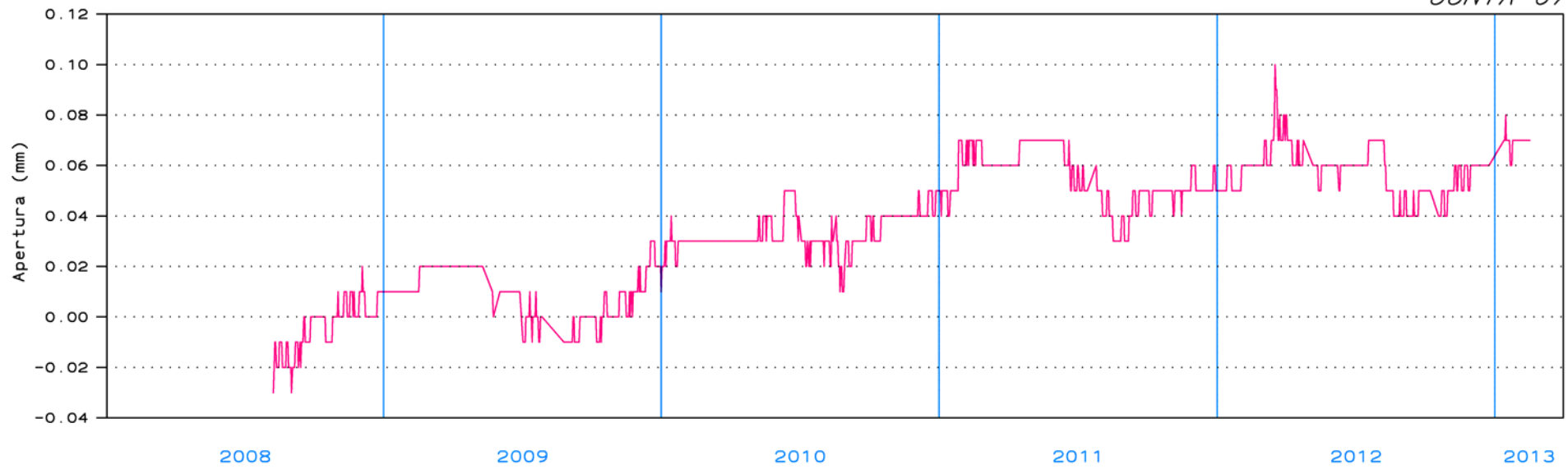
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 07*



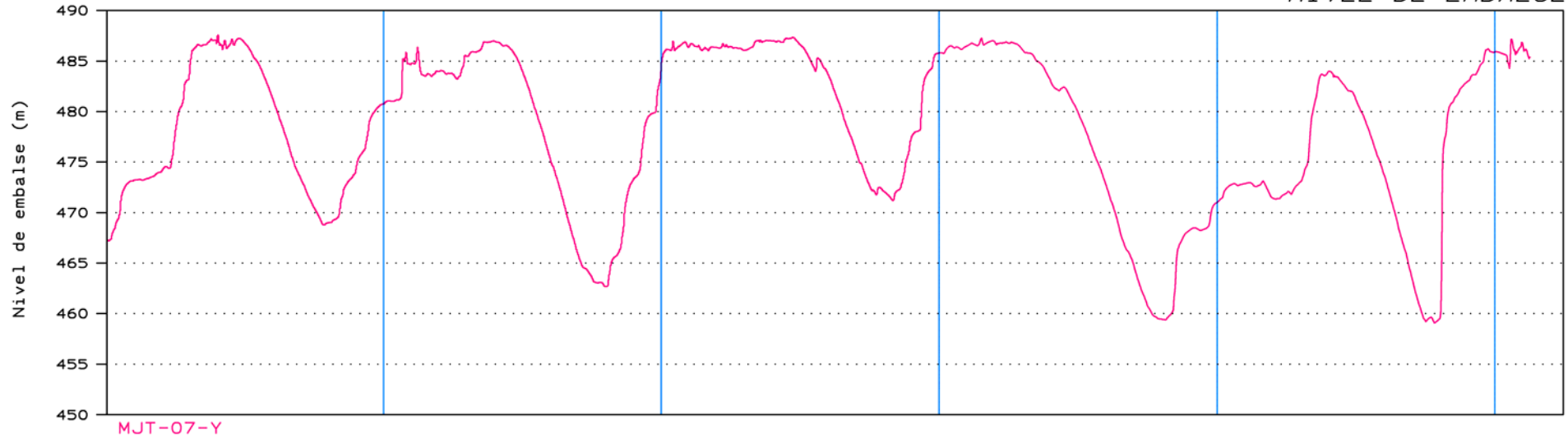
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

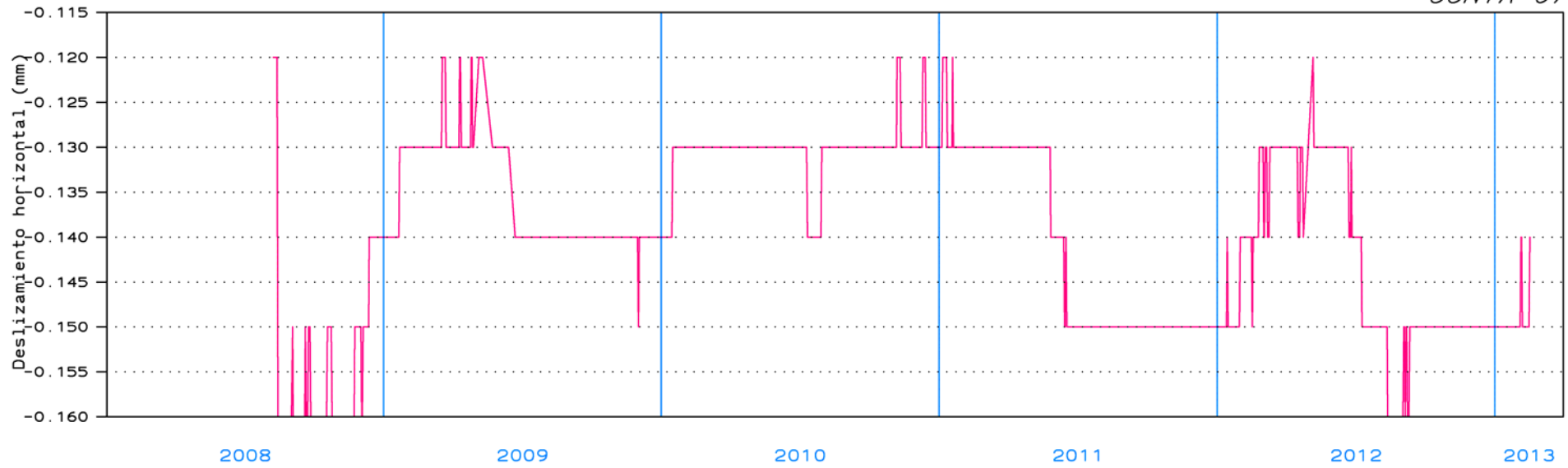
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 07*



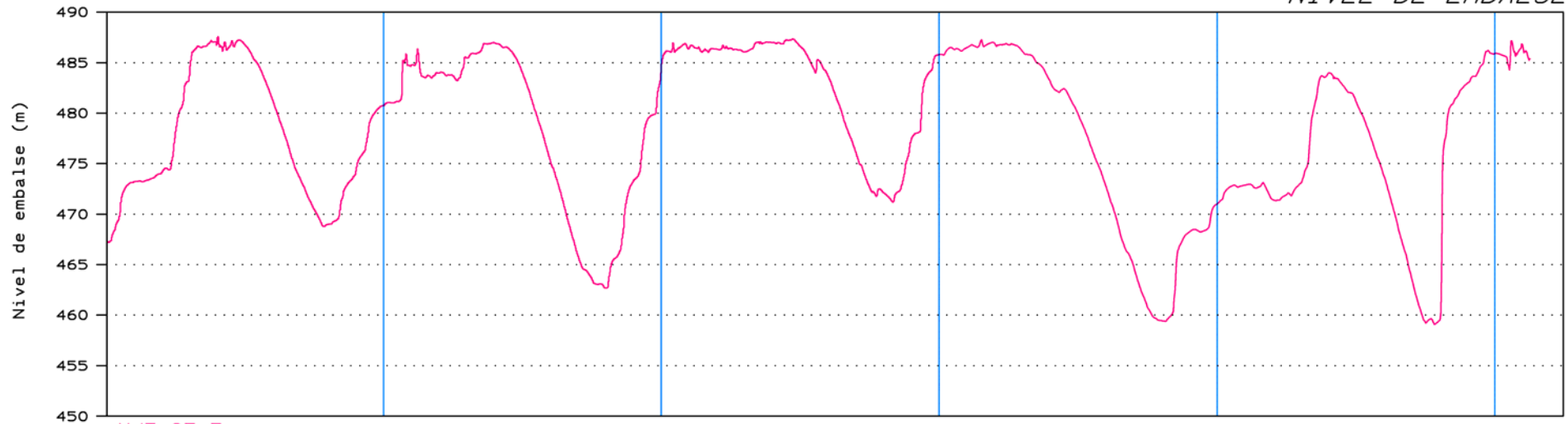
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

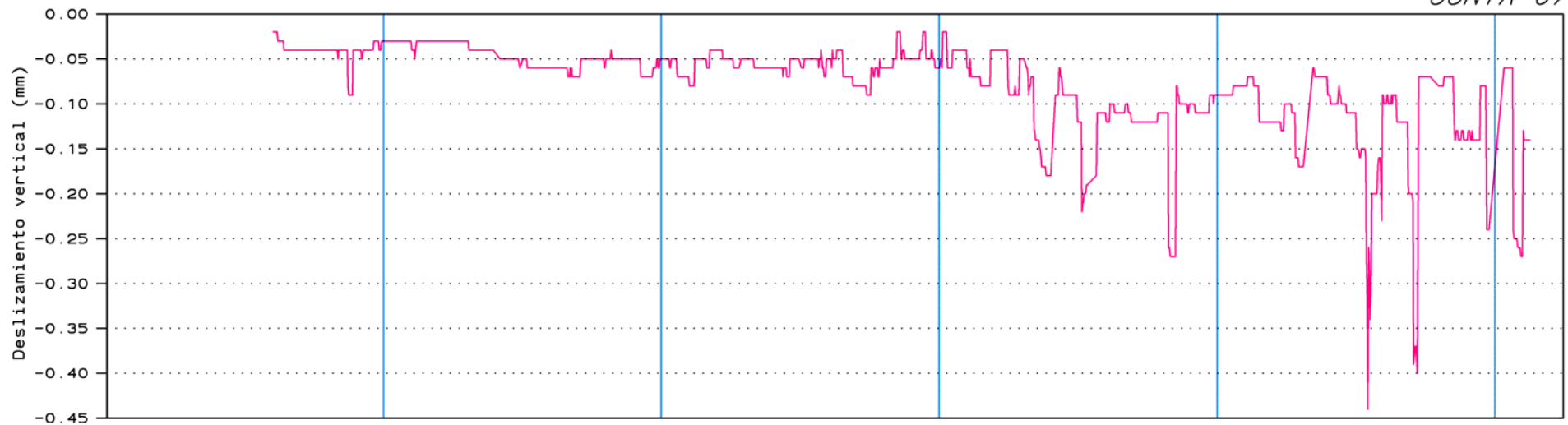
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 07*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

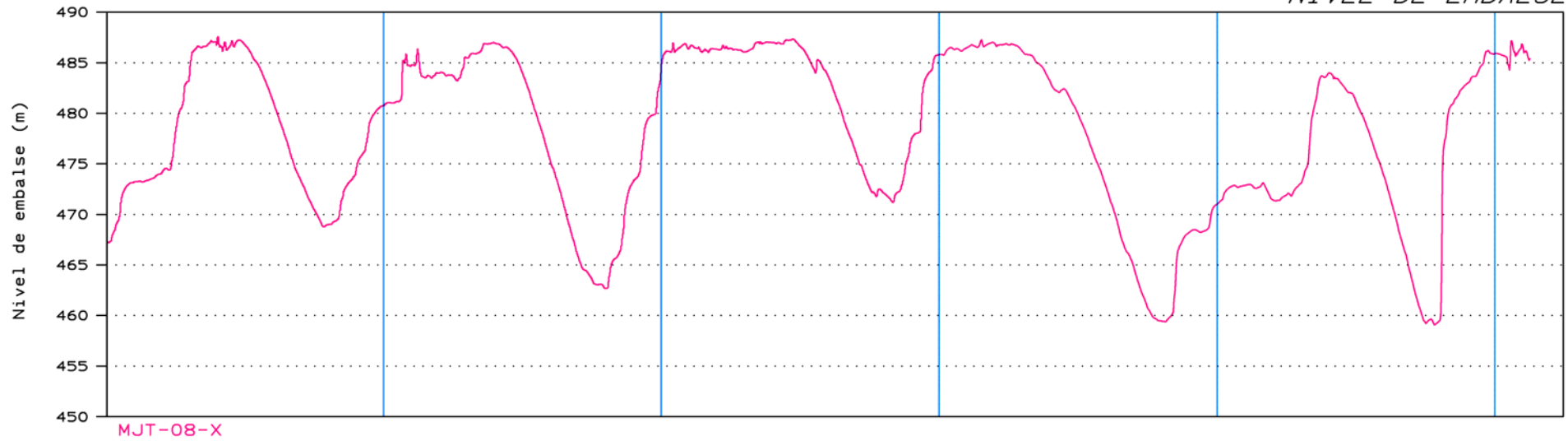
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

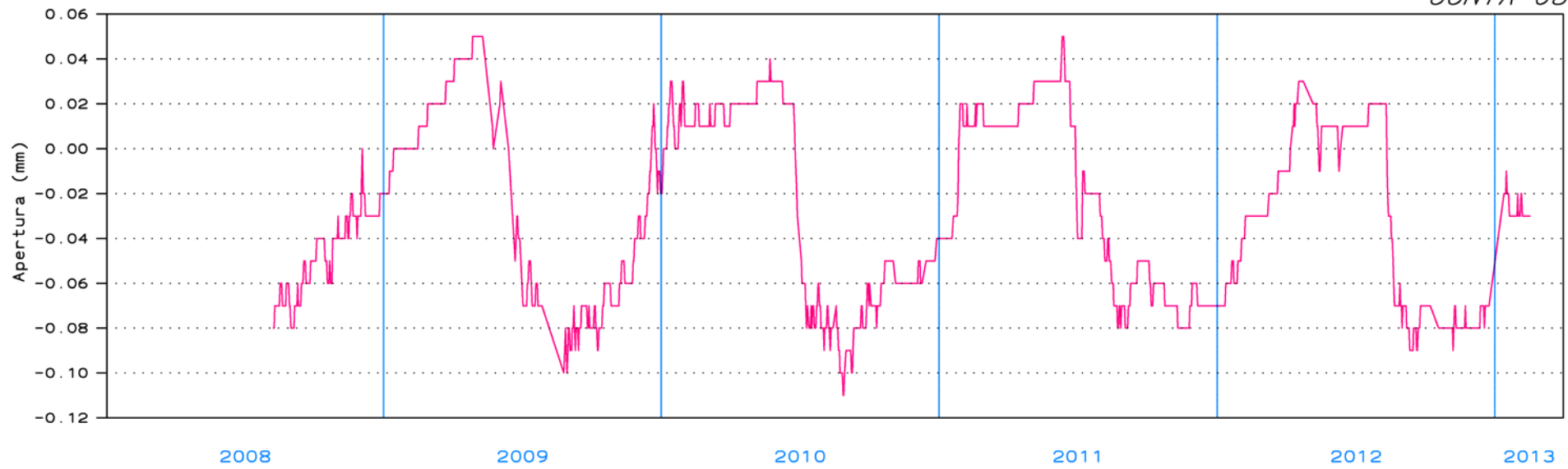
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 08*



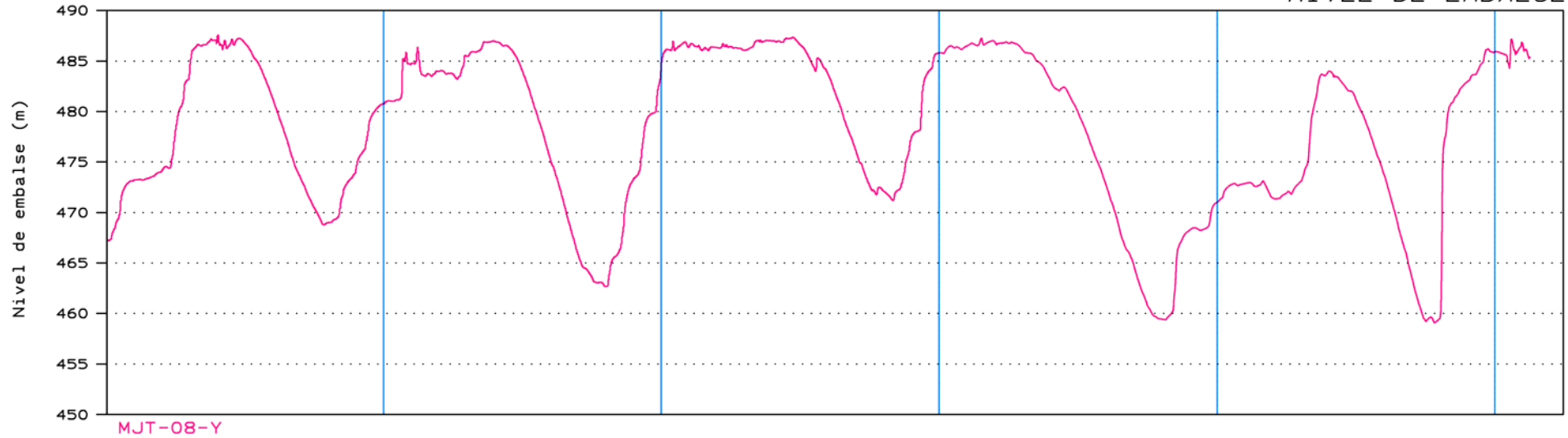
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

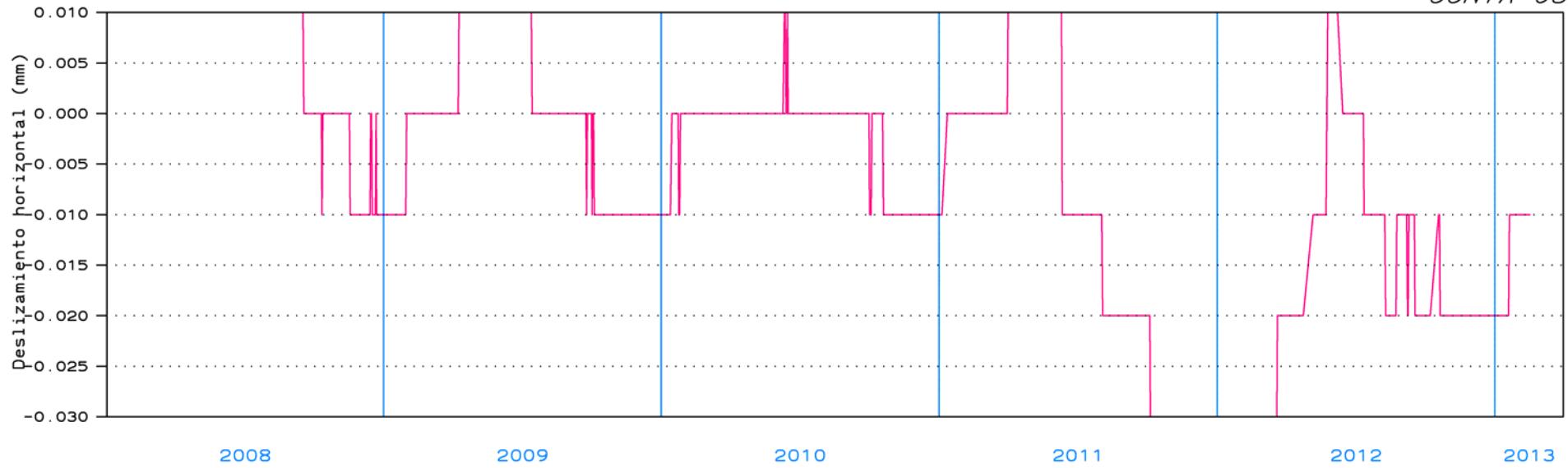
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 08*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

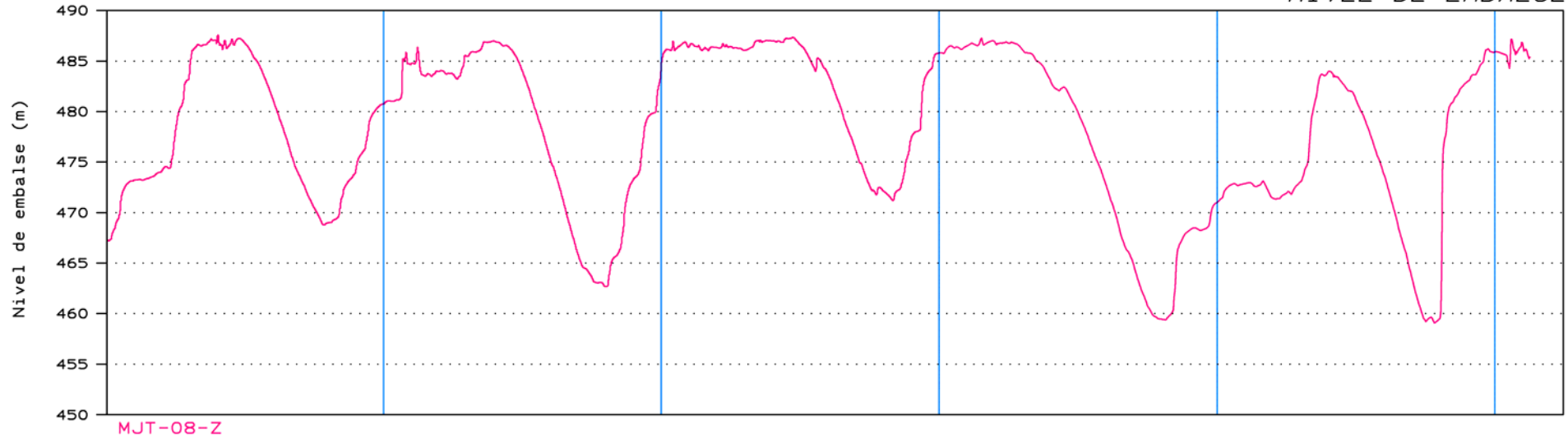


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

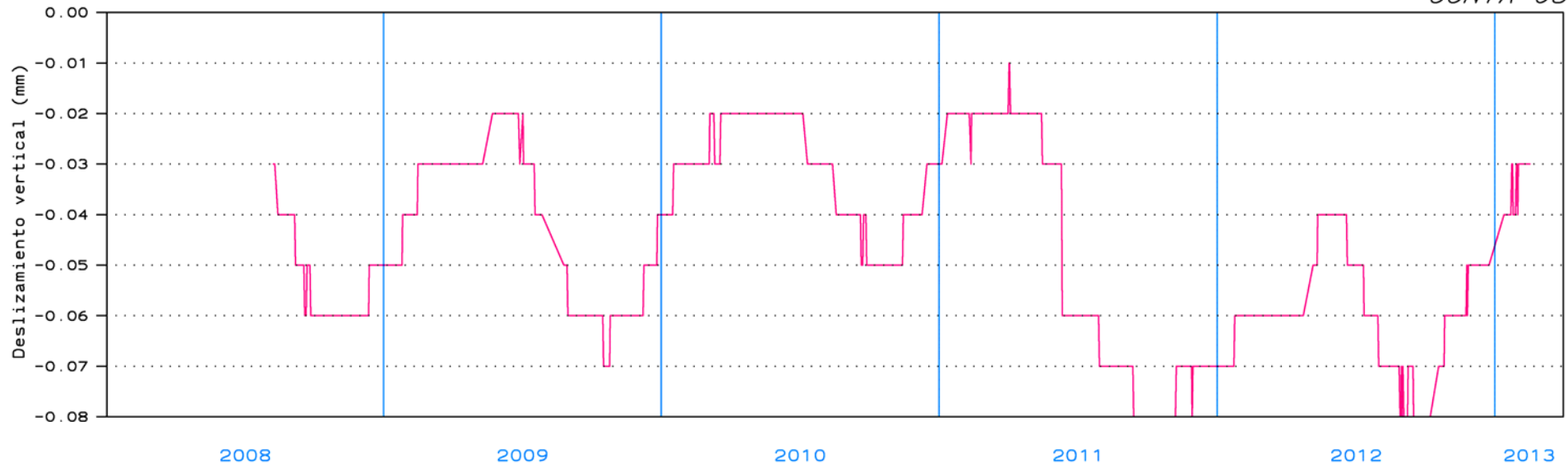
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 08*



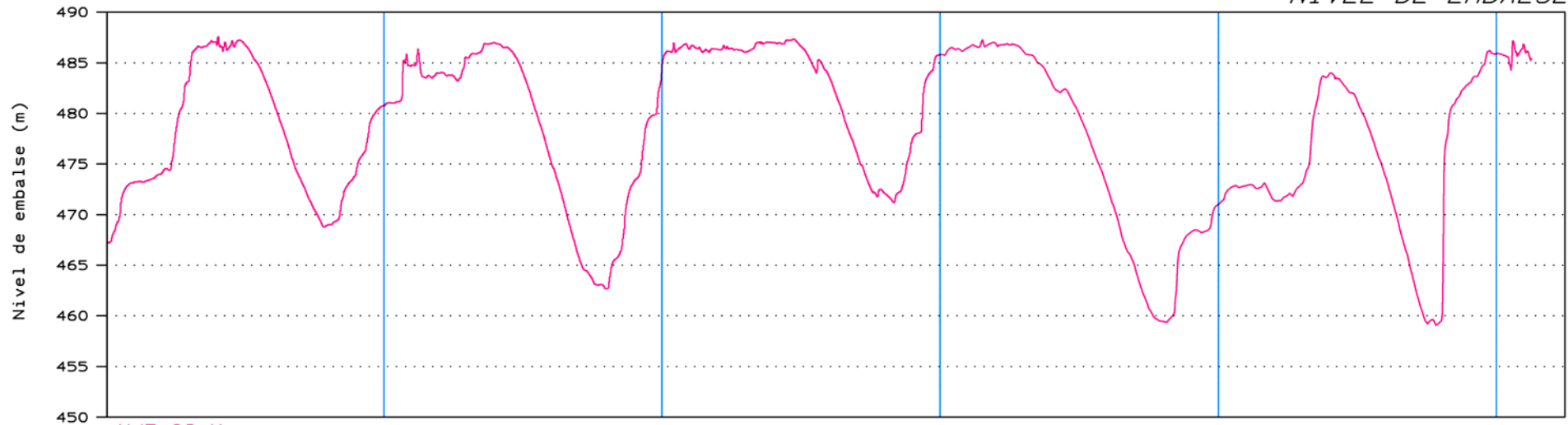
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

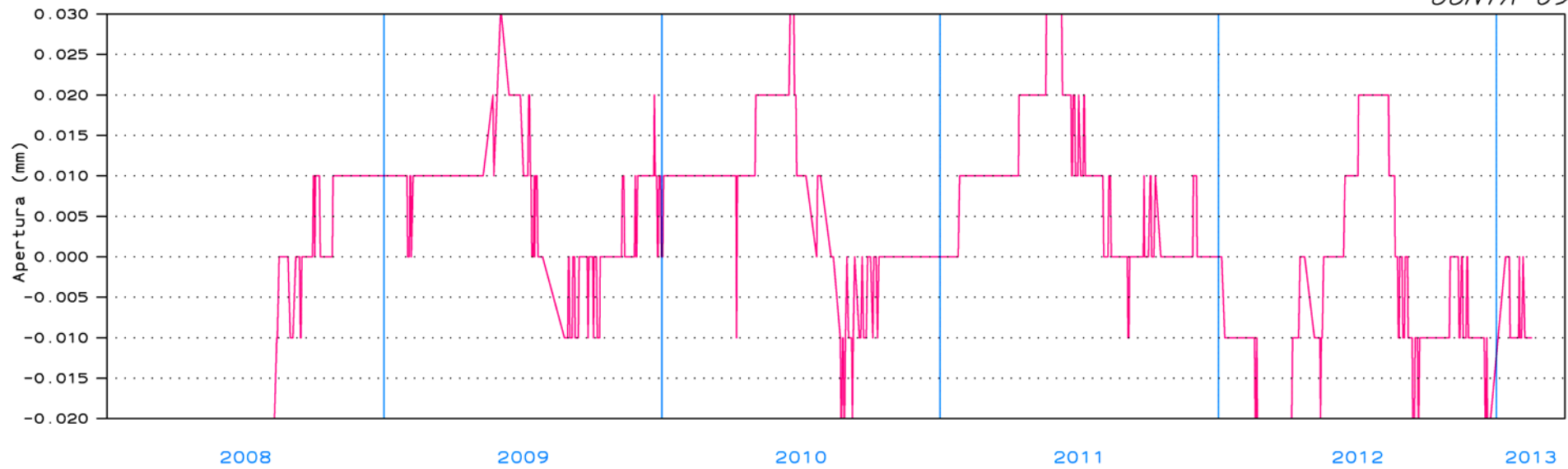
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 09*



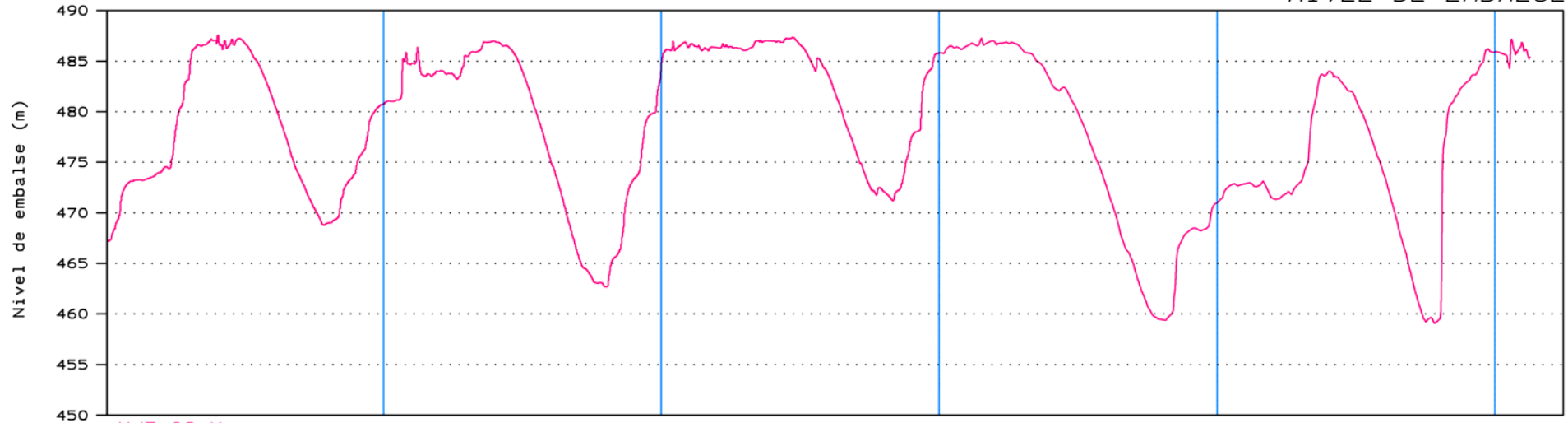
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

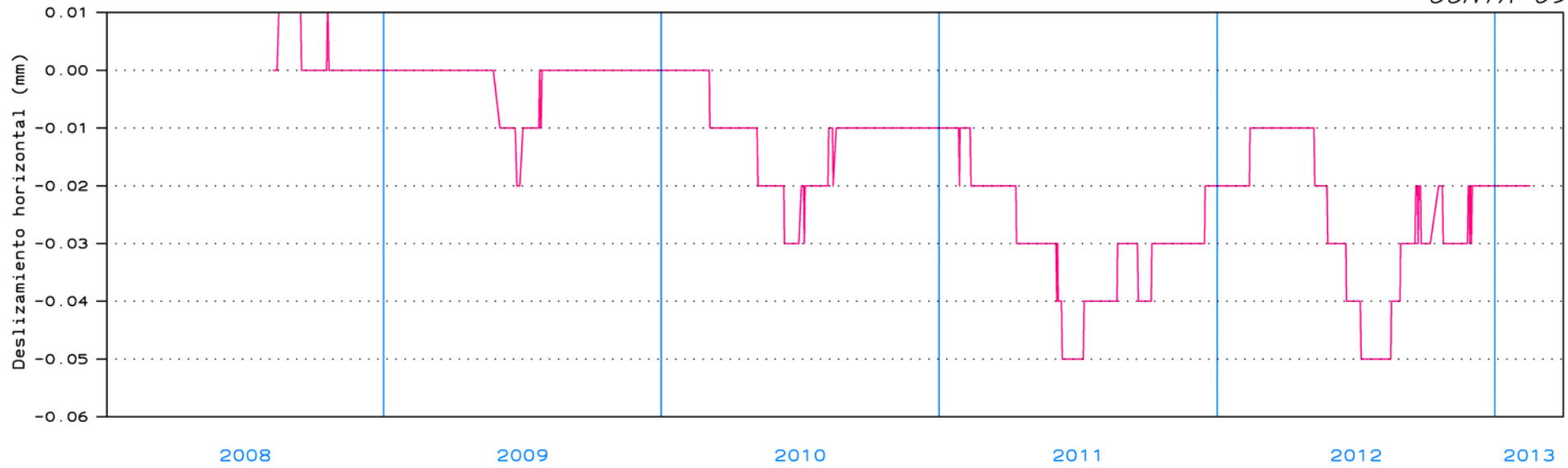
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-09-Y

*JUNTA 09*



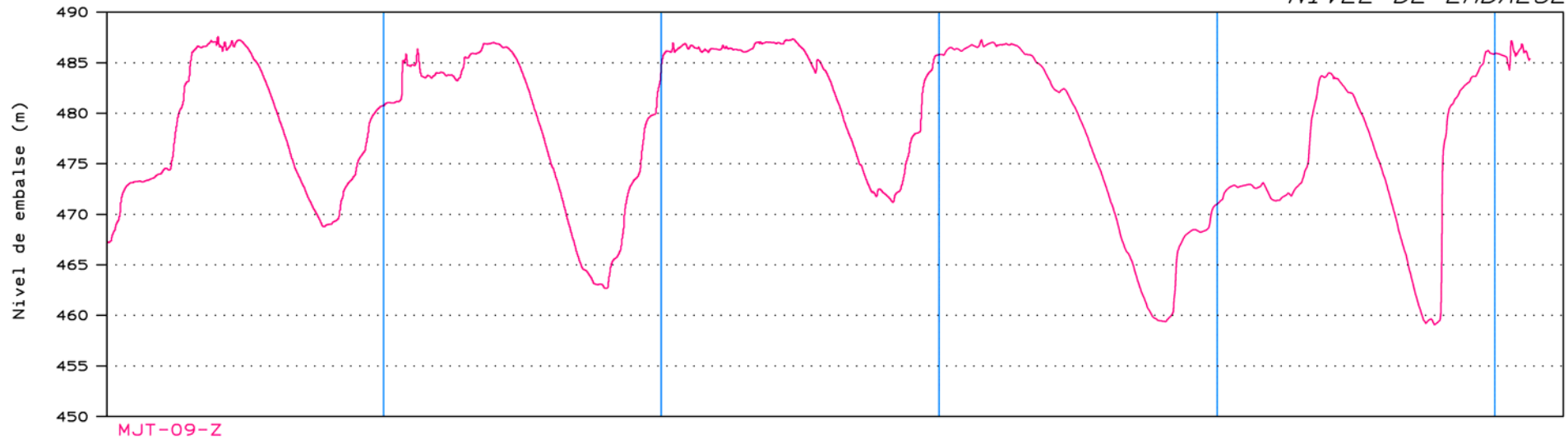
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

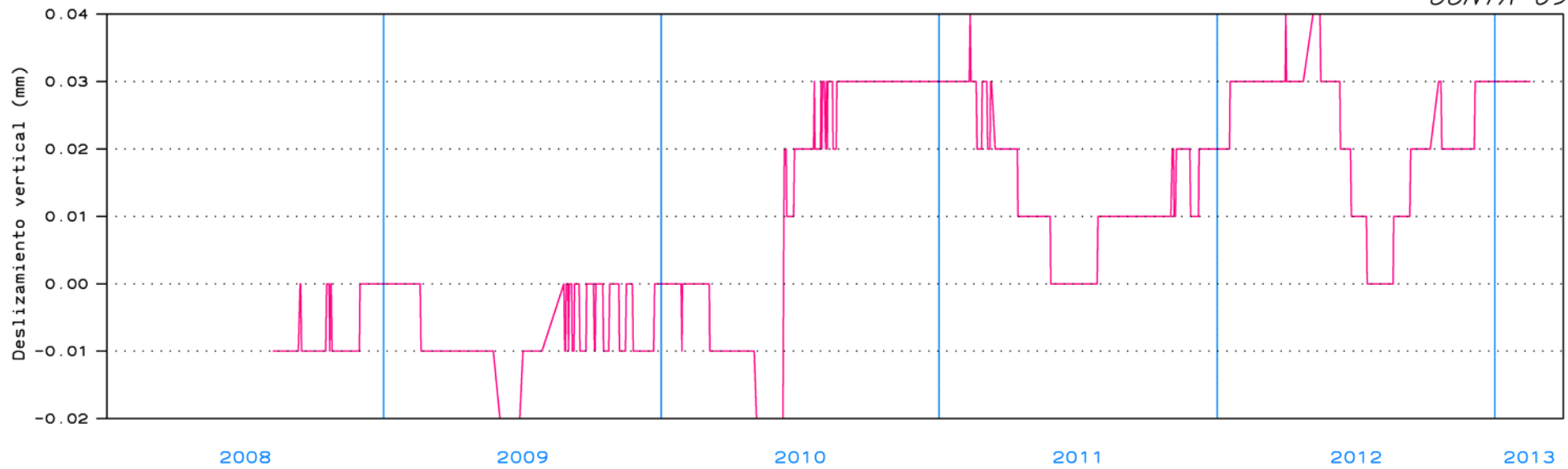
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 09*

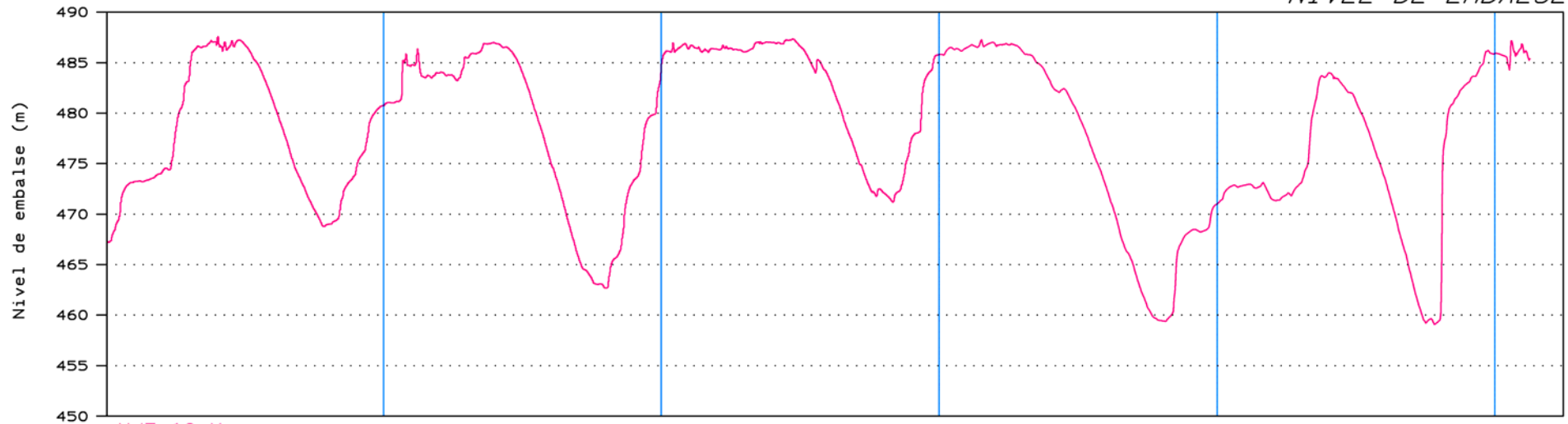


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

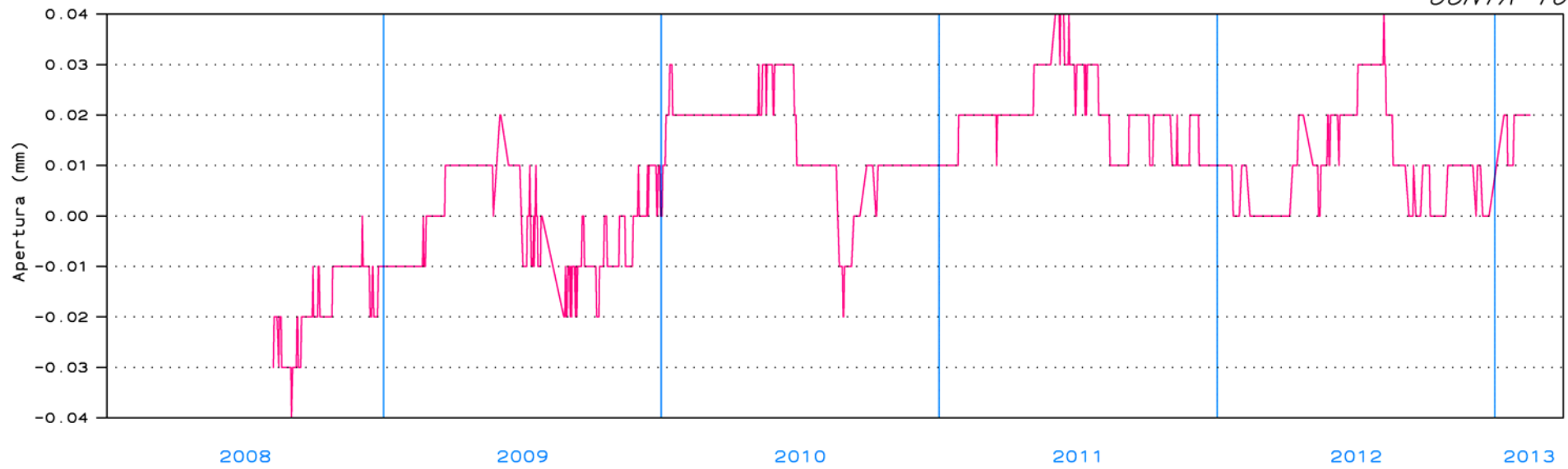
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-10-X

*JUNTA 10*



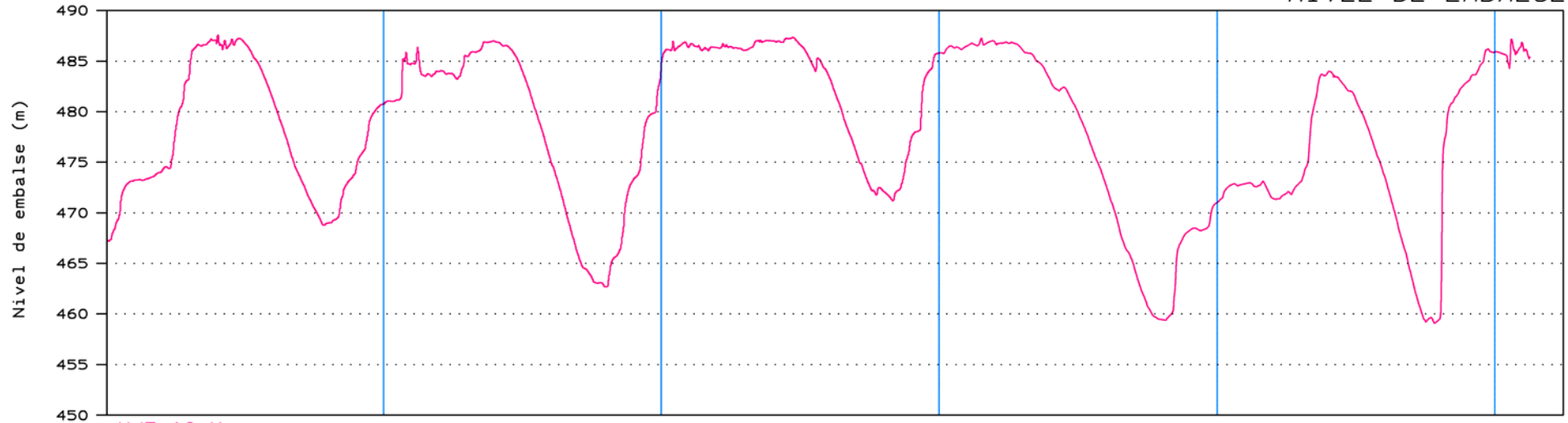
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

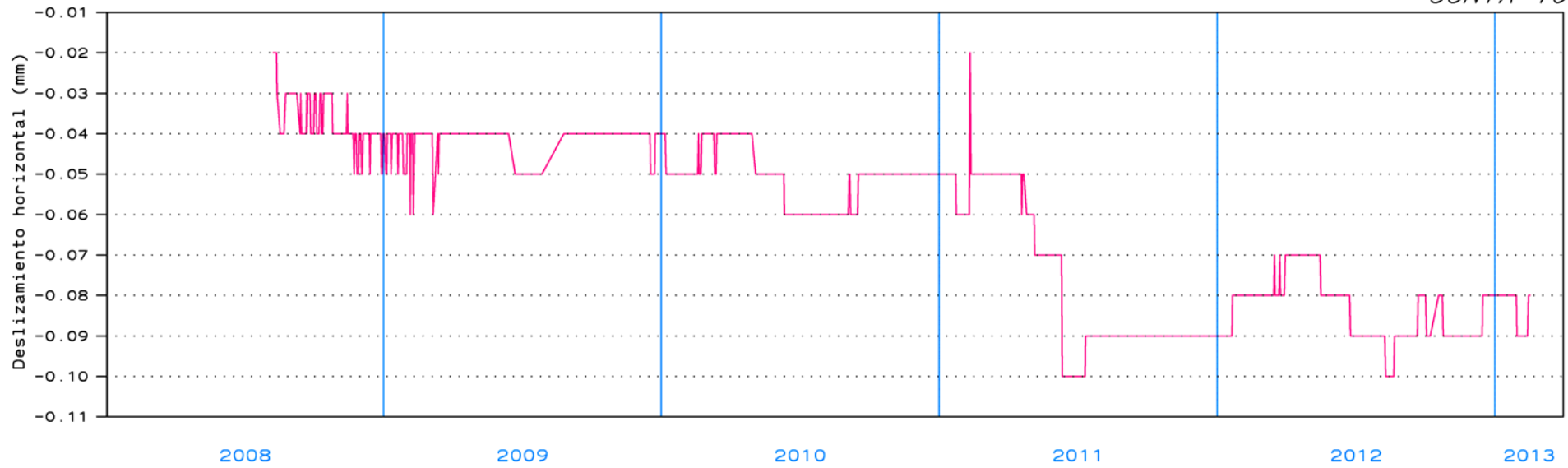
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-10-Y

*JUNTA 10*



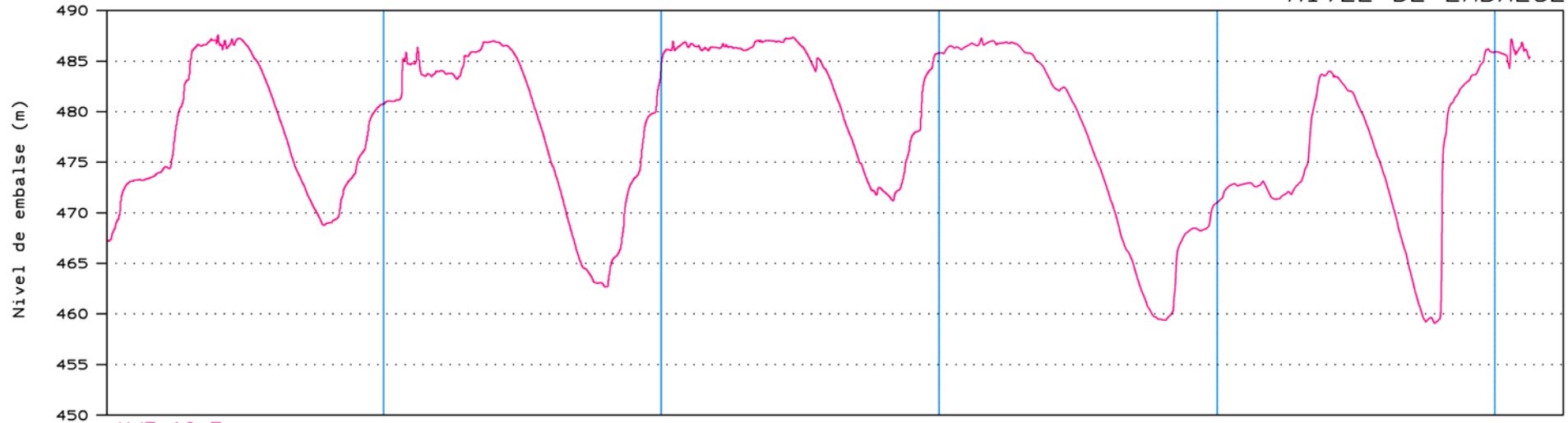
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

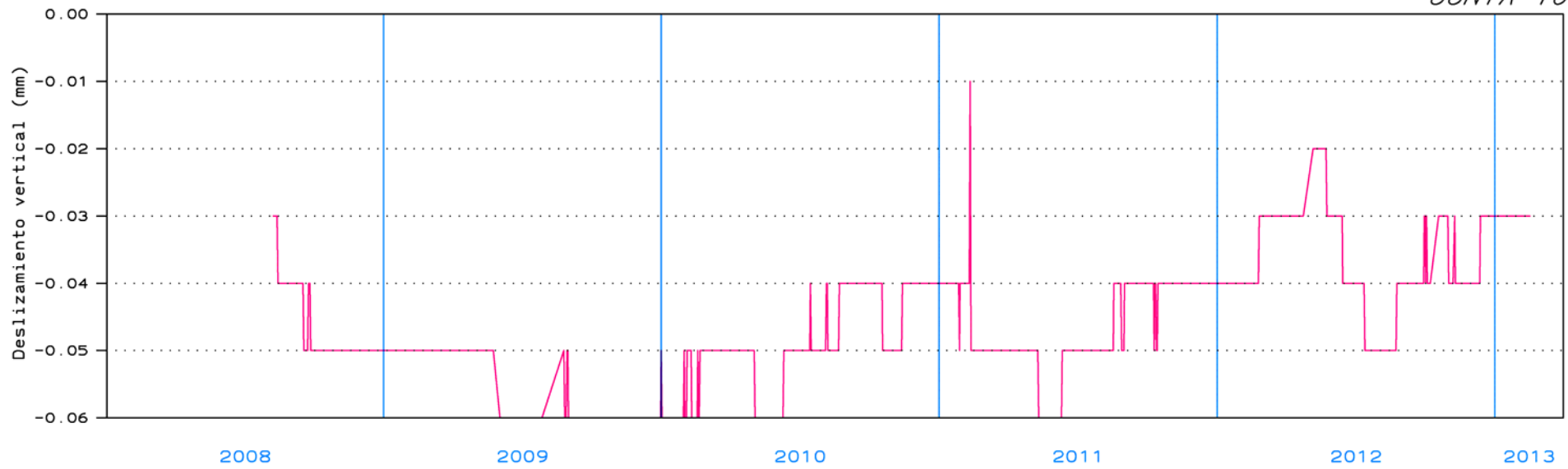
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-10-Z

*JUNTA 10*



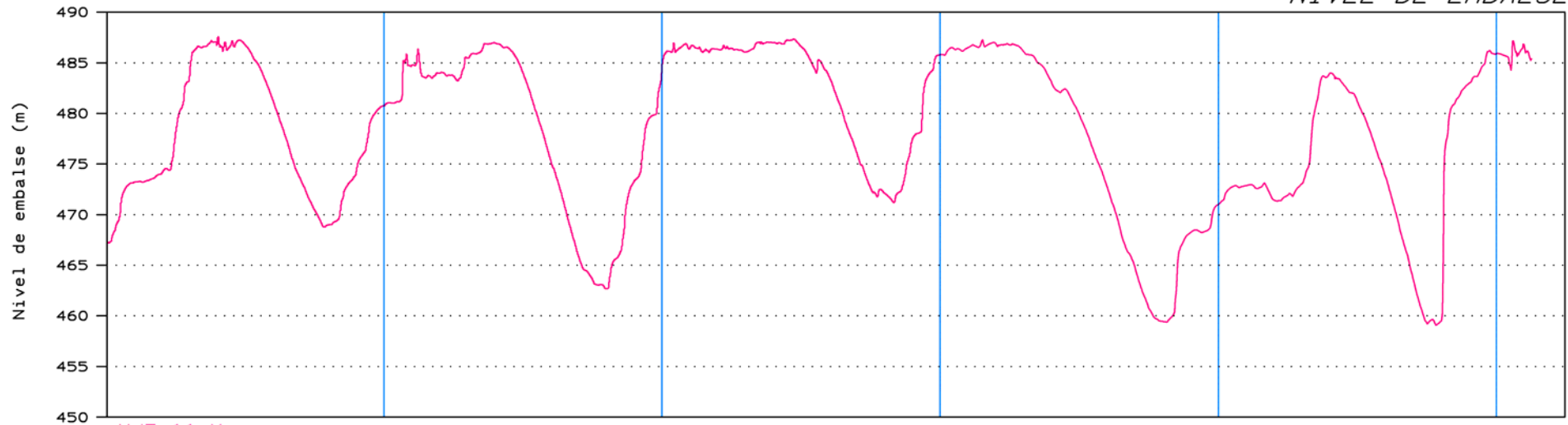
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

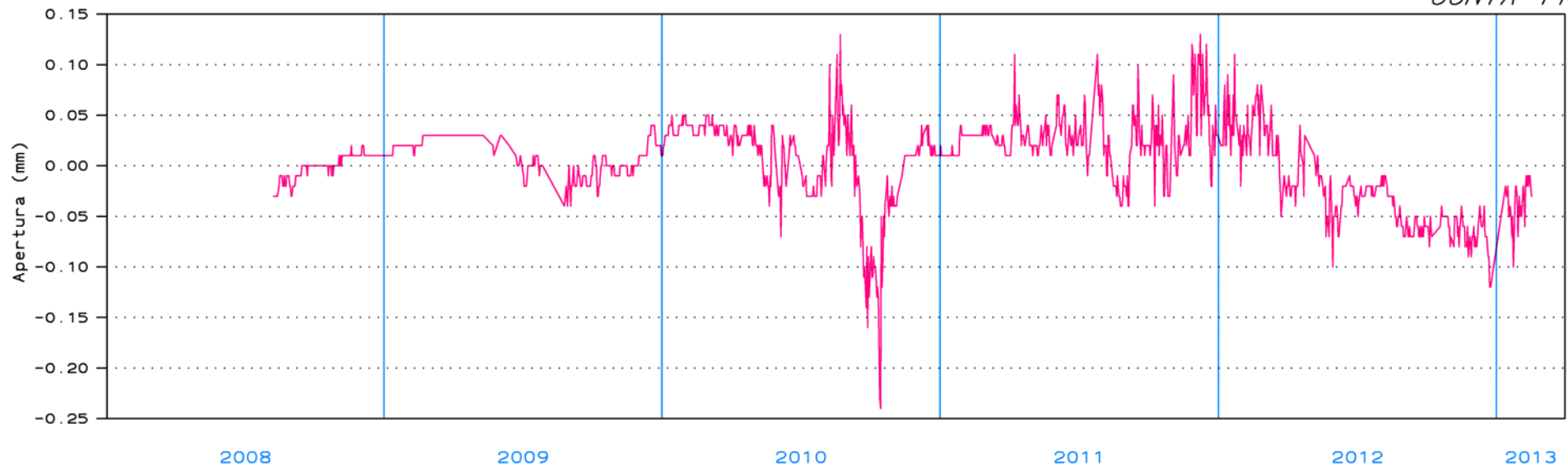
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 11*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

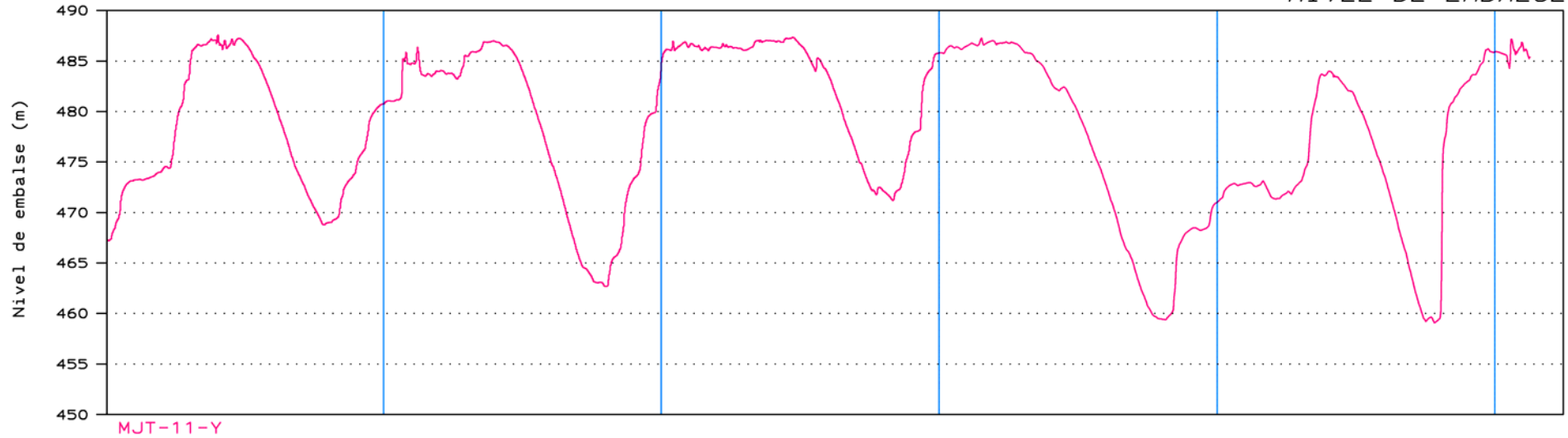


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

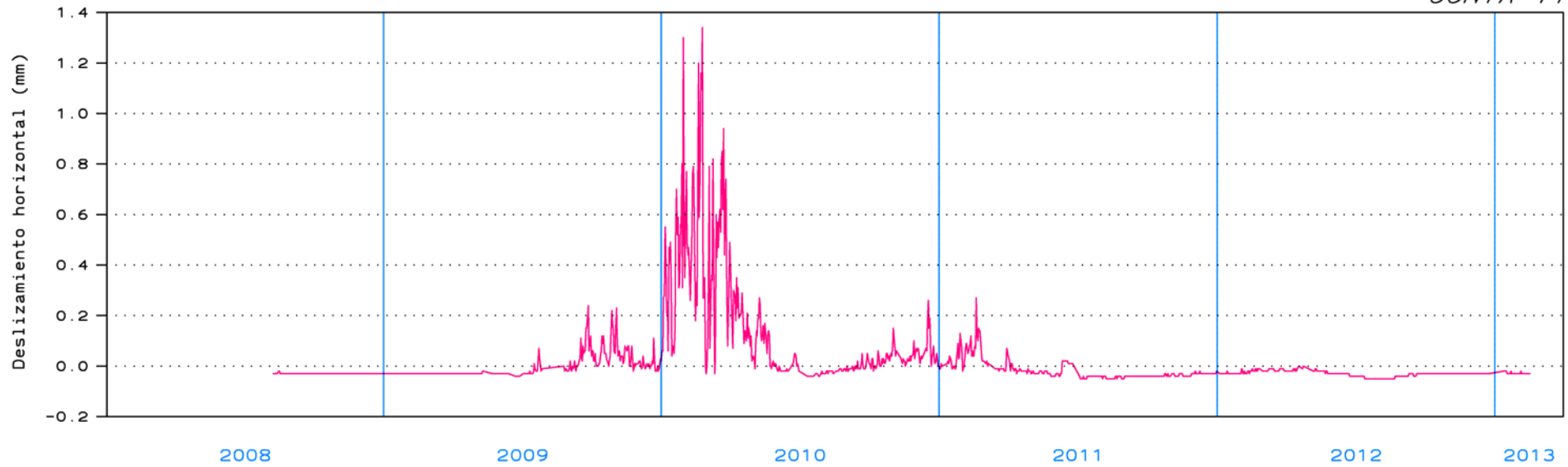
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 11*



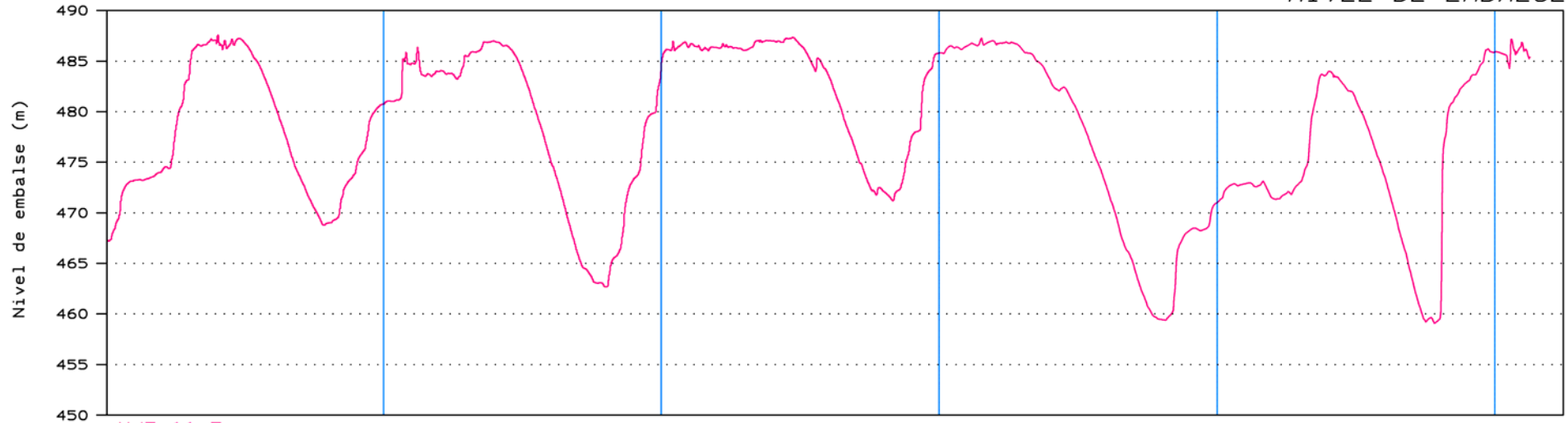
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

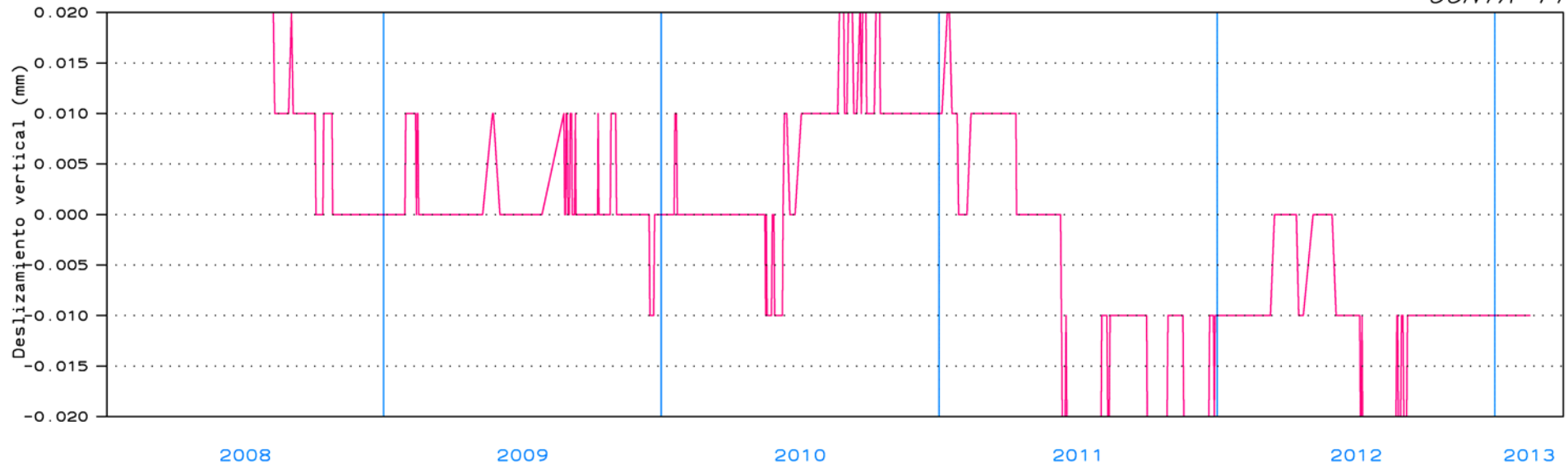
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-11-Z

*JUNTA 11*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

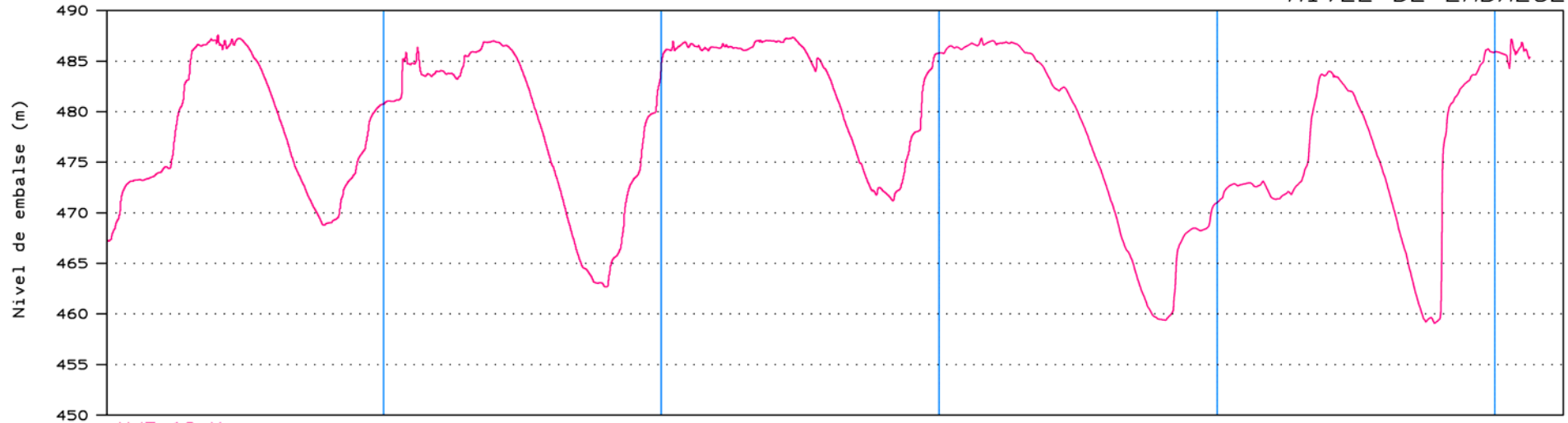
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

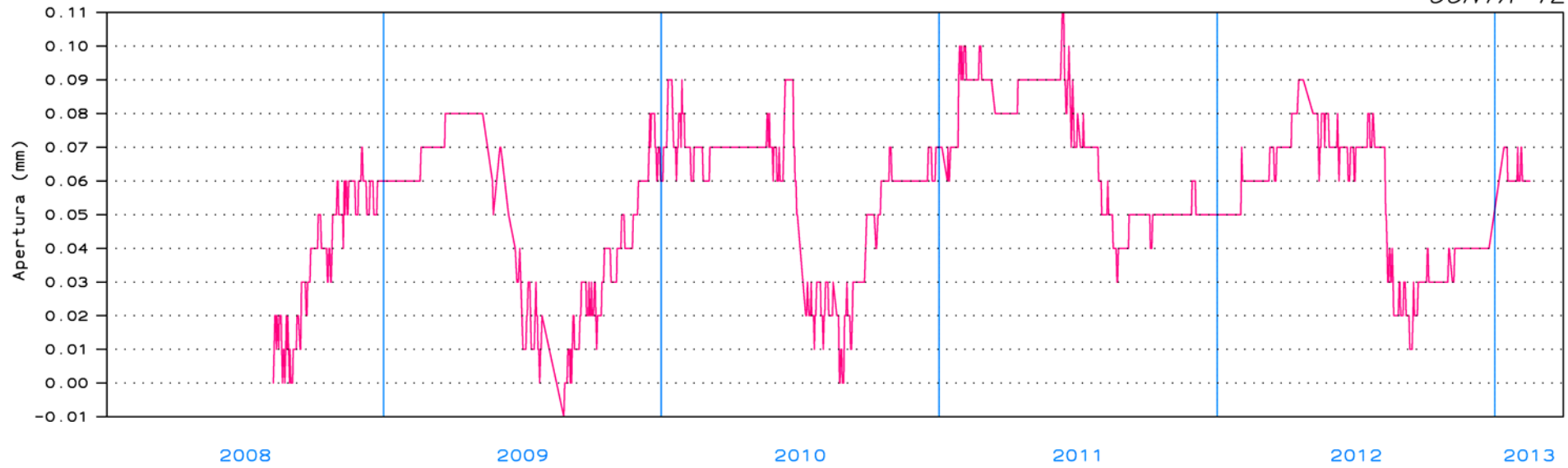
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 12*



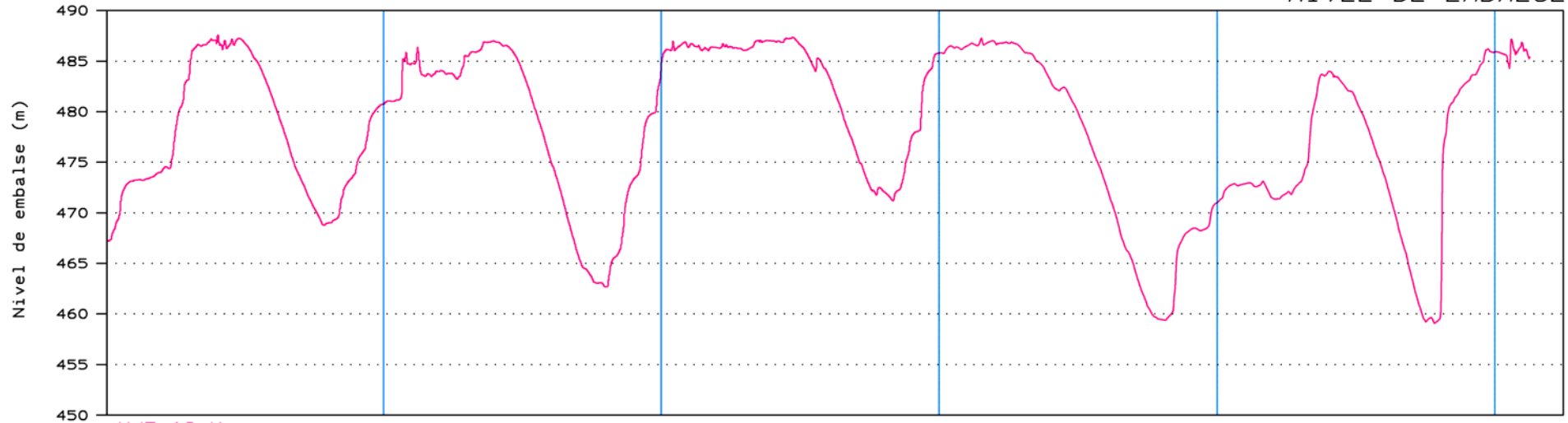
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

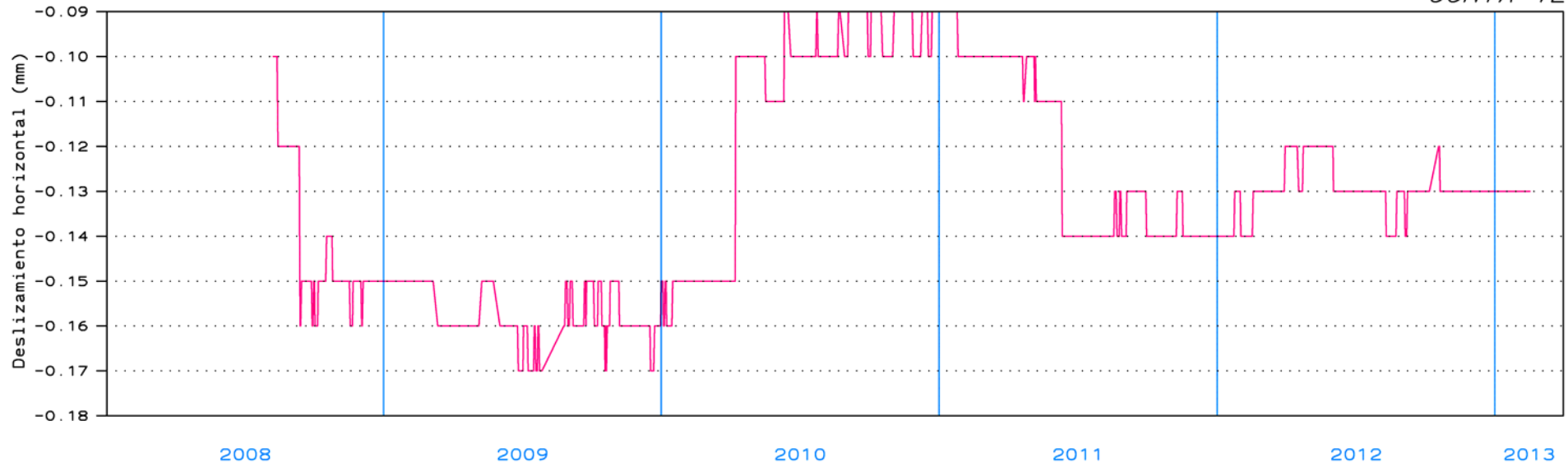
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-12-Y

*JUNTA 12*



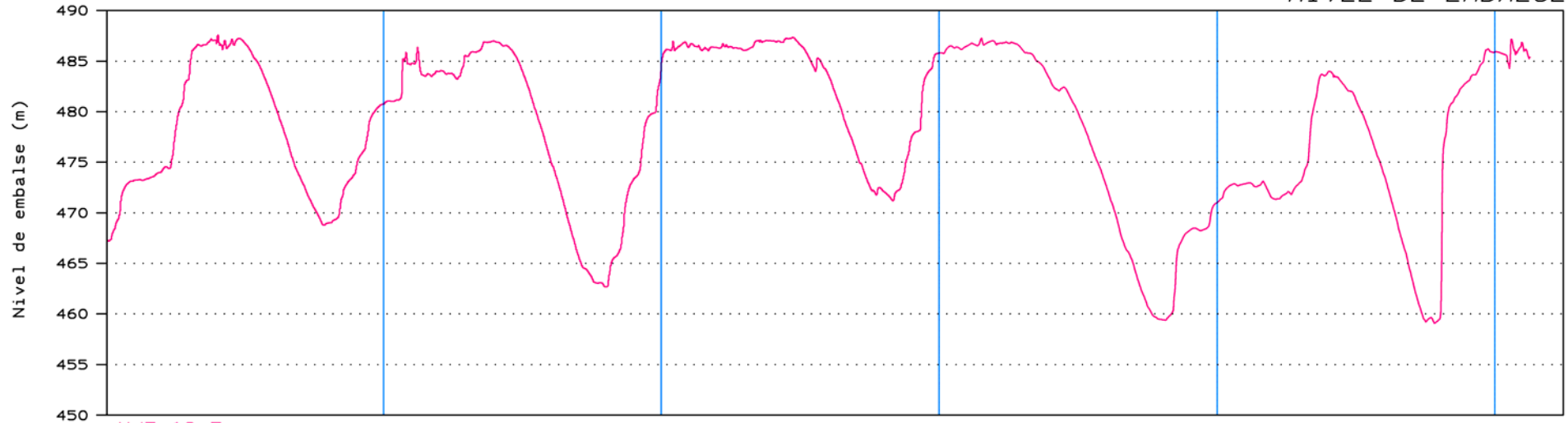
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

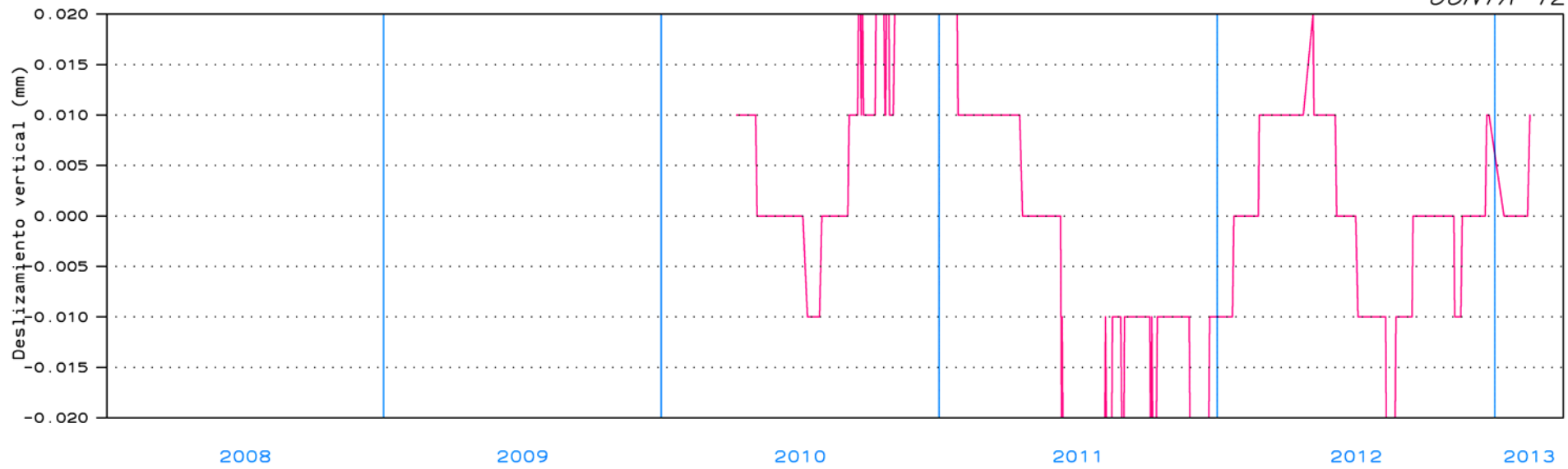
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-12-Z

*JUNTA 12*



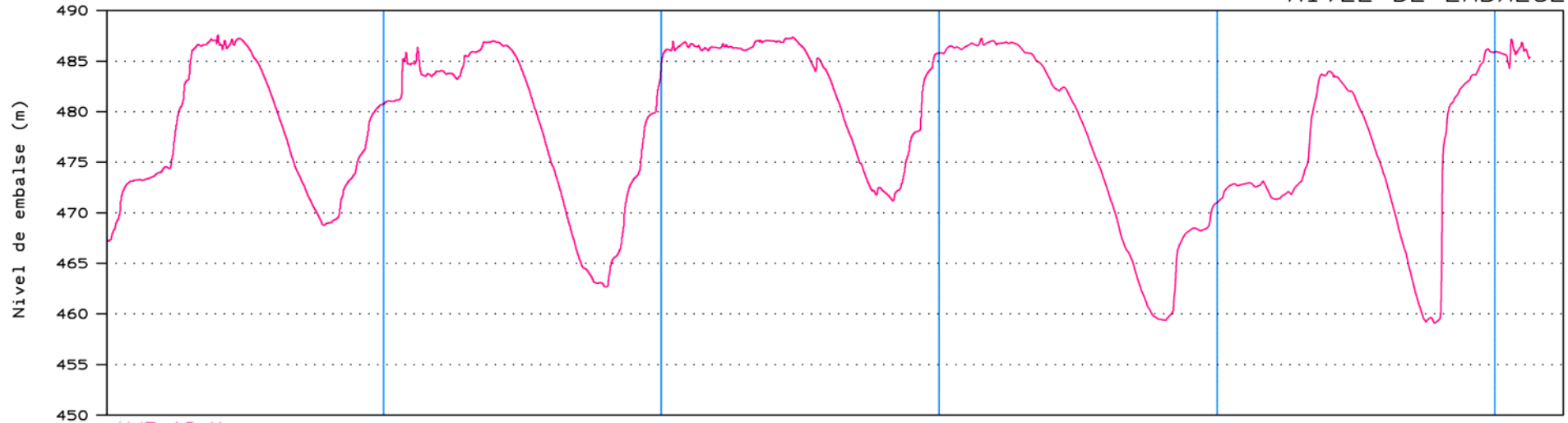
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

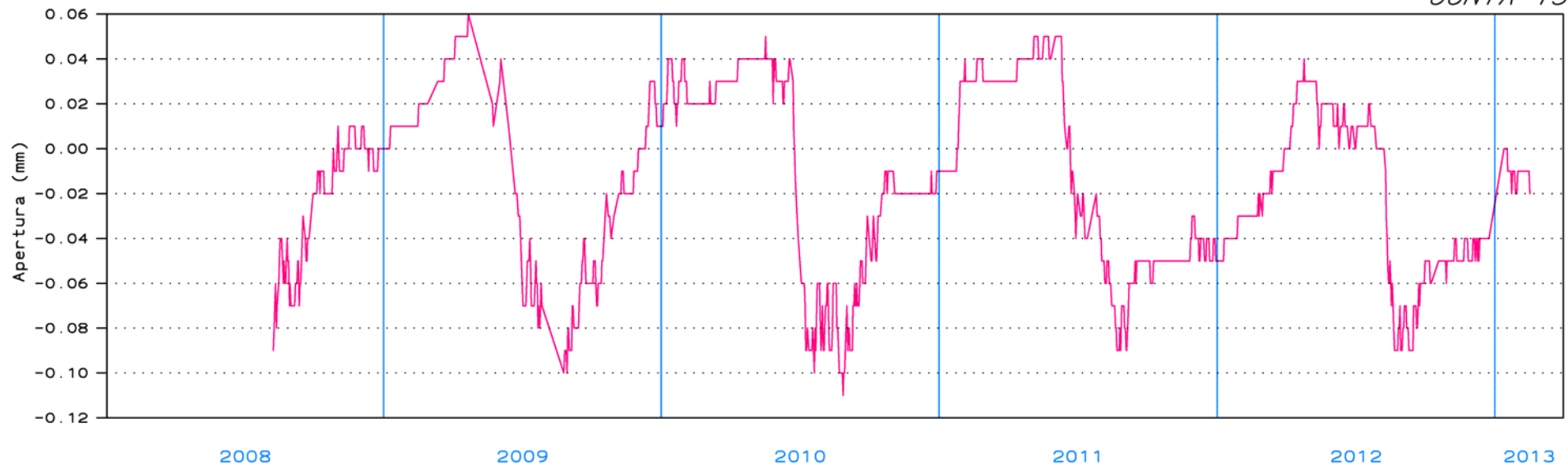
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-13-X

*JUNTA 13*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

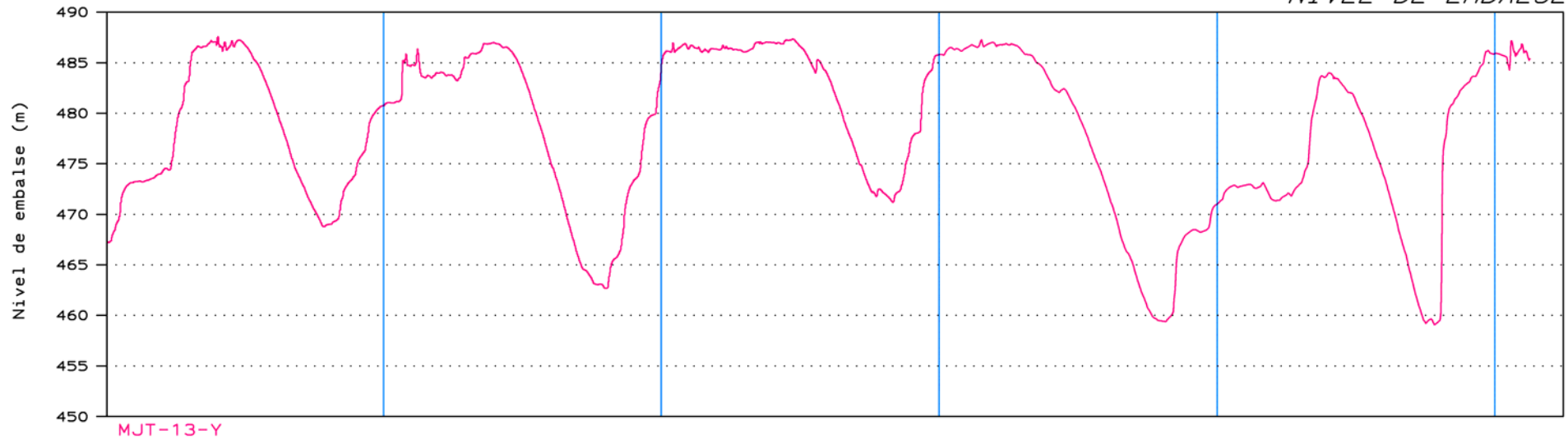
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

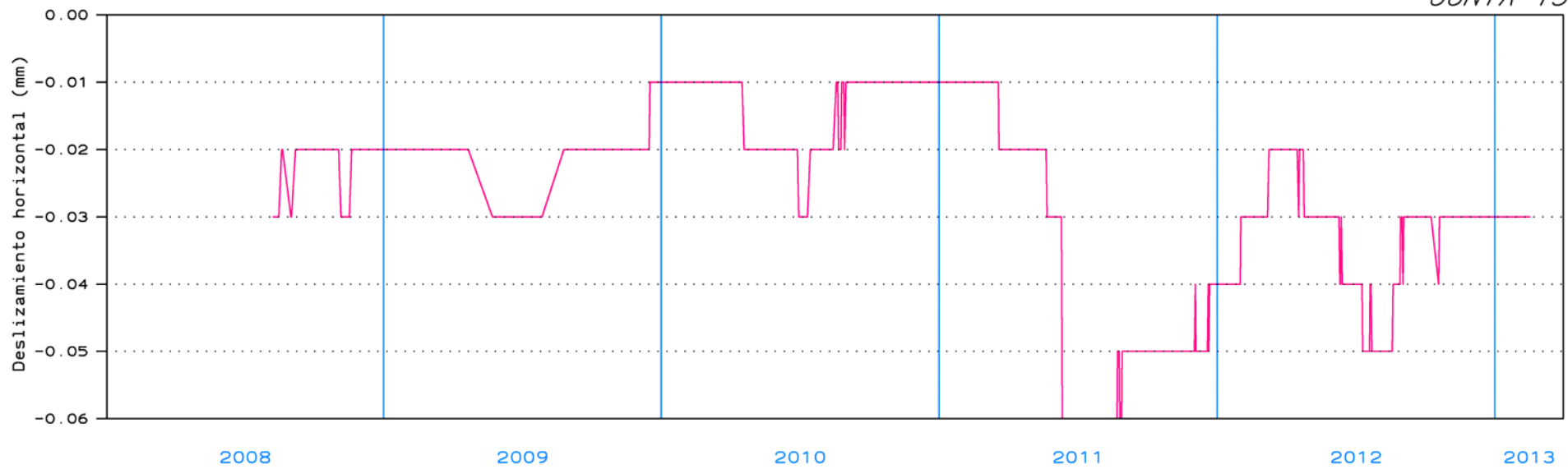
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 13*



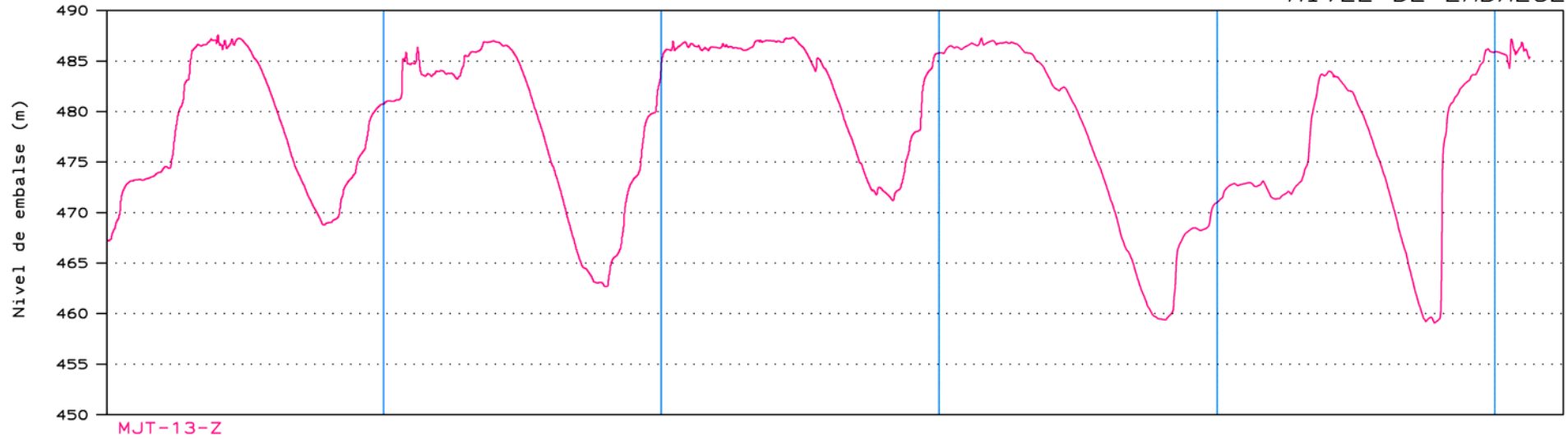
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

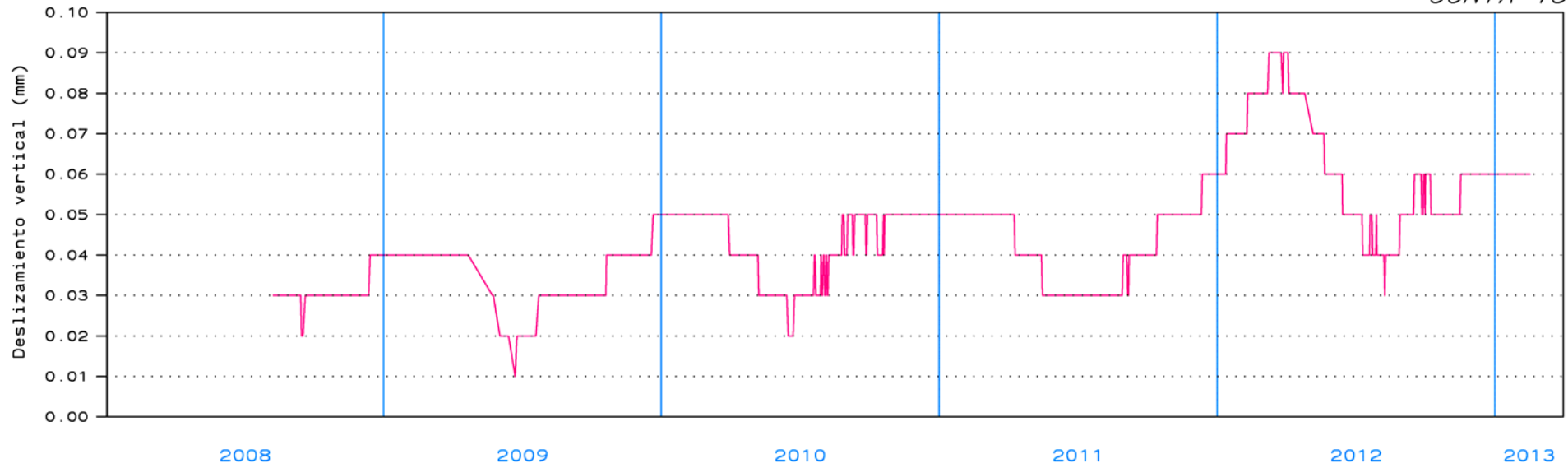
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 13*



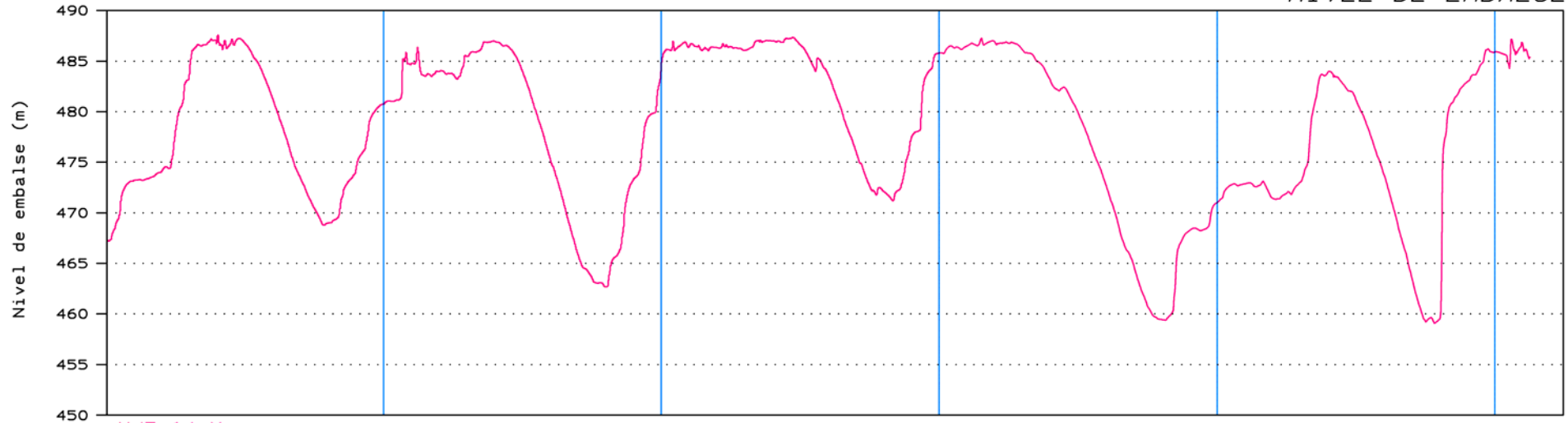


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

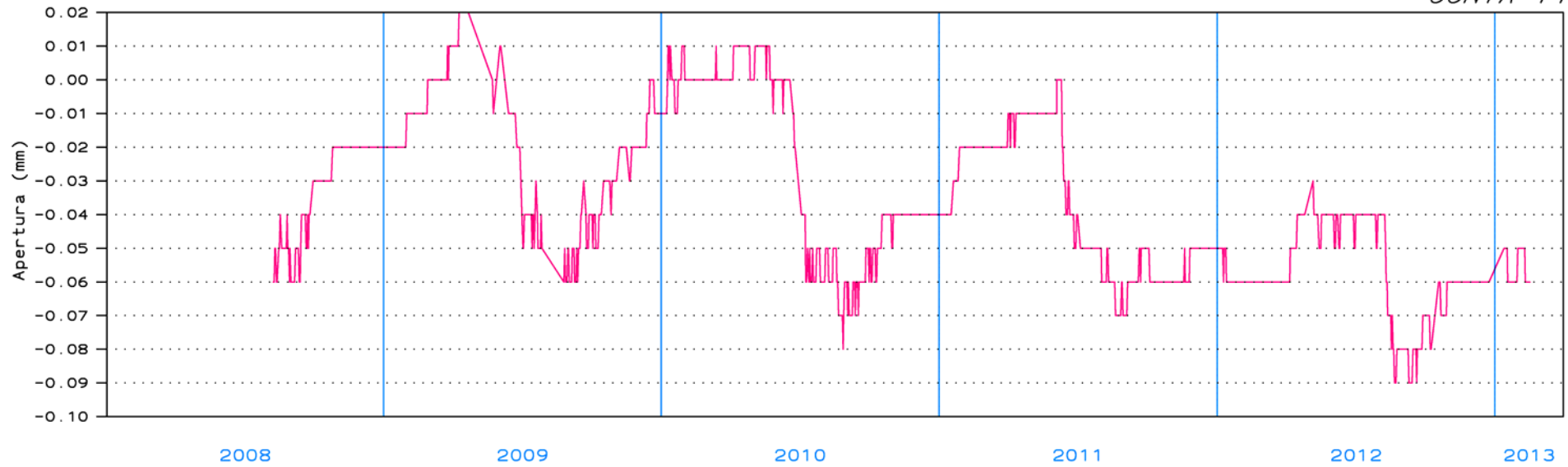
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 14*



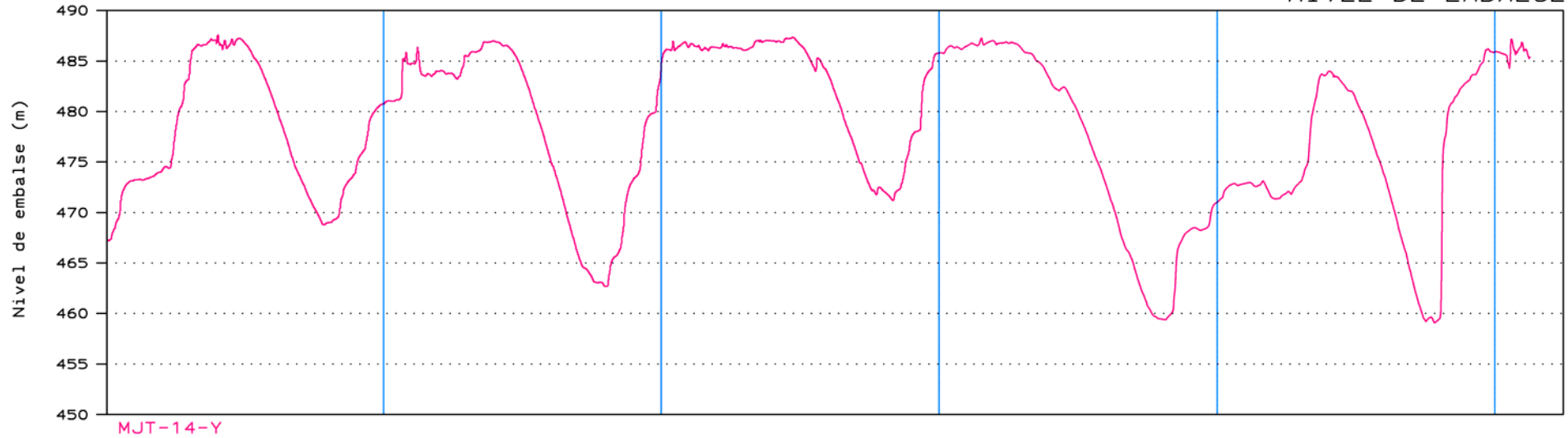
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

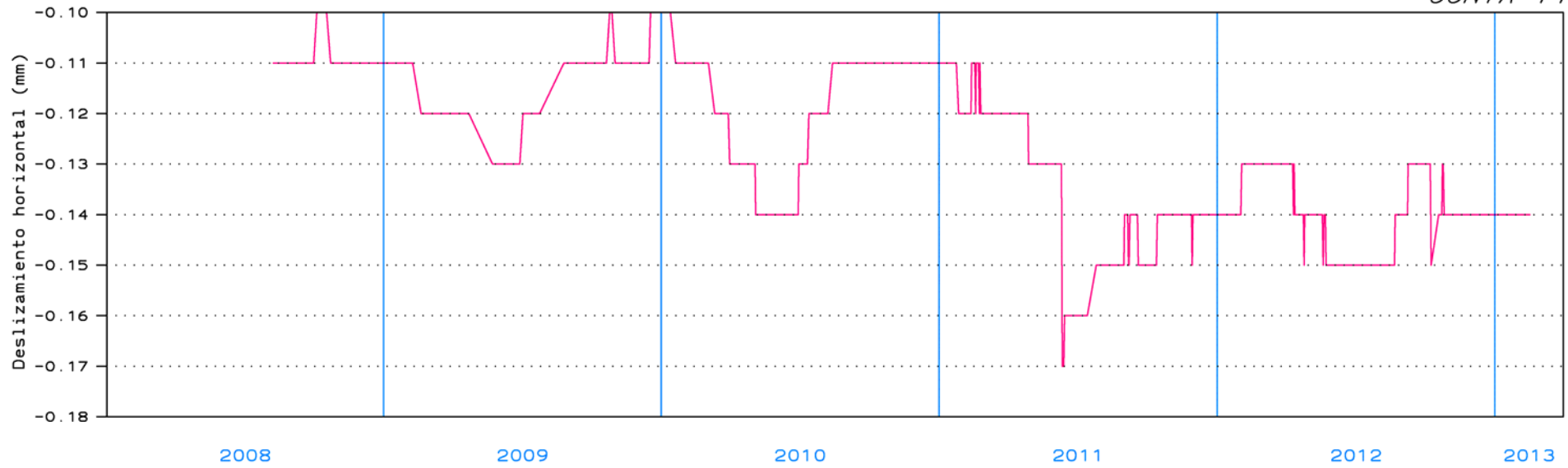
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 14*



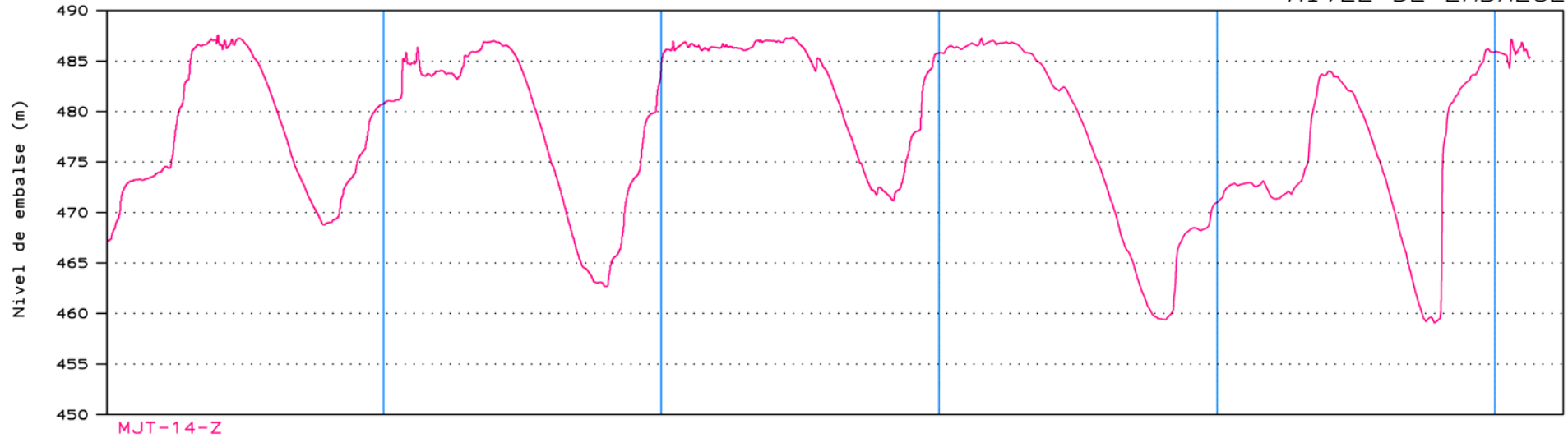
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

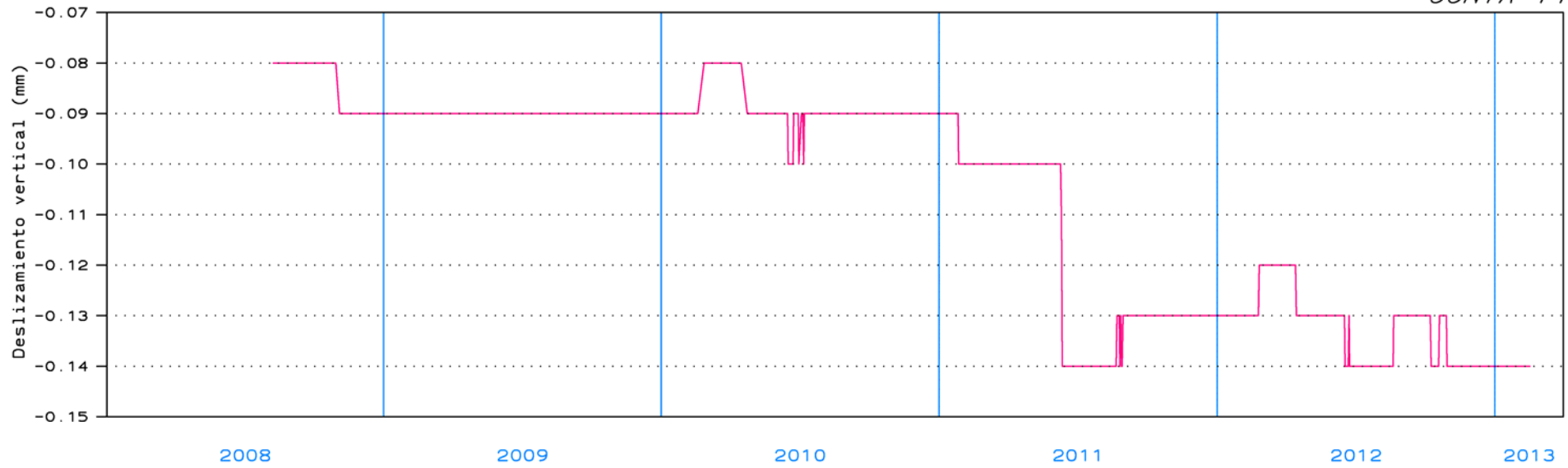
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 14*



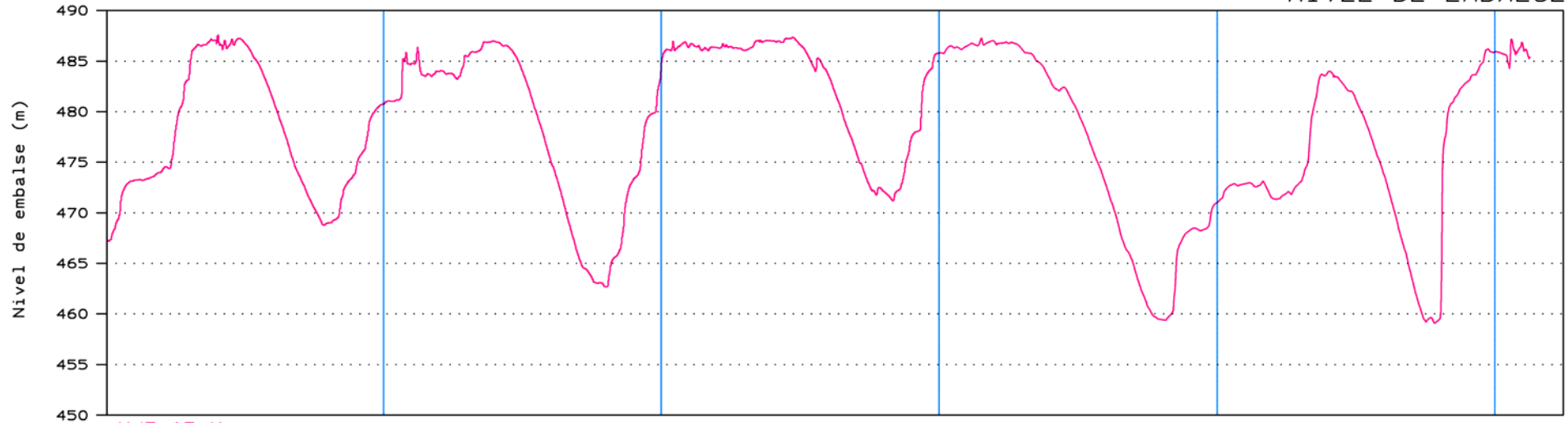
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

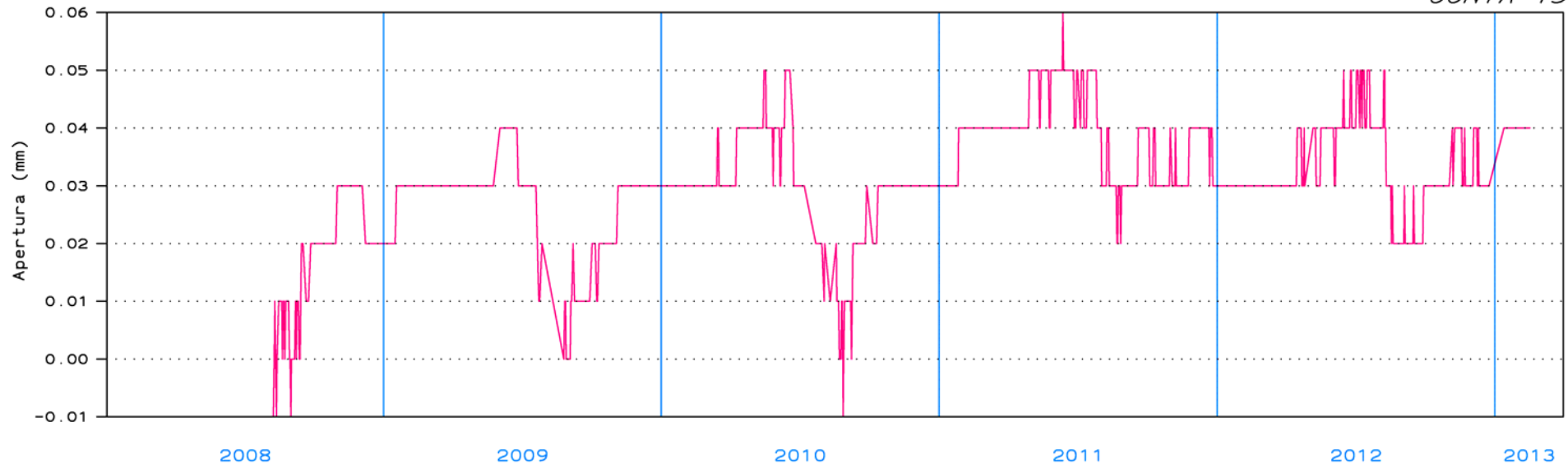
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-15-X

*JUNTA 15*



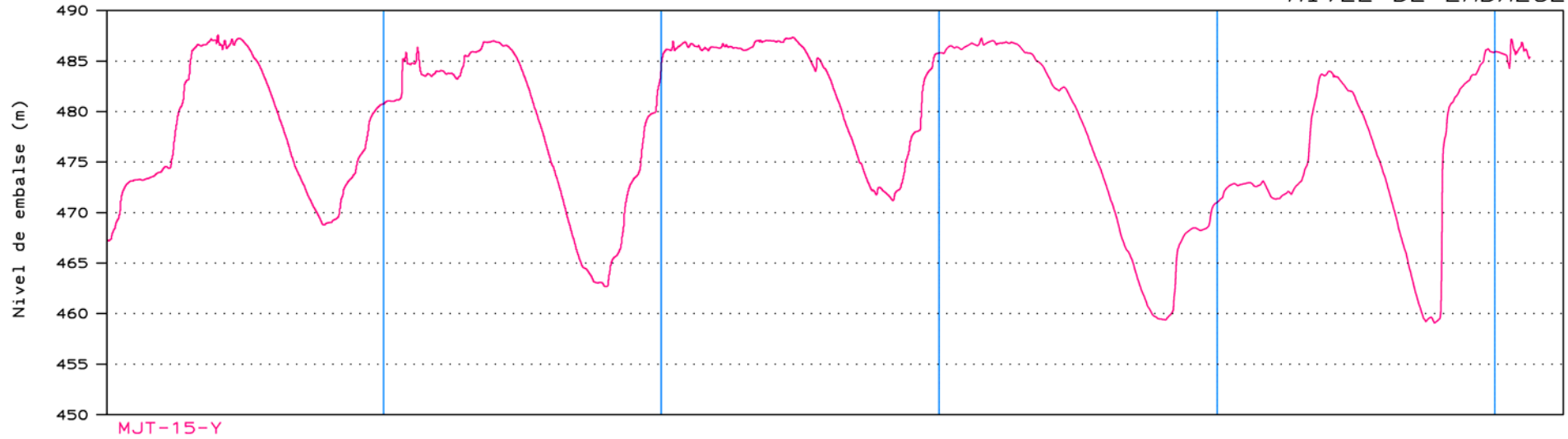
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

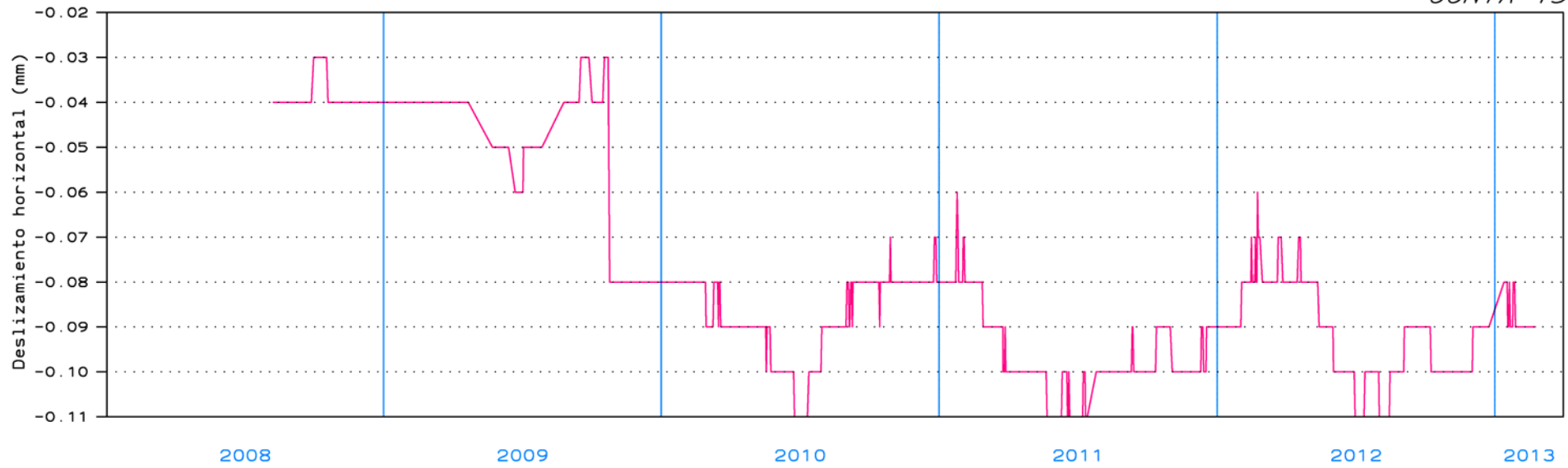
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 15*



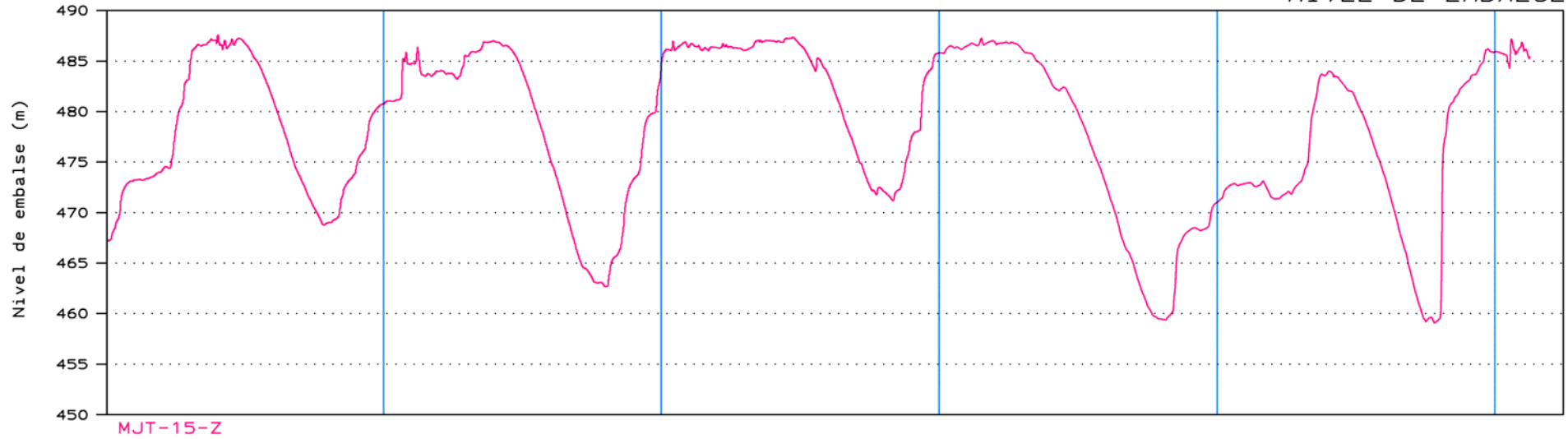
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

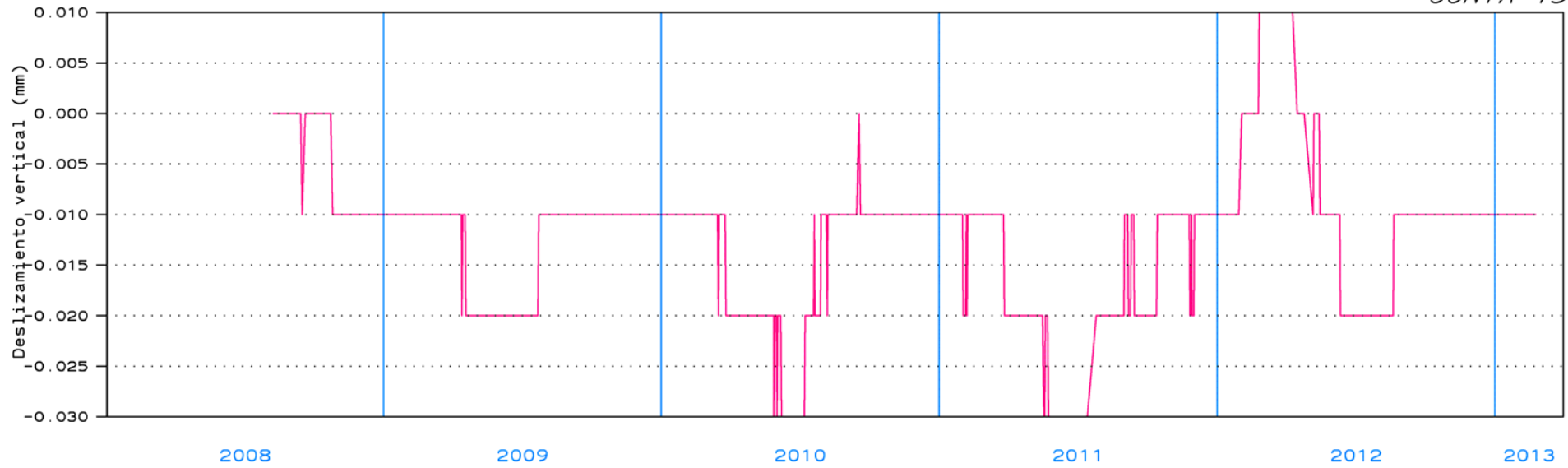
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 15*



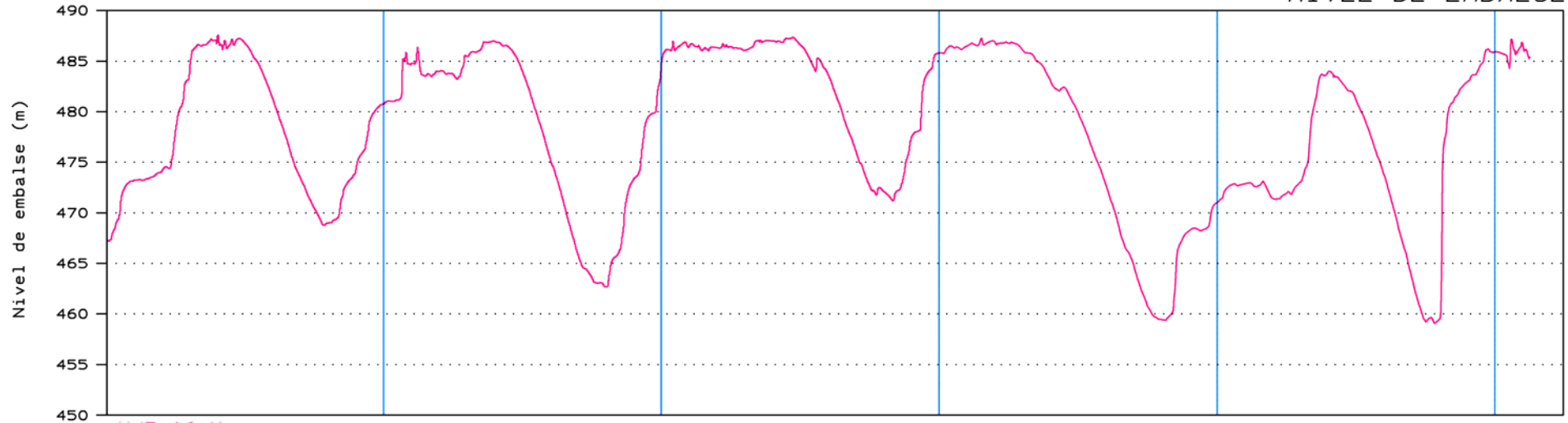
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

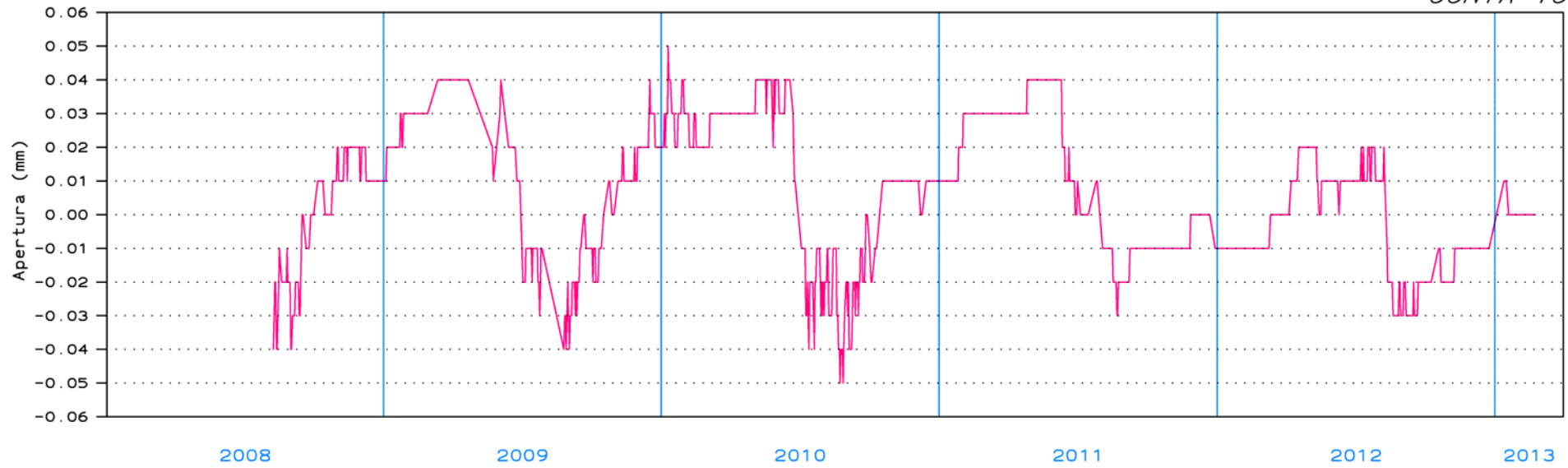
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 16*



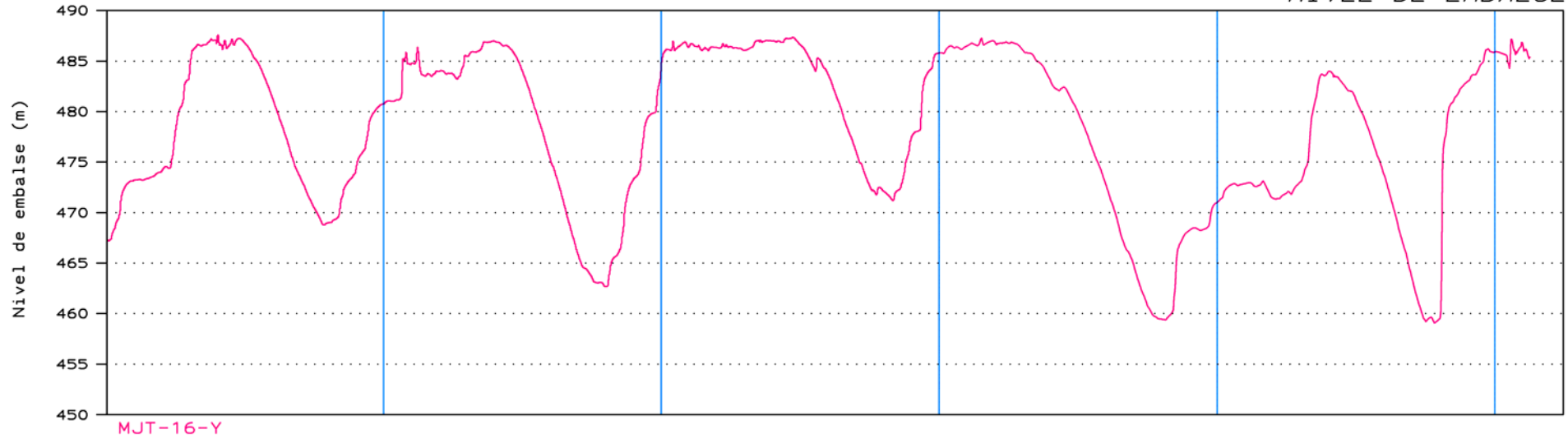
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

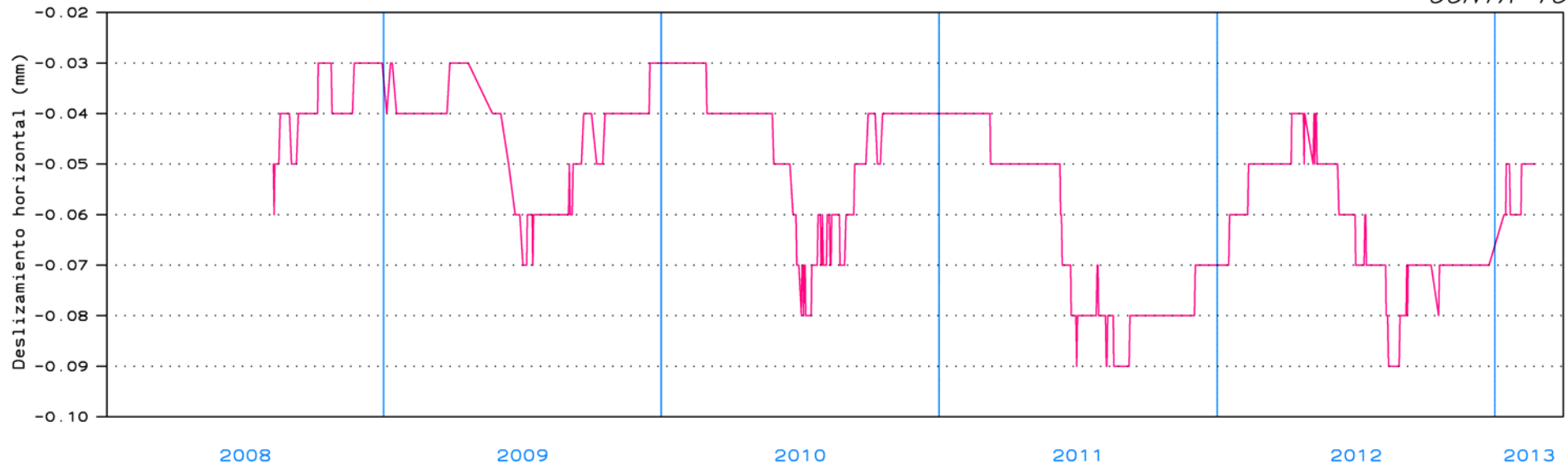
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 16*



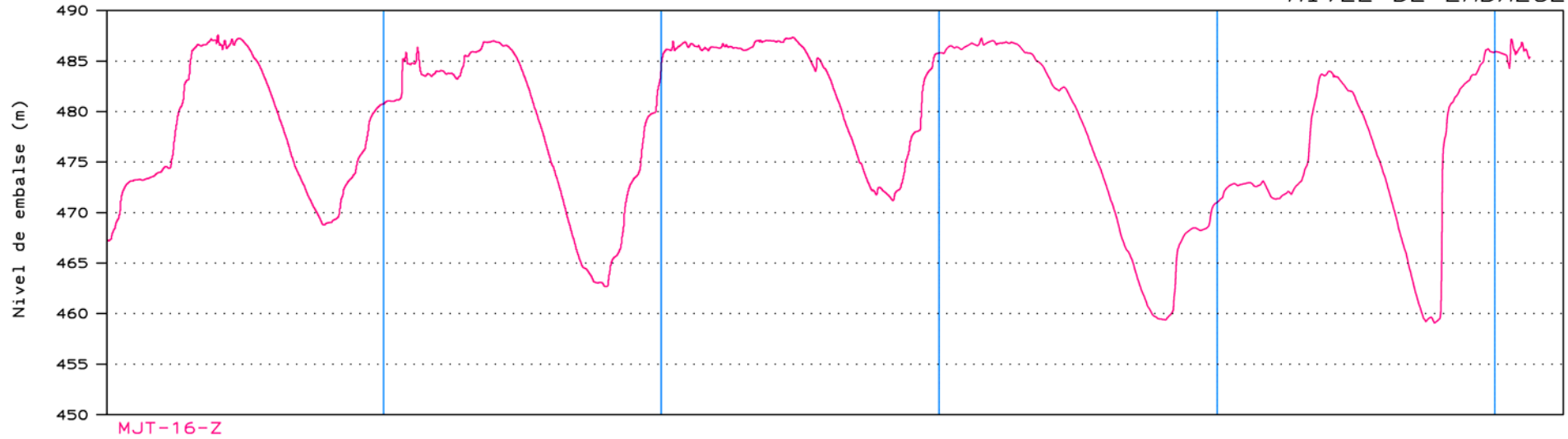


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

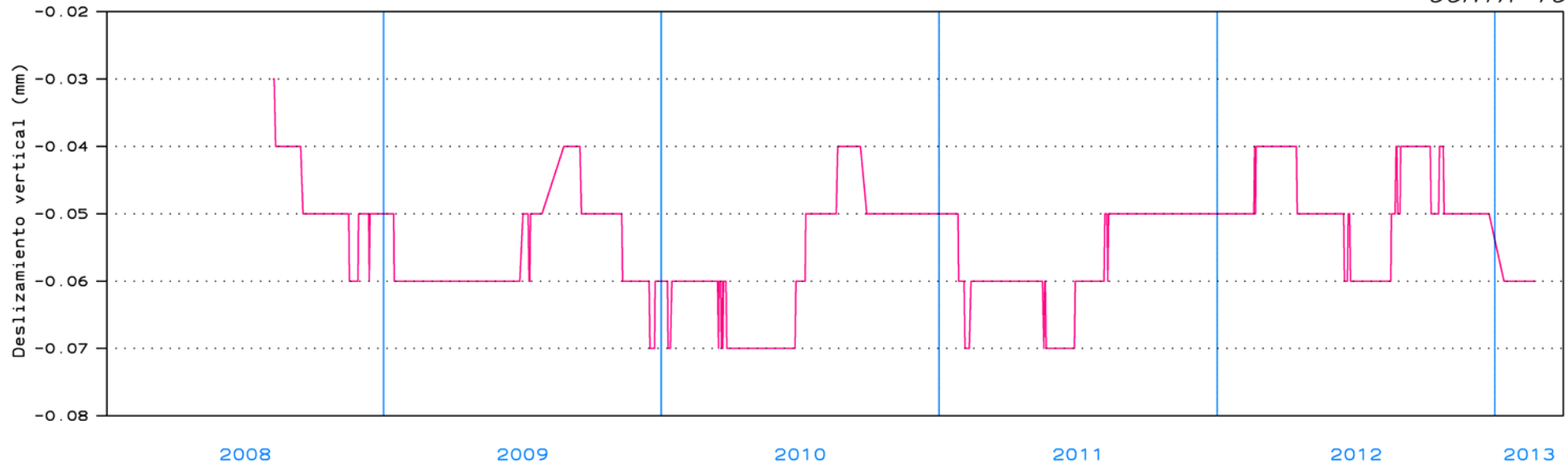
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 16*



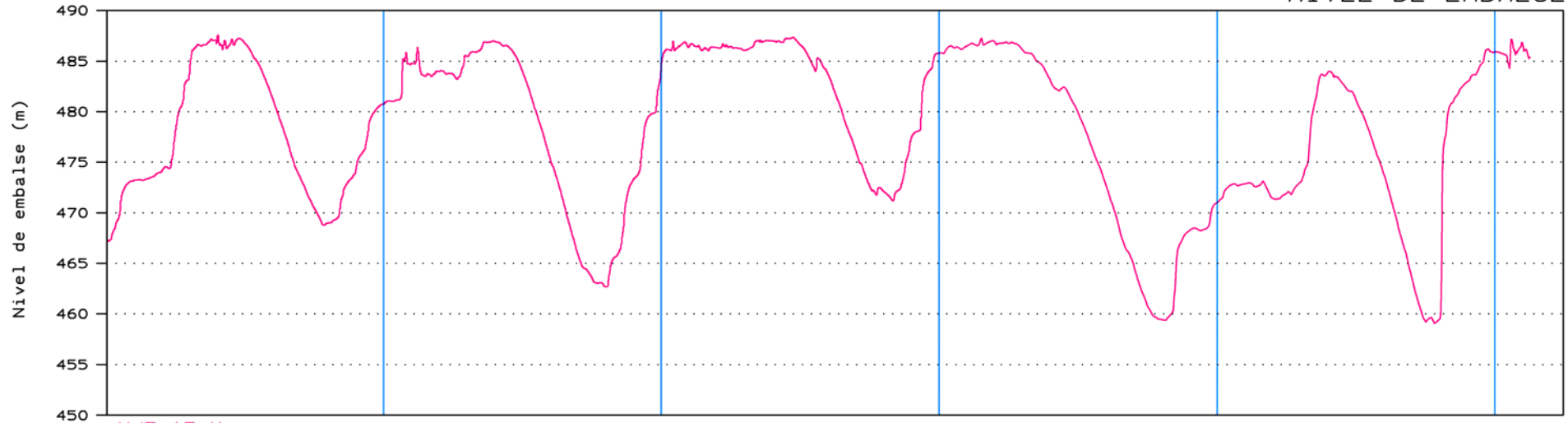
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

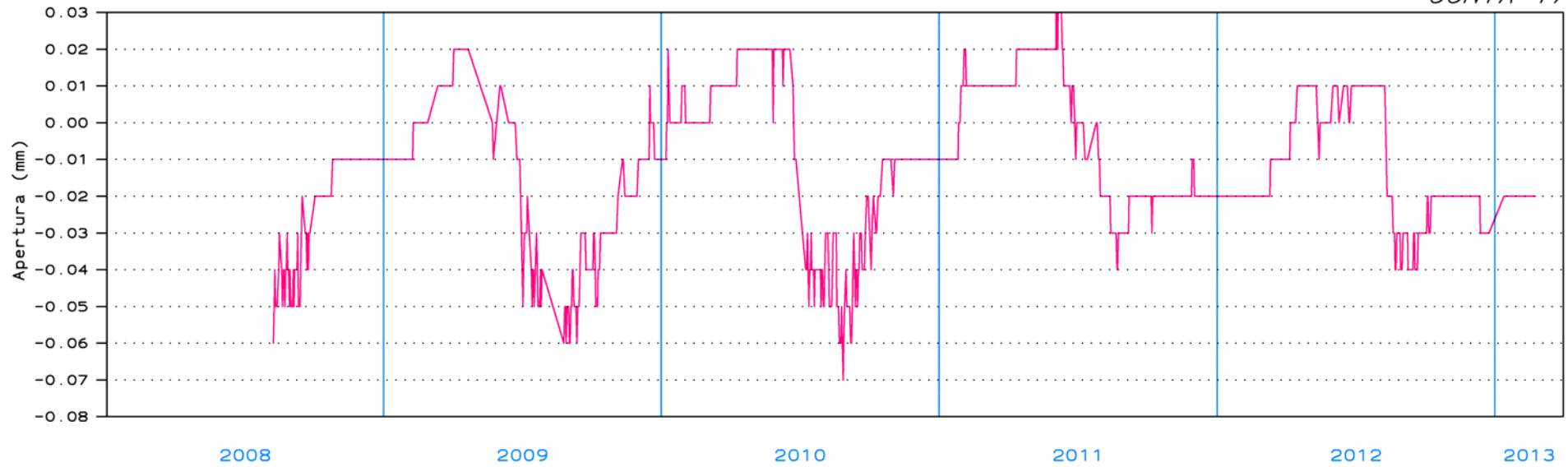
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-17-X

*JUNTA 17*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

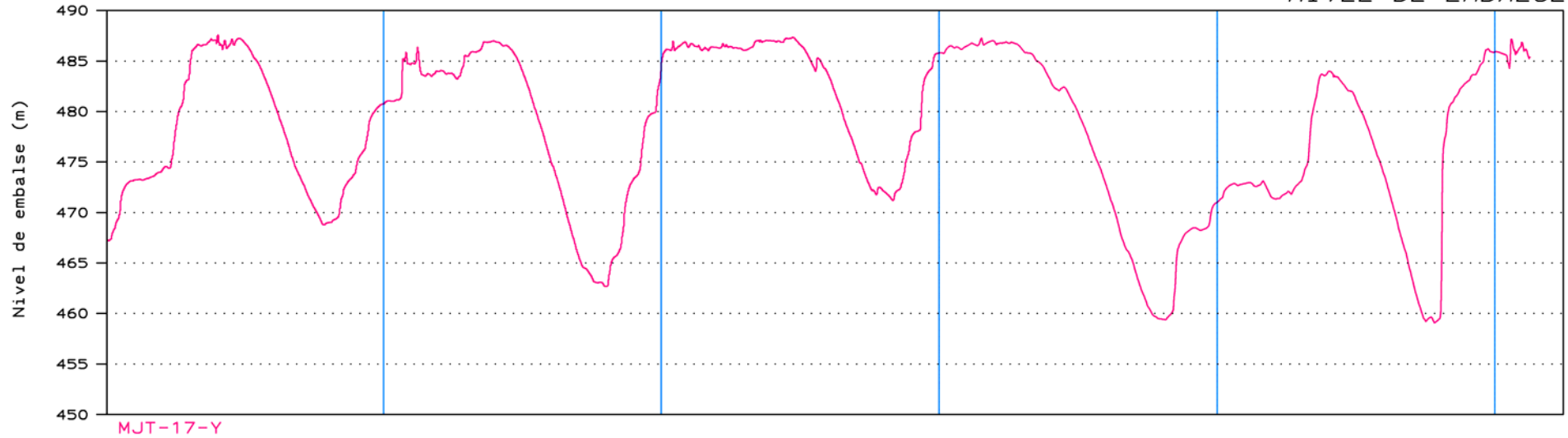
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

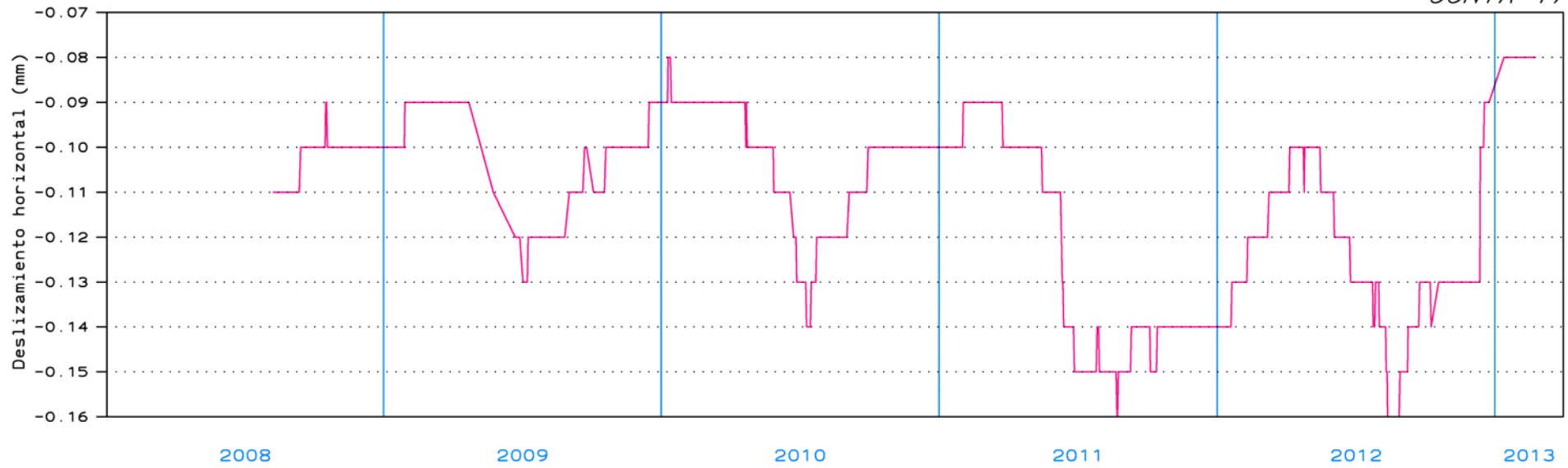
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 17*



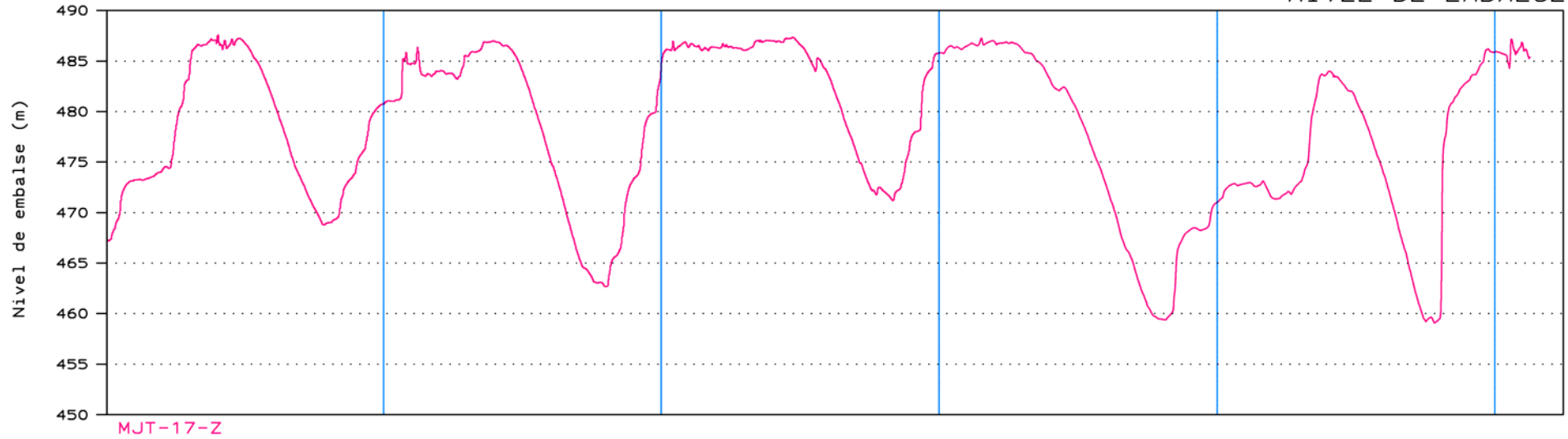
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

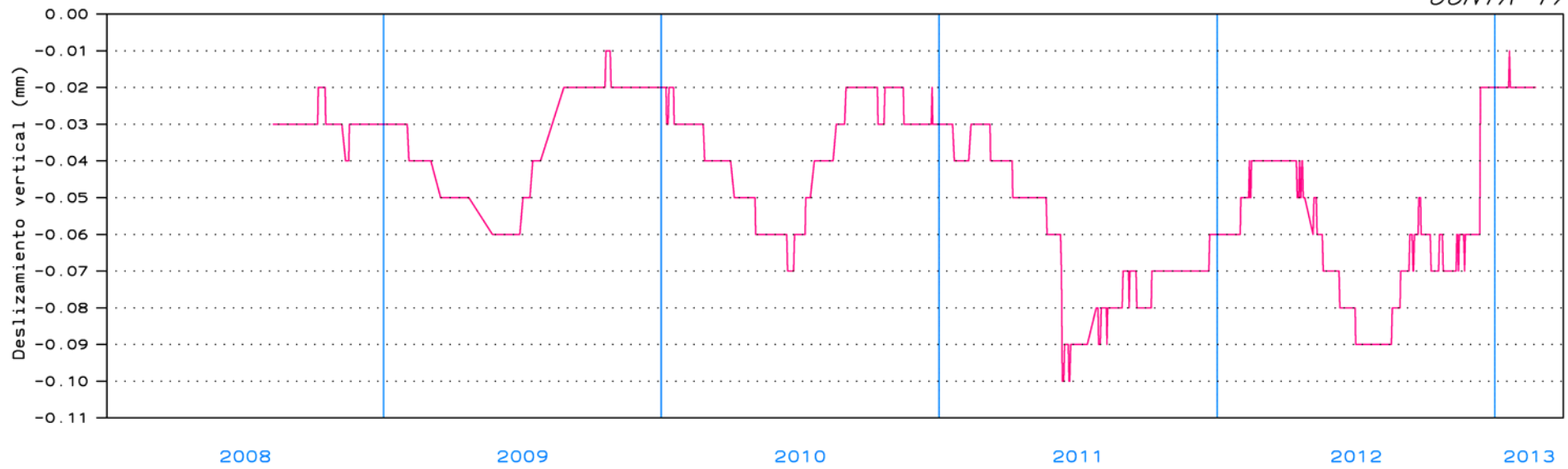
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 17*



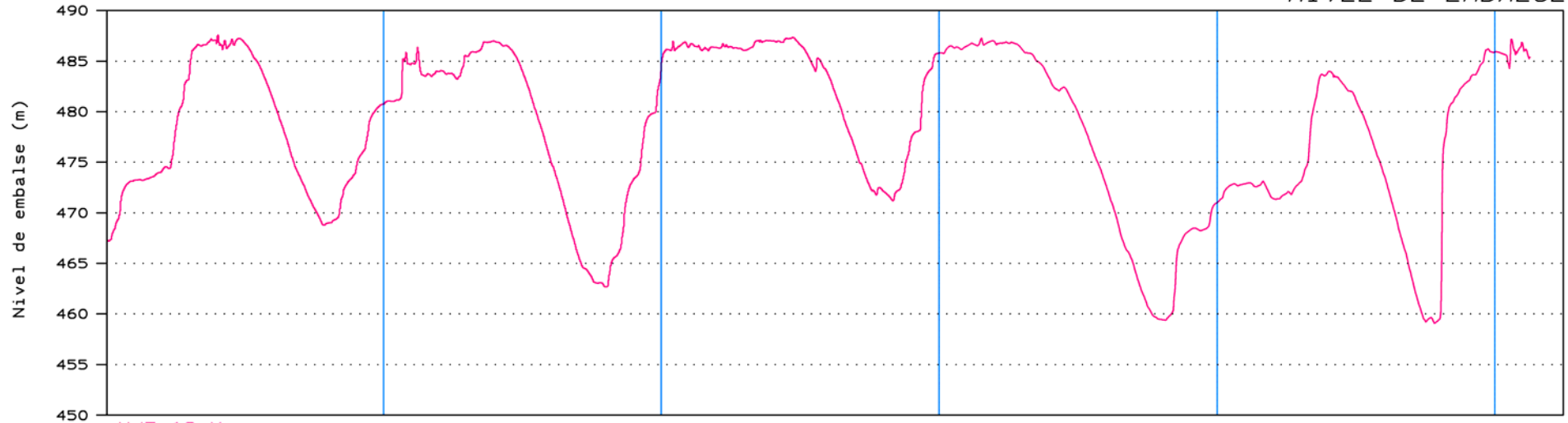
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

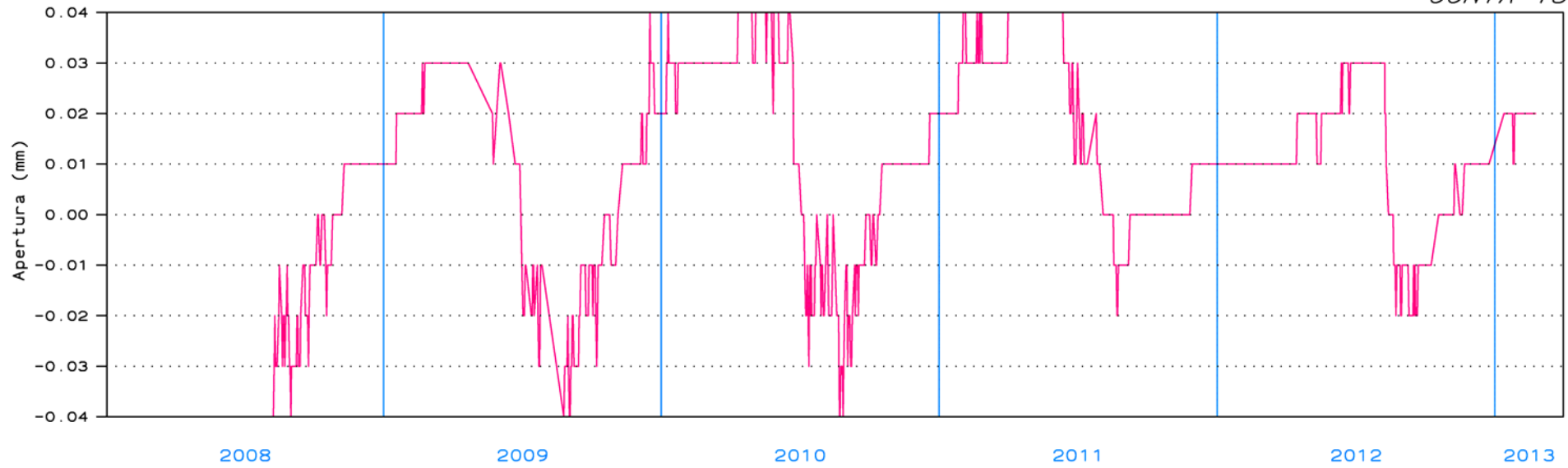
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-18-X

*JUNTA 18*



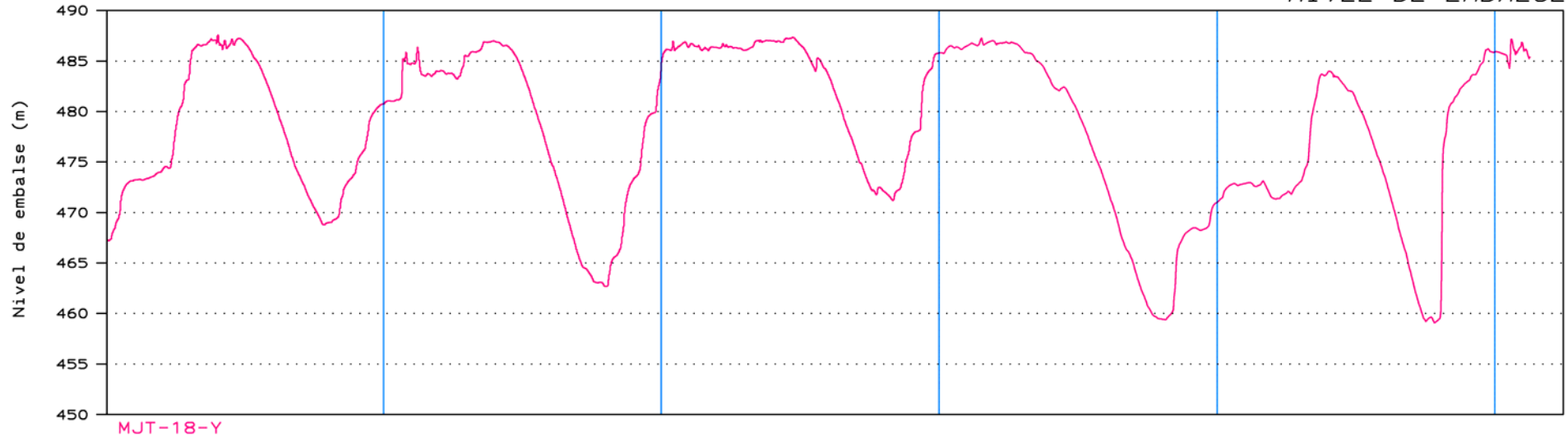
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

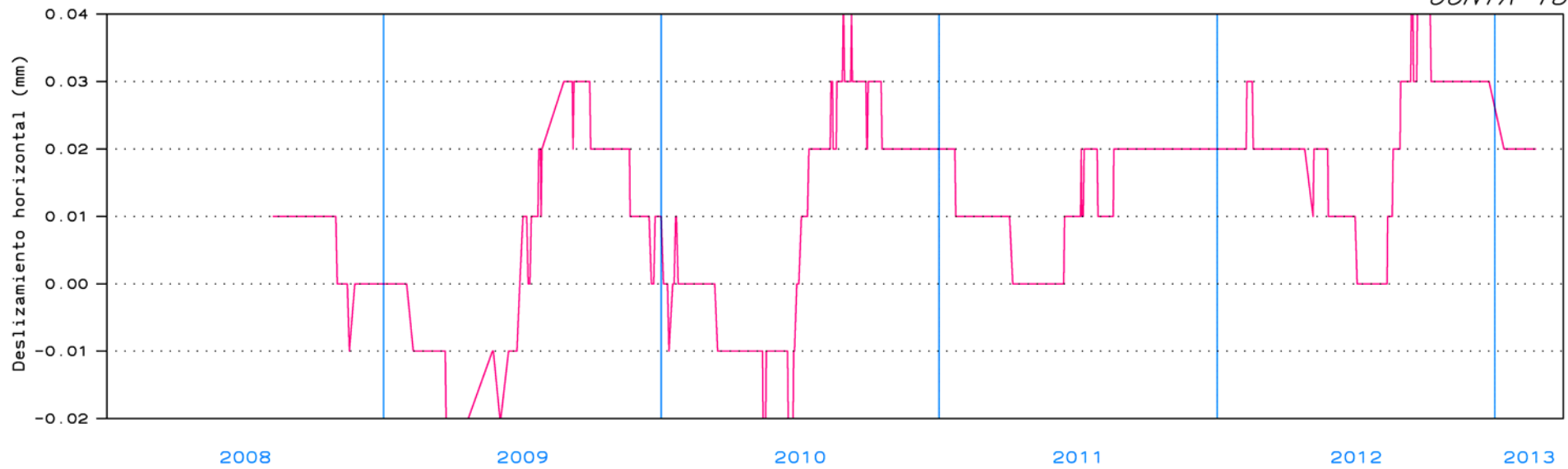
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 18*



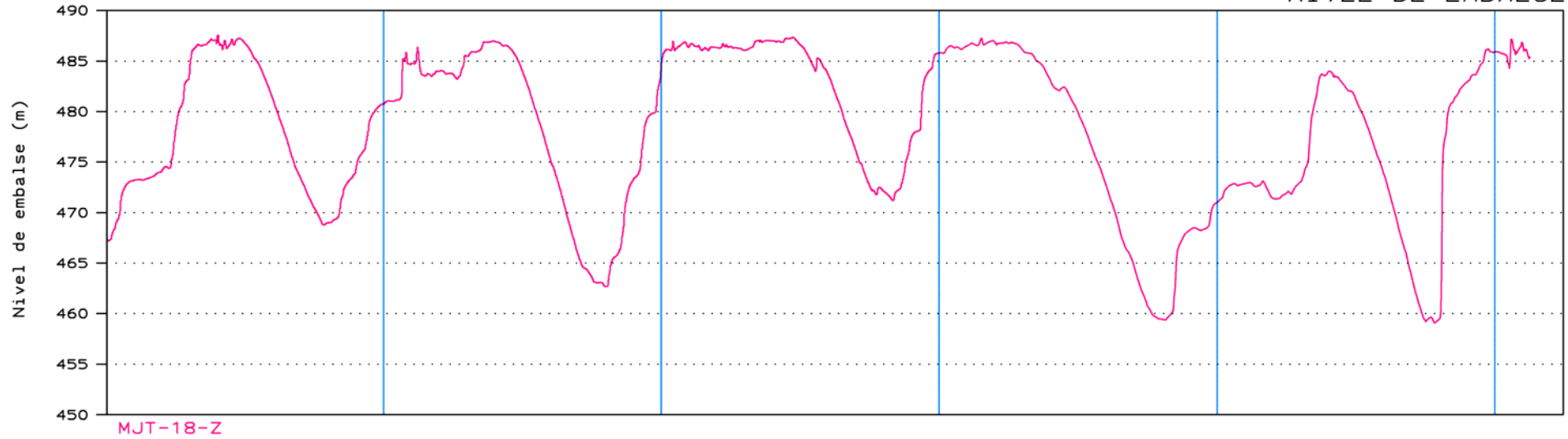
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

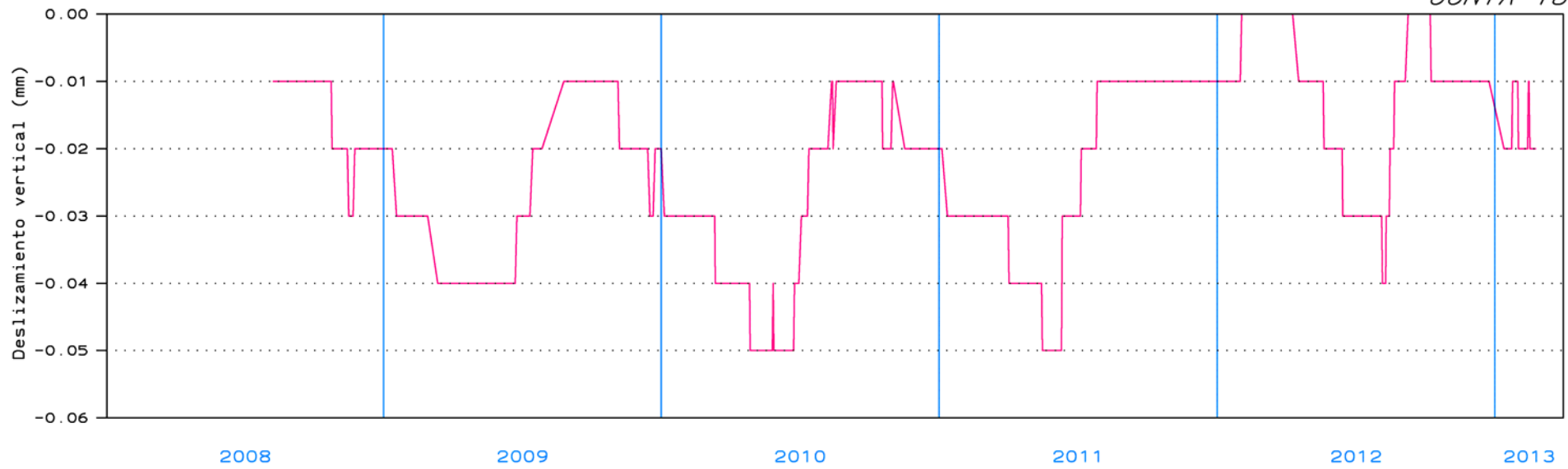
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 18*



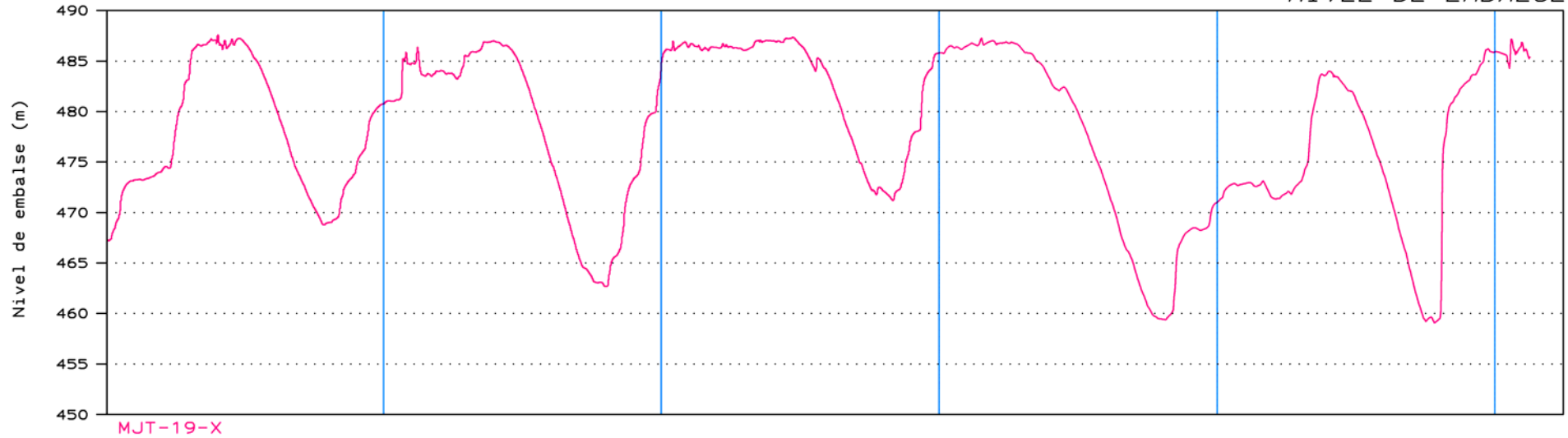
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

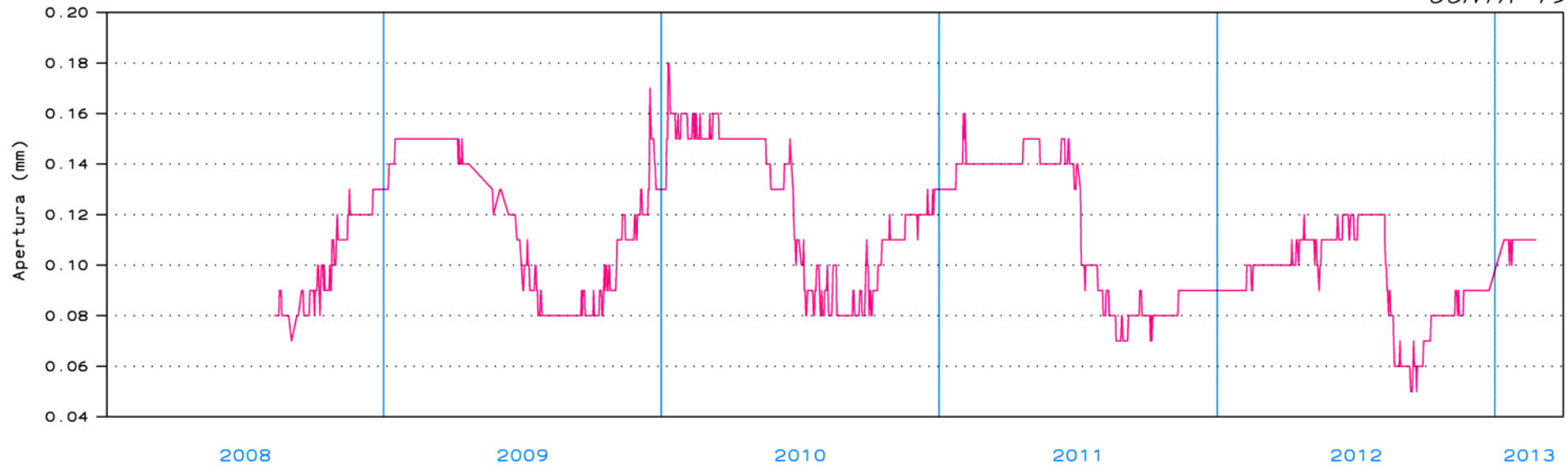
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 19*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

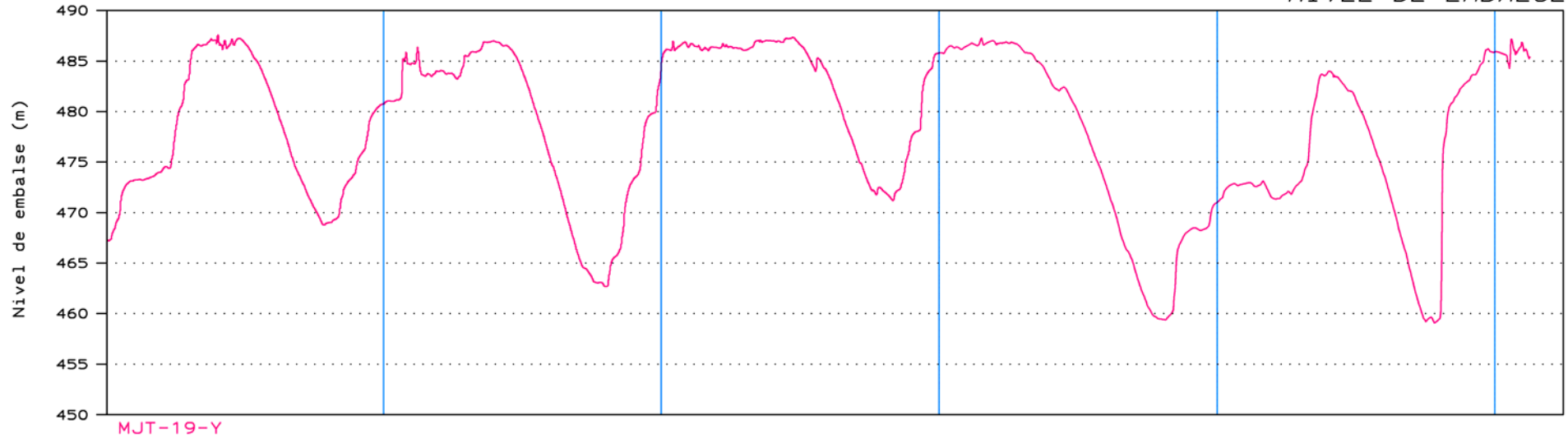


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

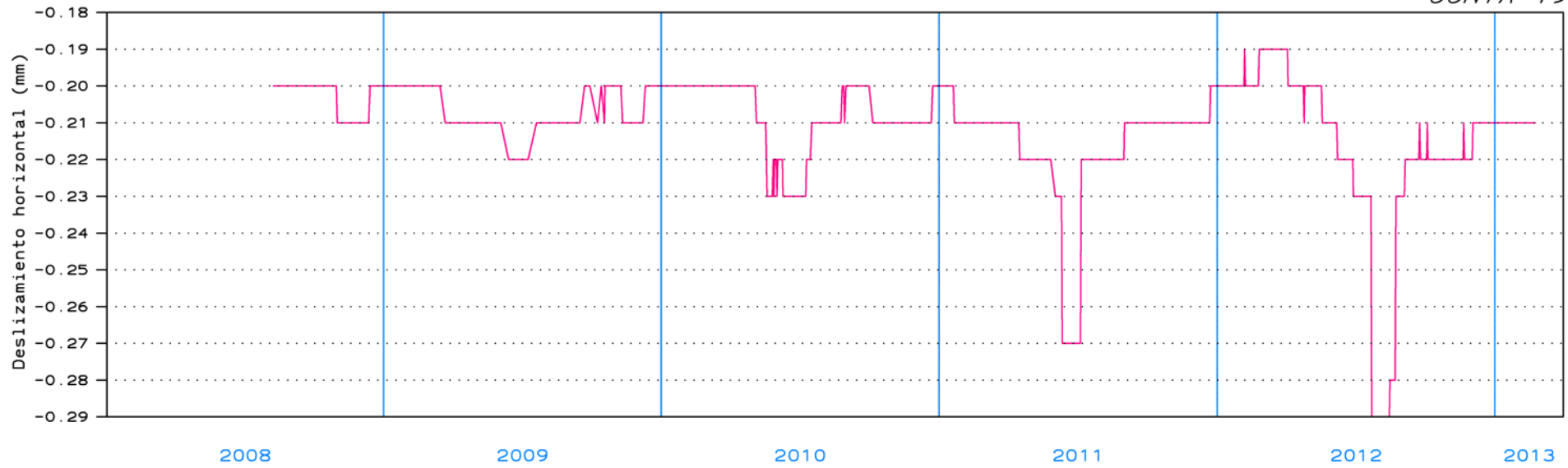
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 19*



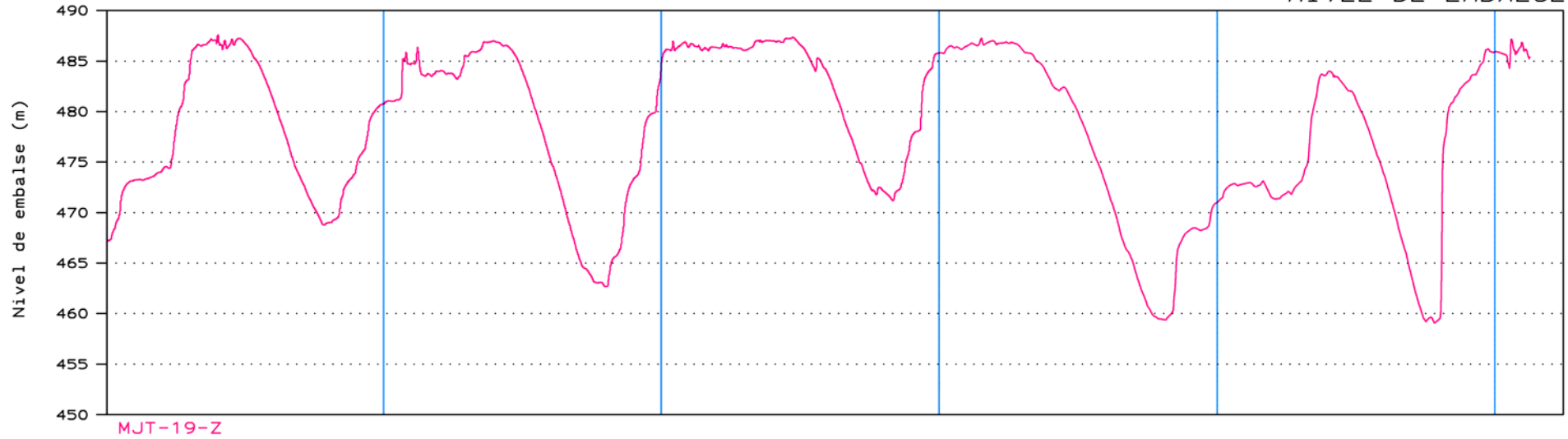
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

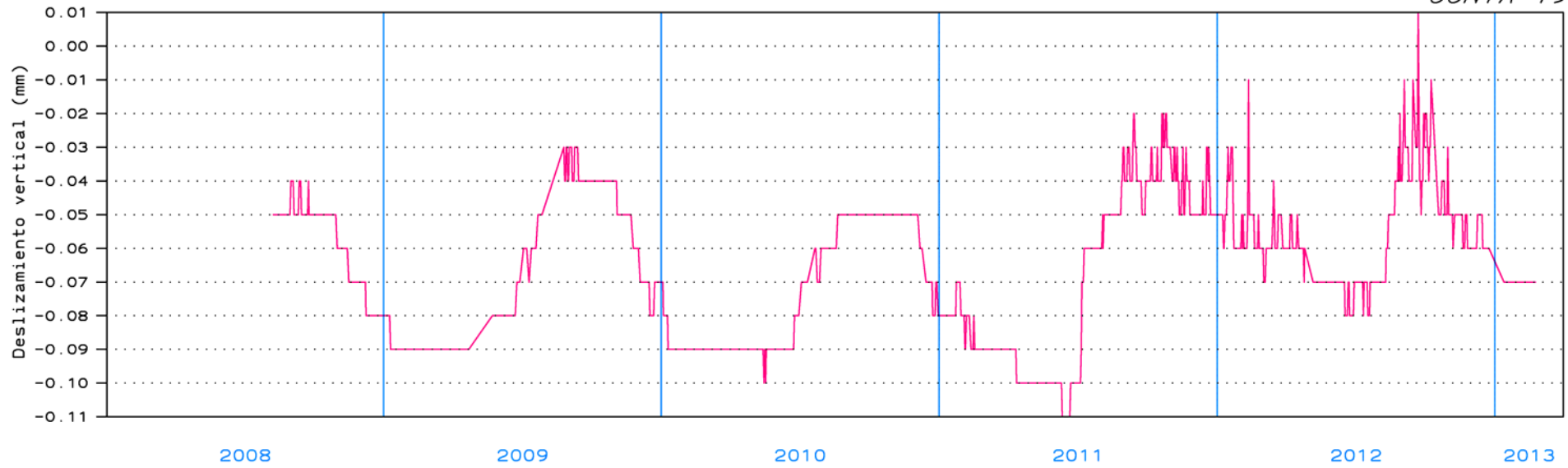
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 19*



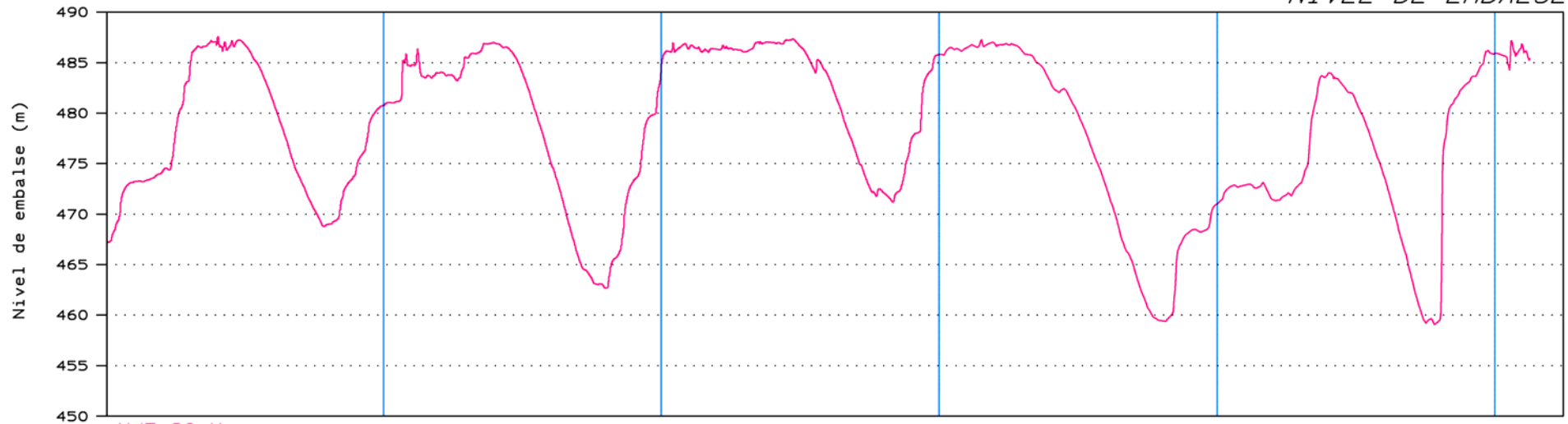
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

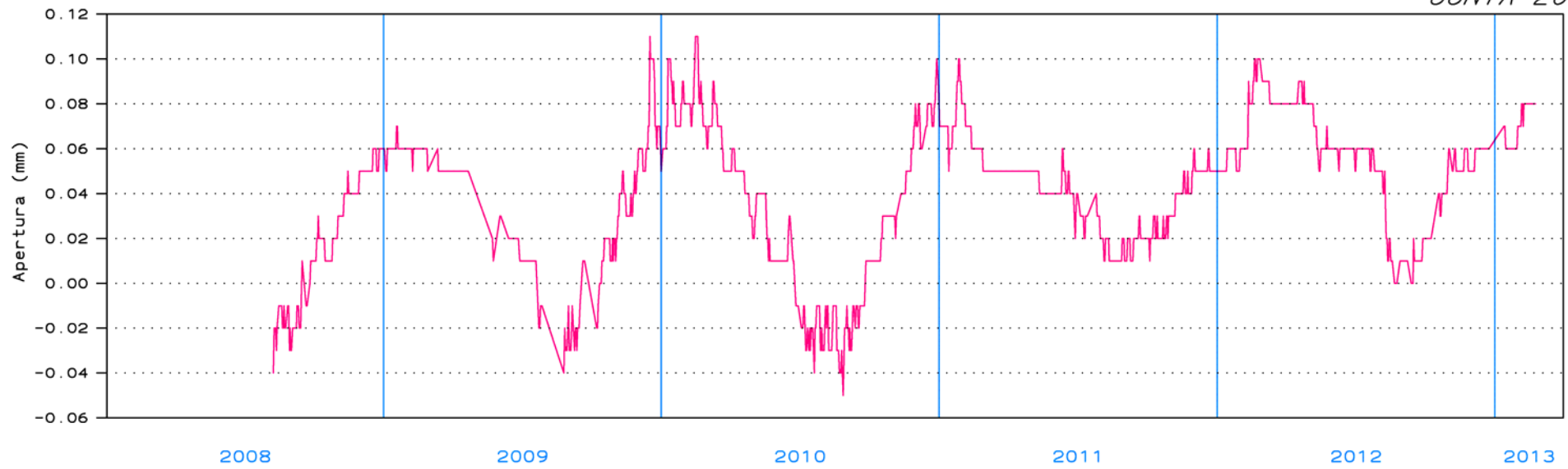
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 20*



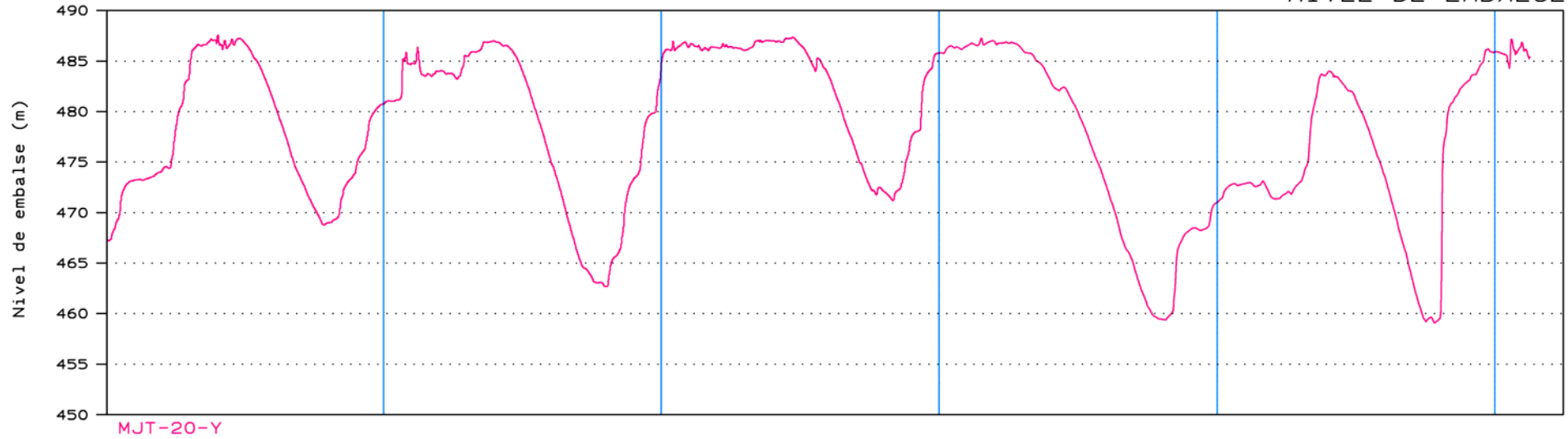
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

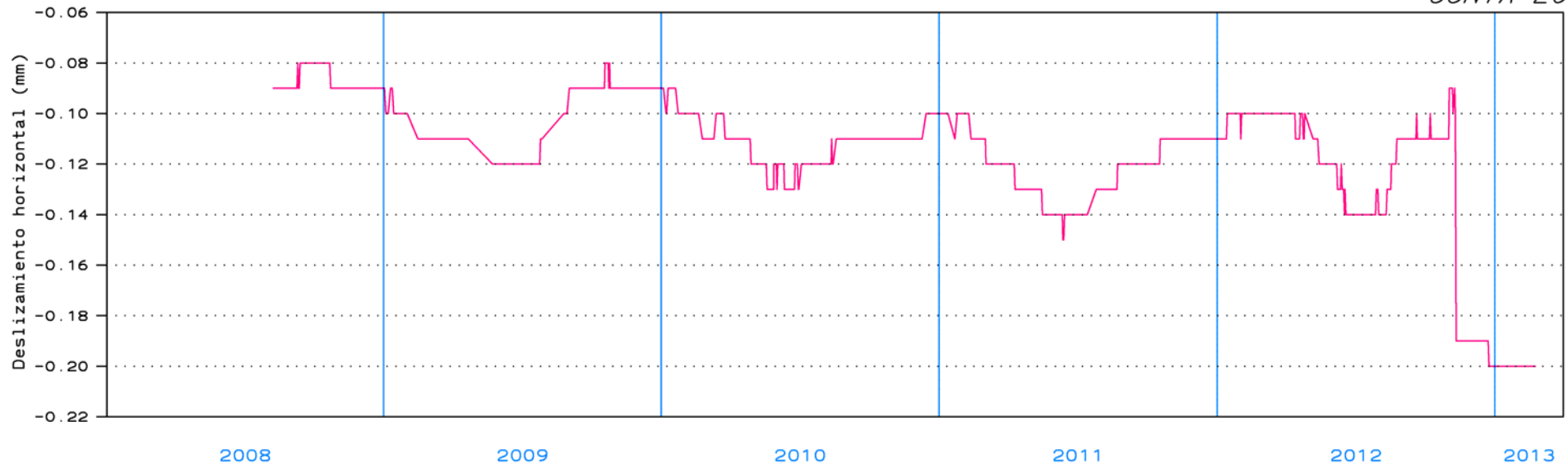
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 20*



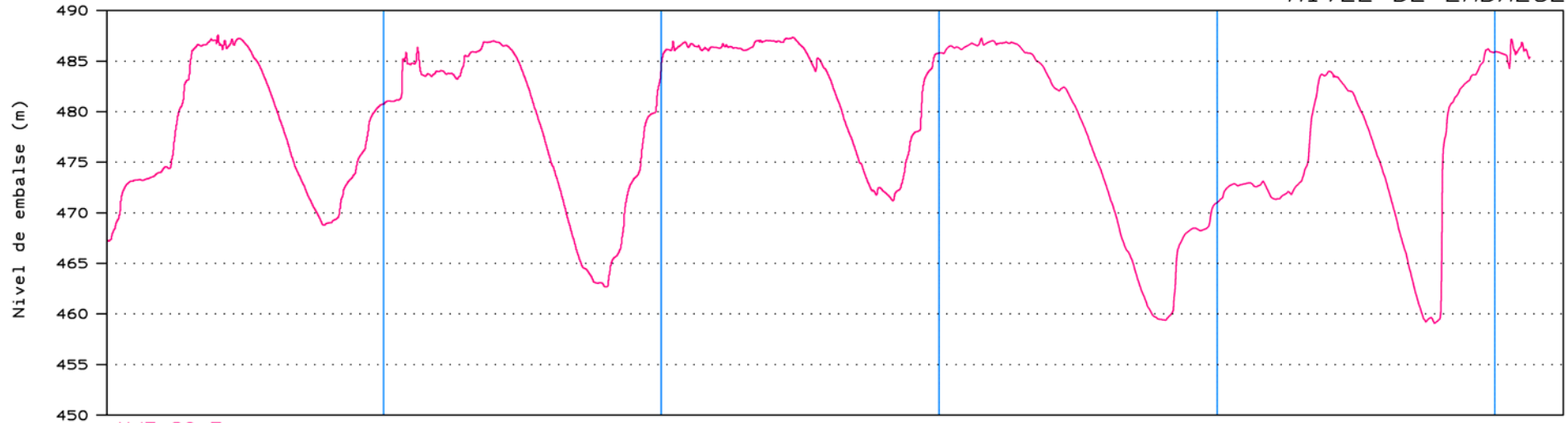
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

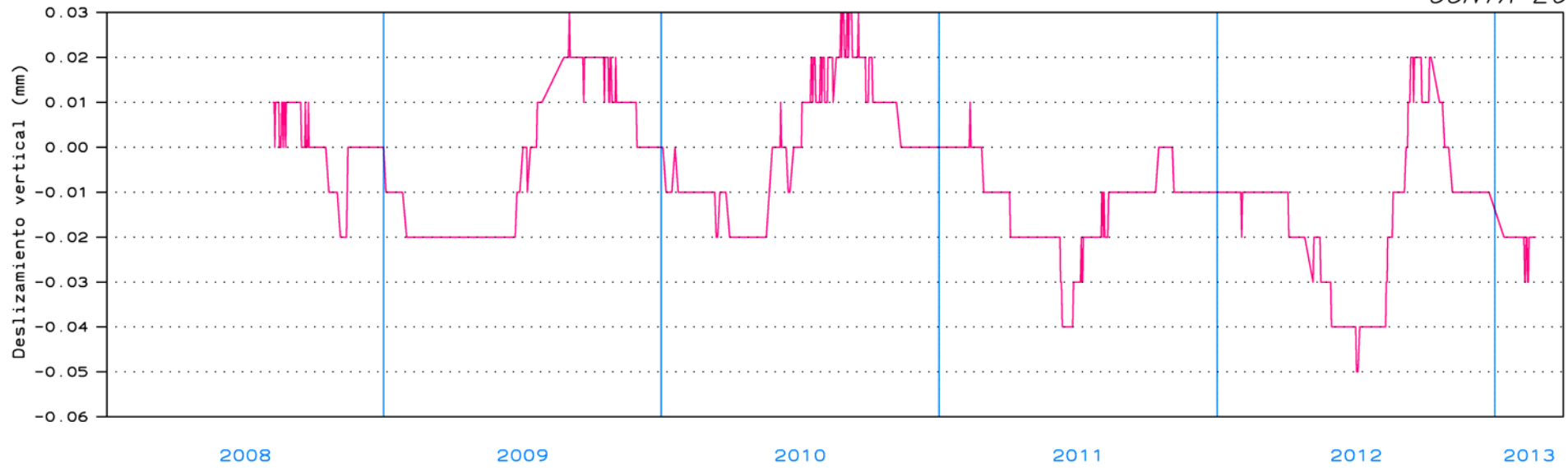
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-20-Z

*JUNTA 20*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

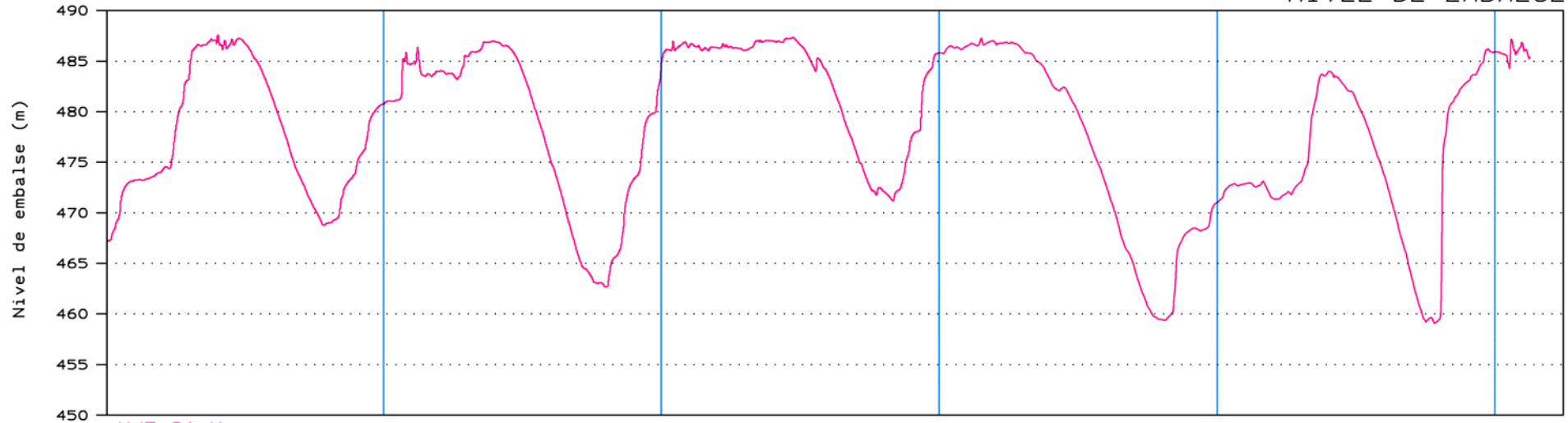
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

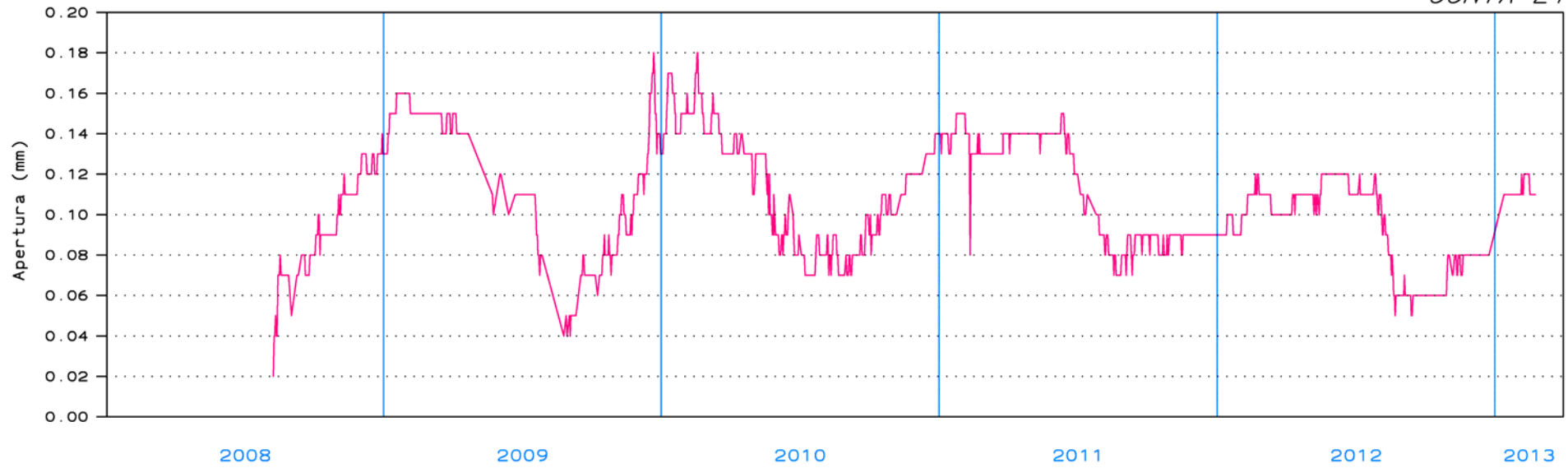
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 21*



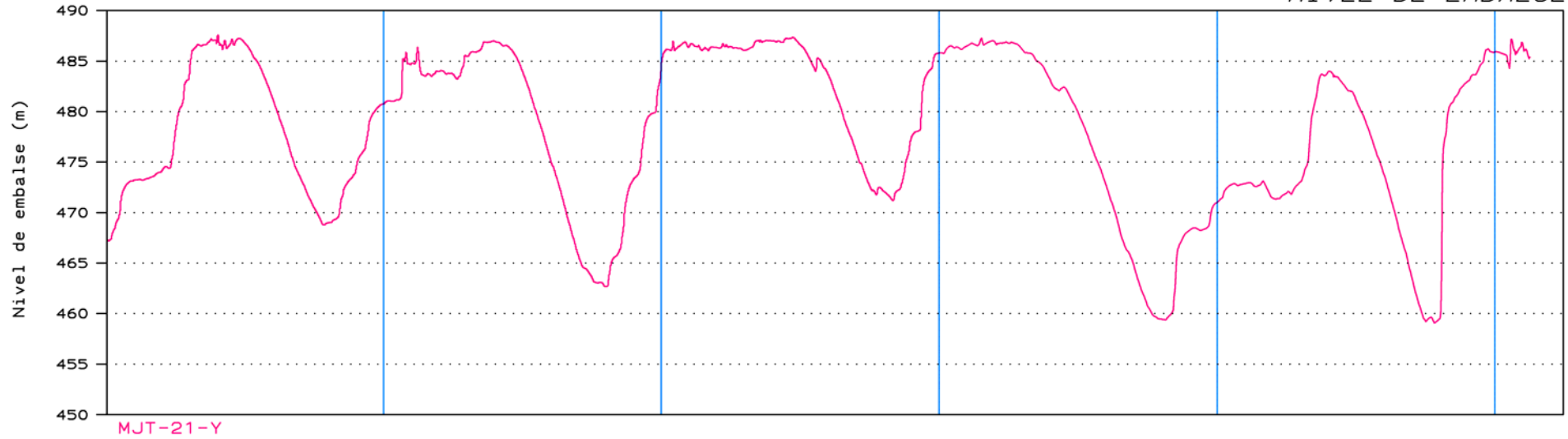
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

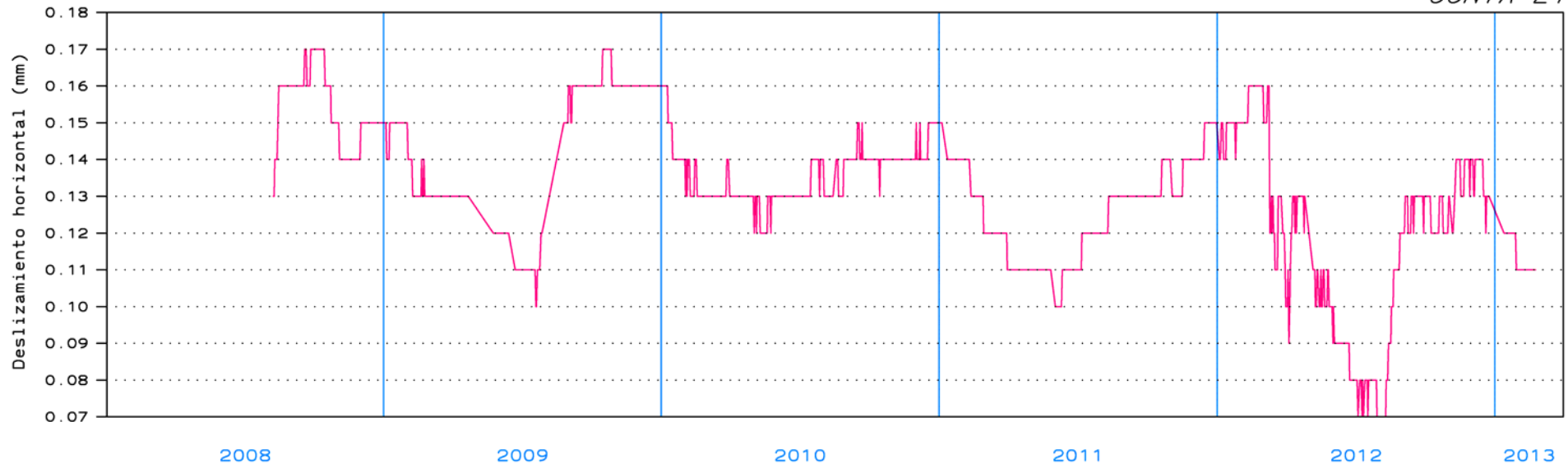
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 21*



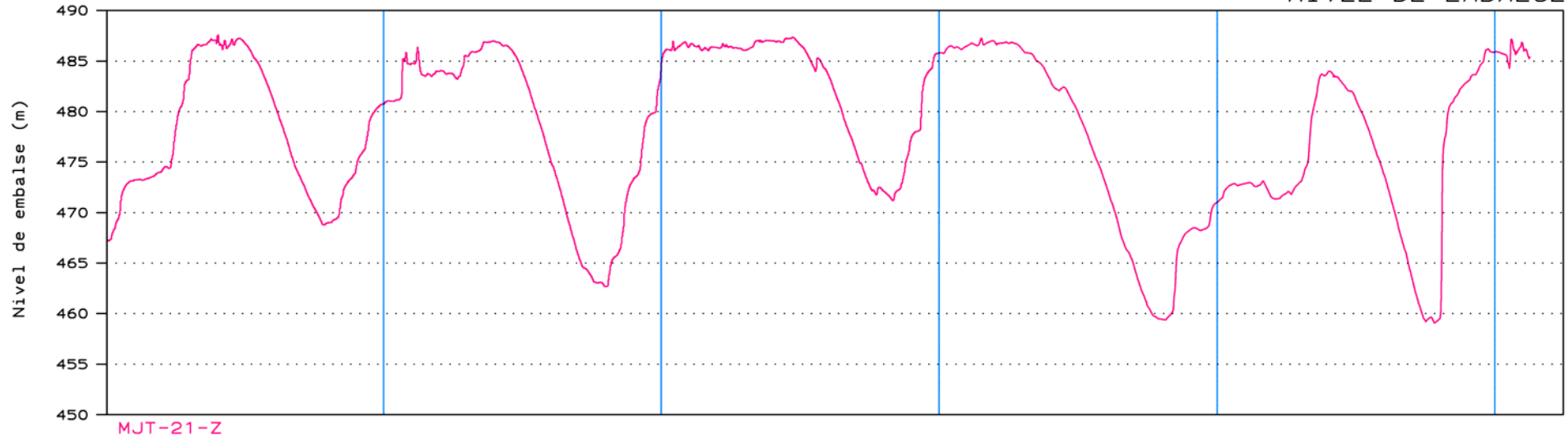
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

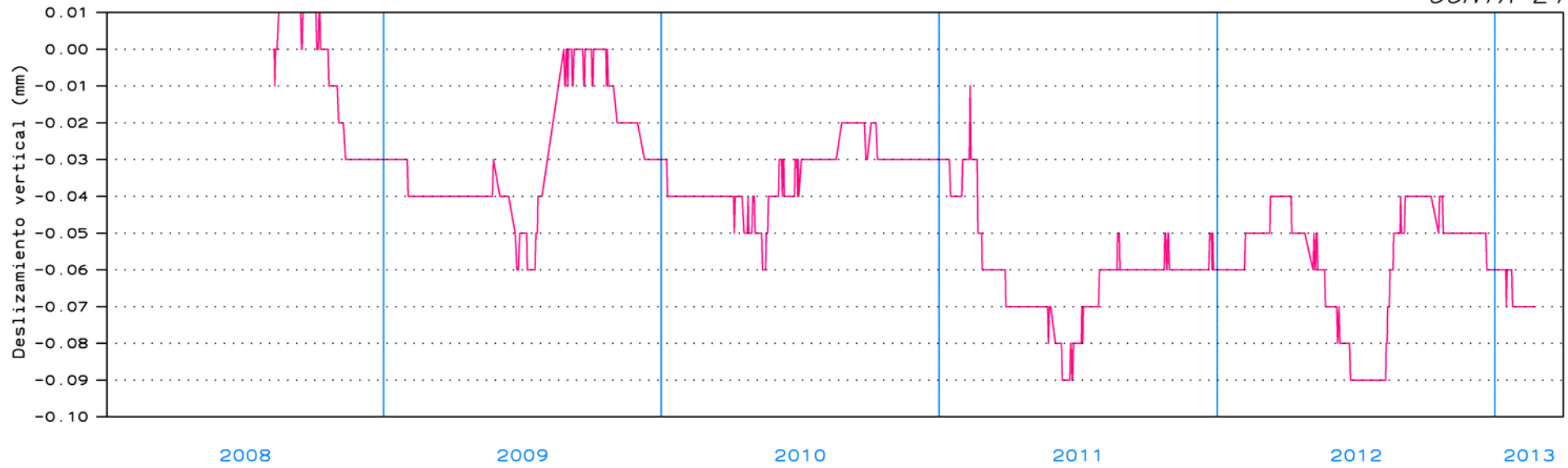
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 21*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

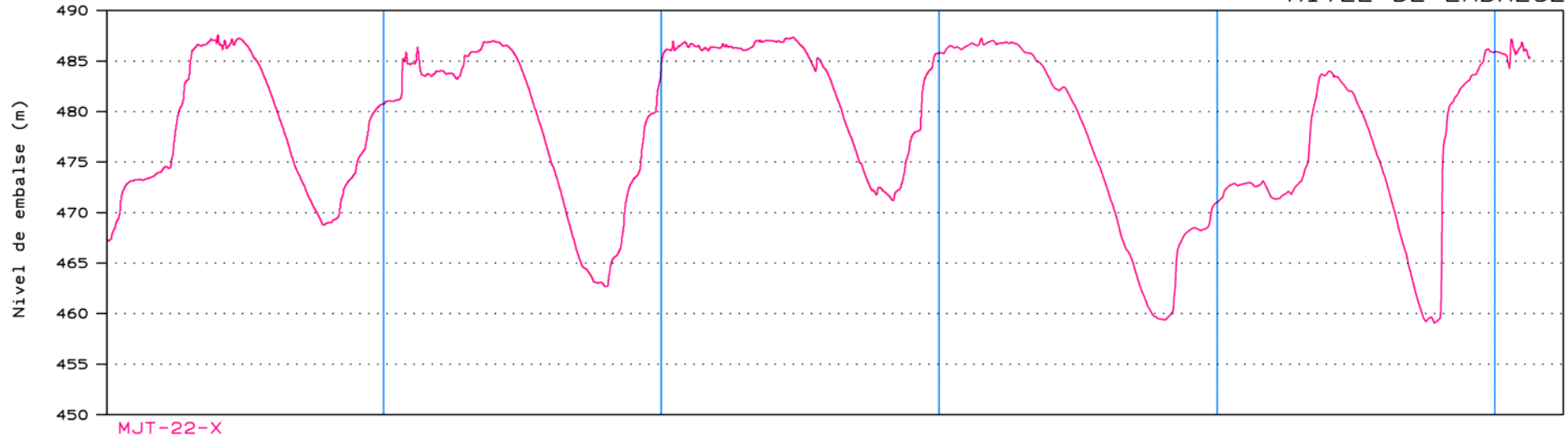


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

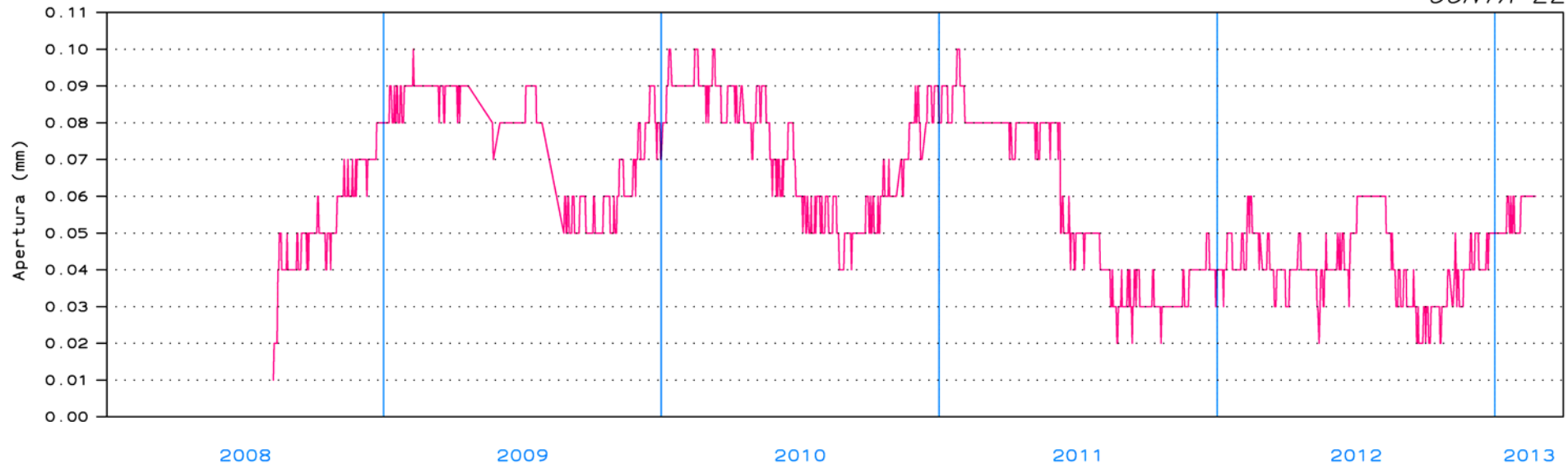
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 22*



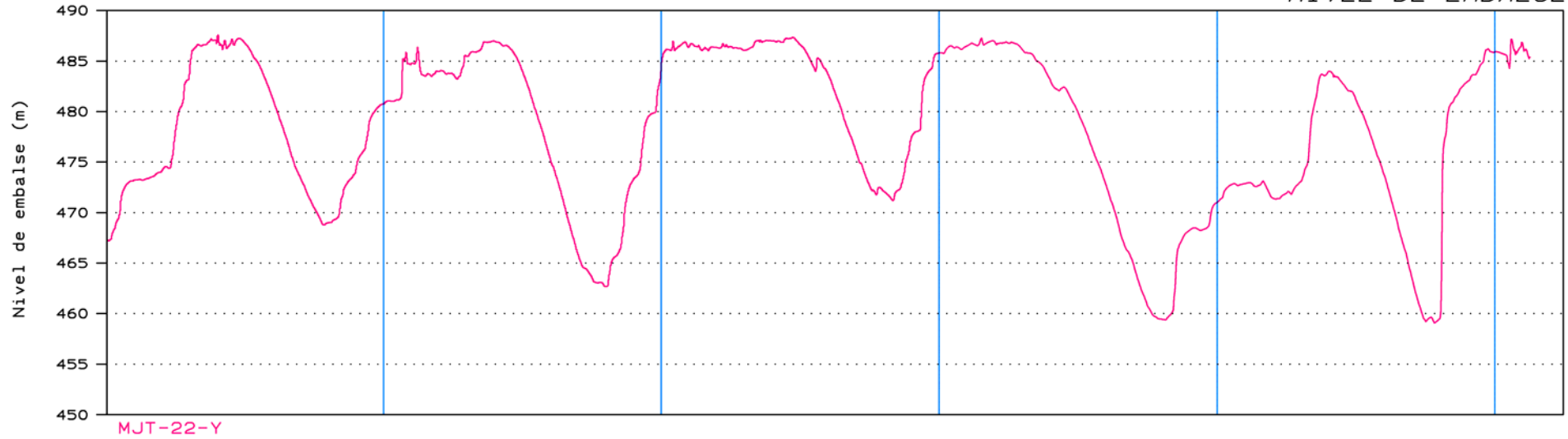
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

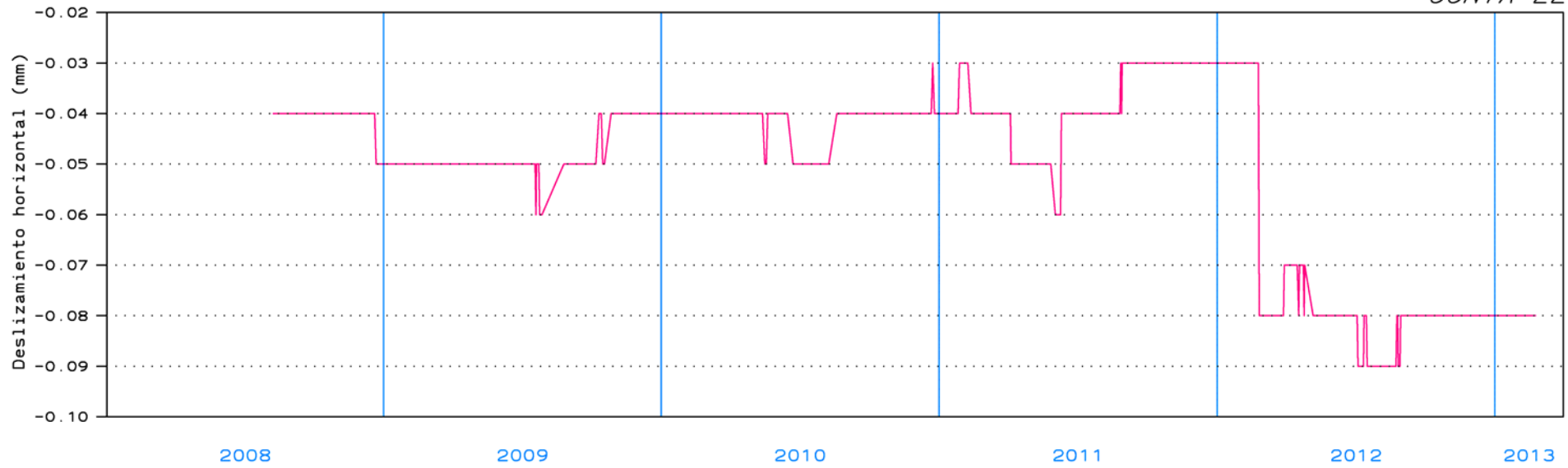
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 22*



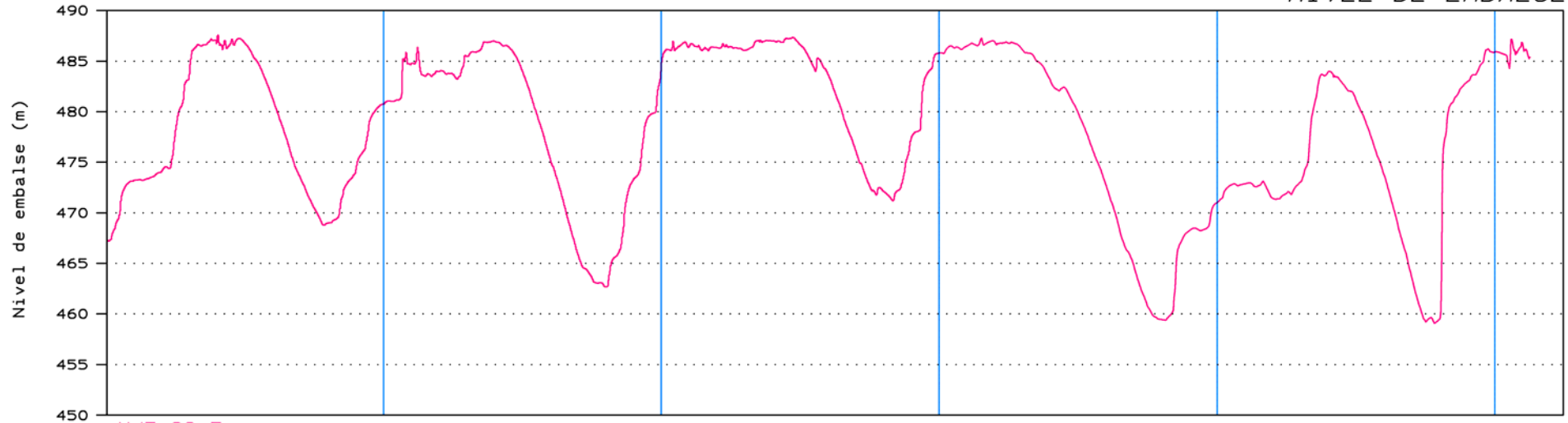
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

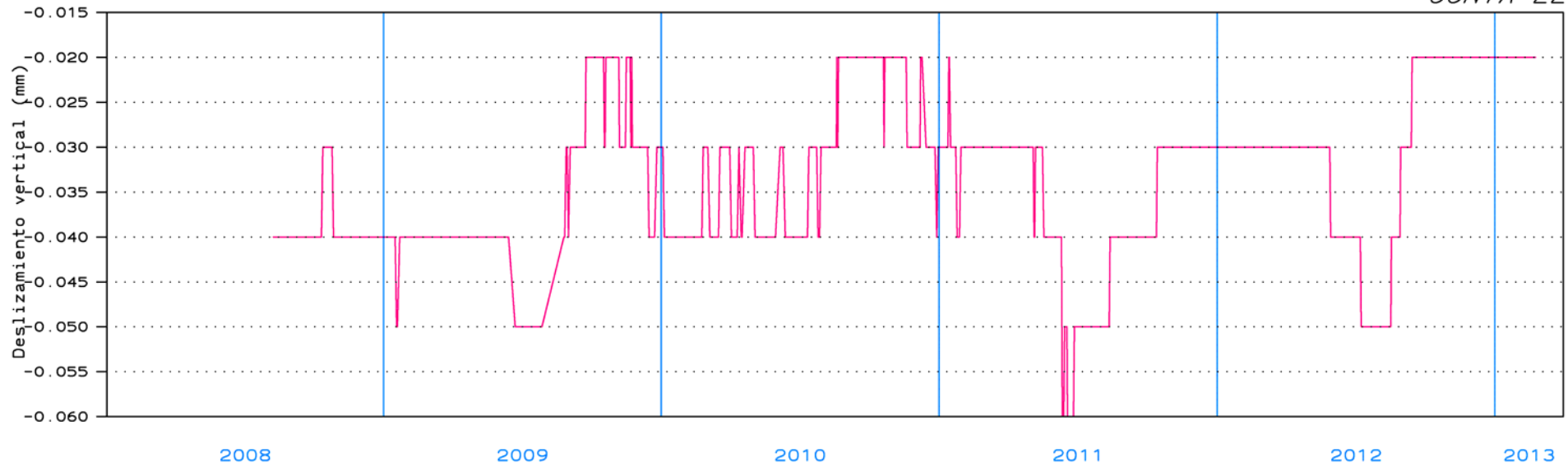
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-22-Z

*JUNTA 22*



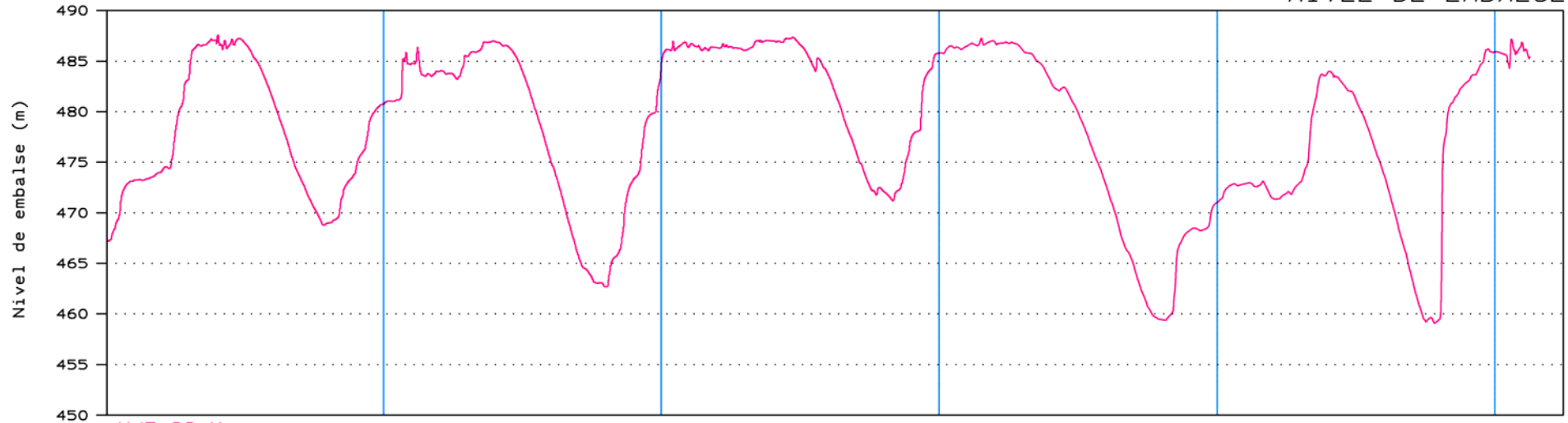
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

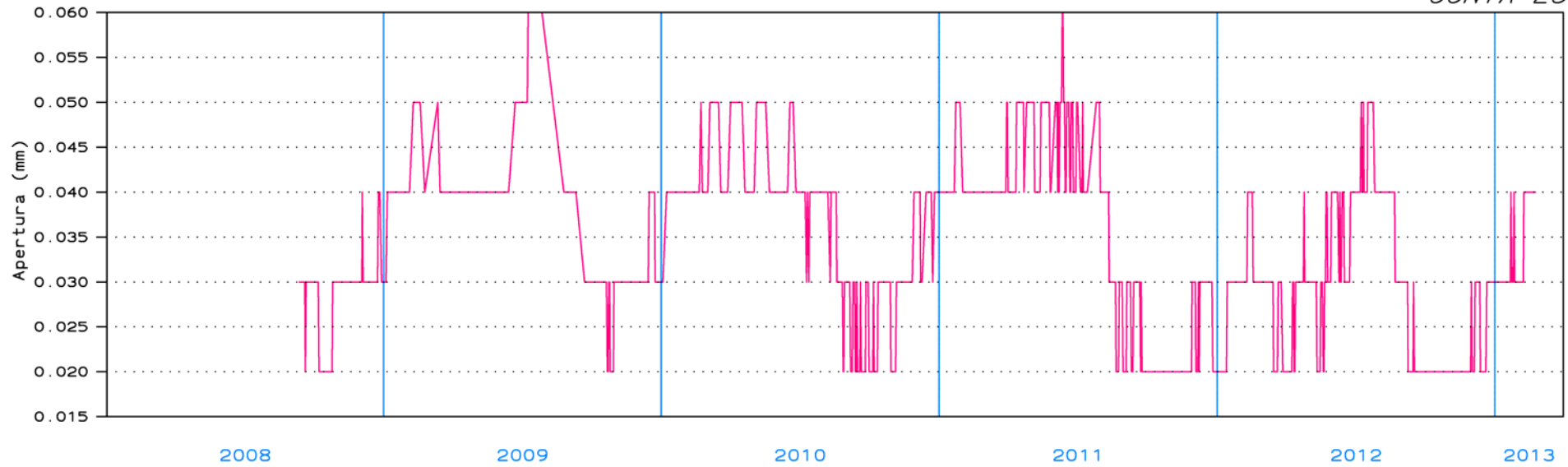
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-23-X

*JUNTA 23*



2008

2009

2010

2011

2012

2013

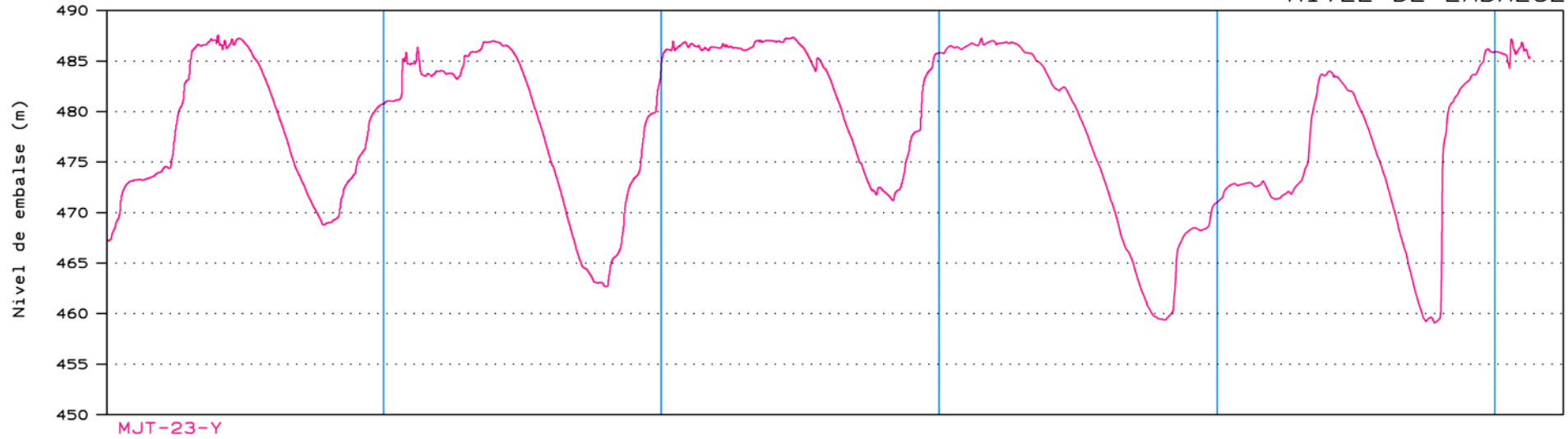
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

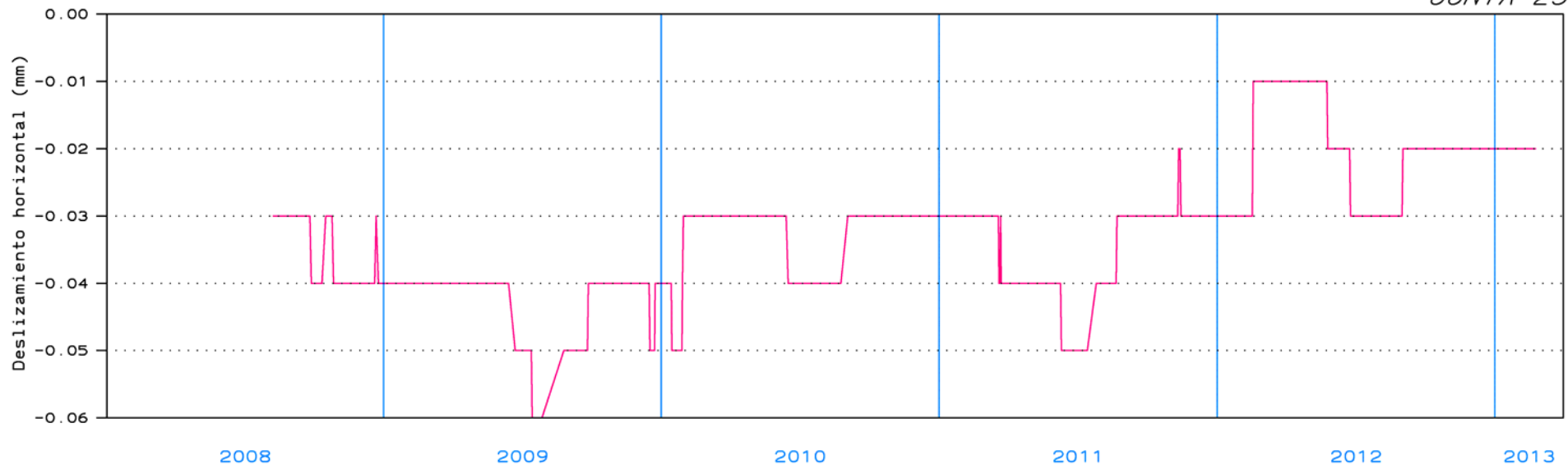
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 23*



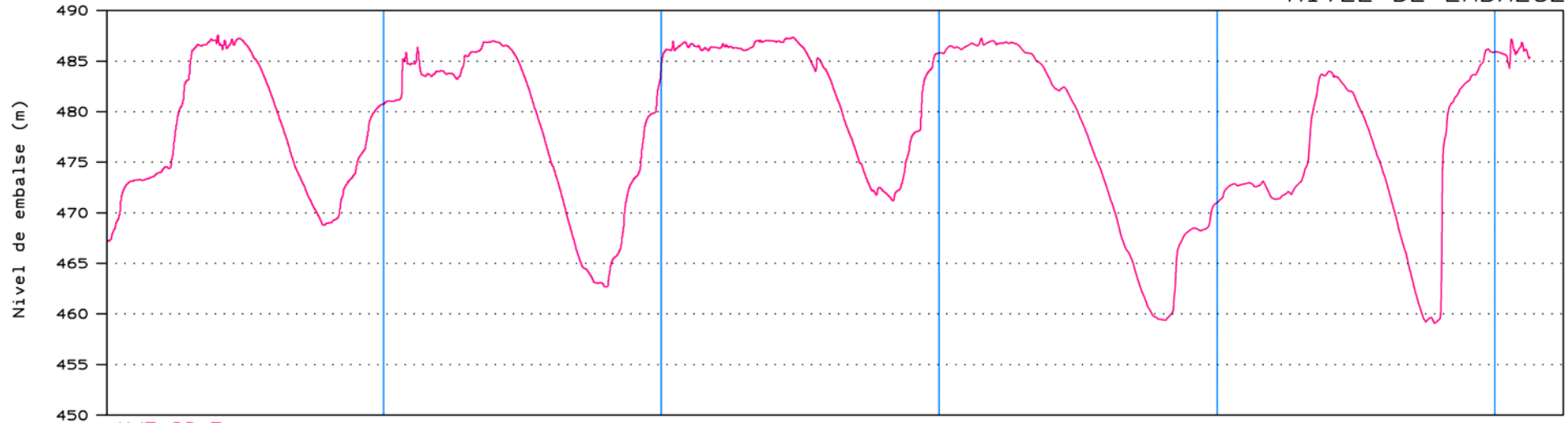
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

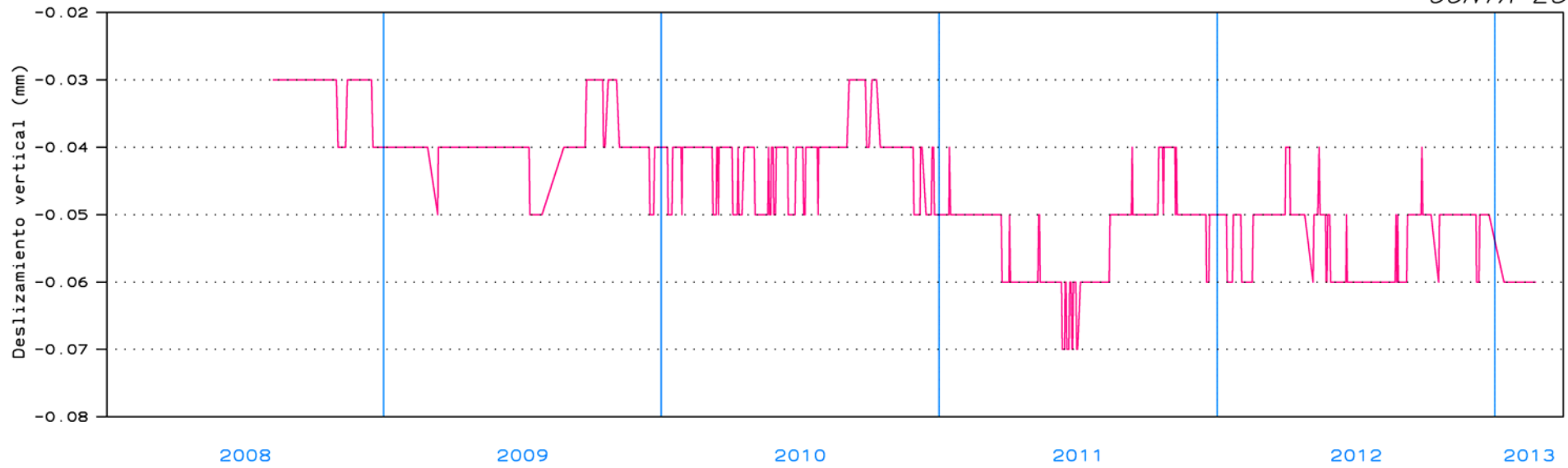
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-23-Z

*JUNTA 23*



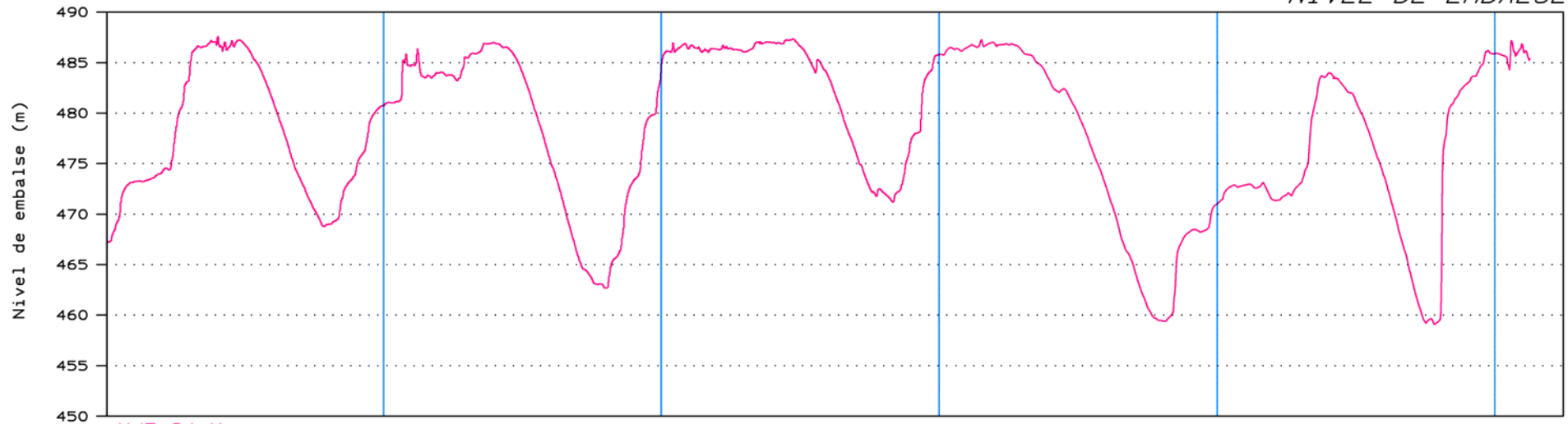
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

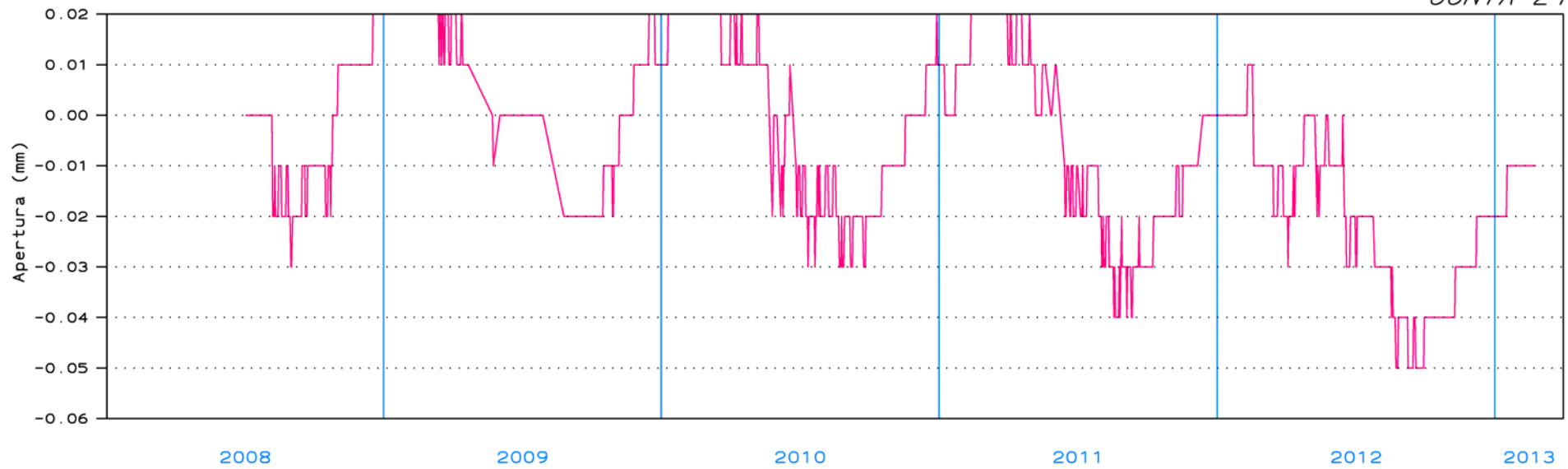
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-24-X

*JUNTA 24*



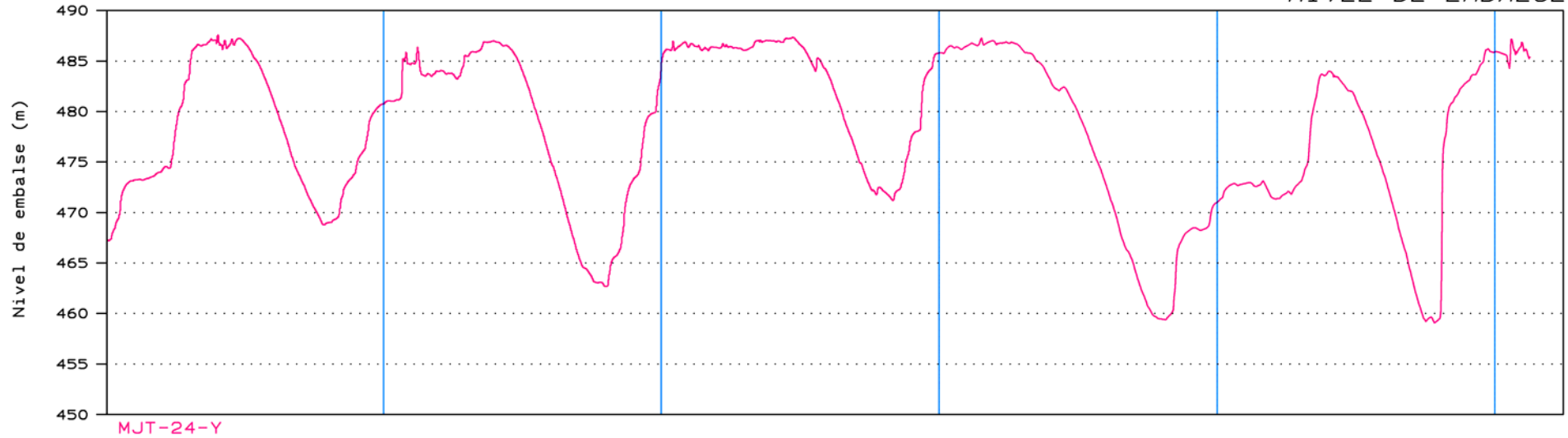
PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

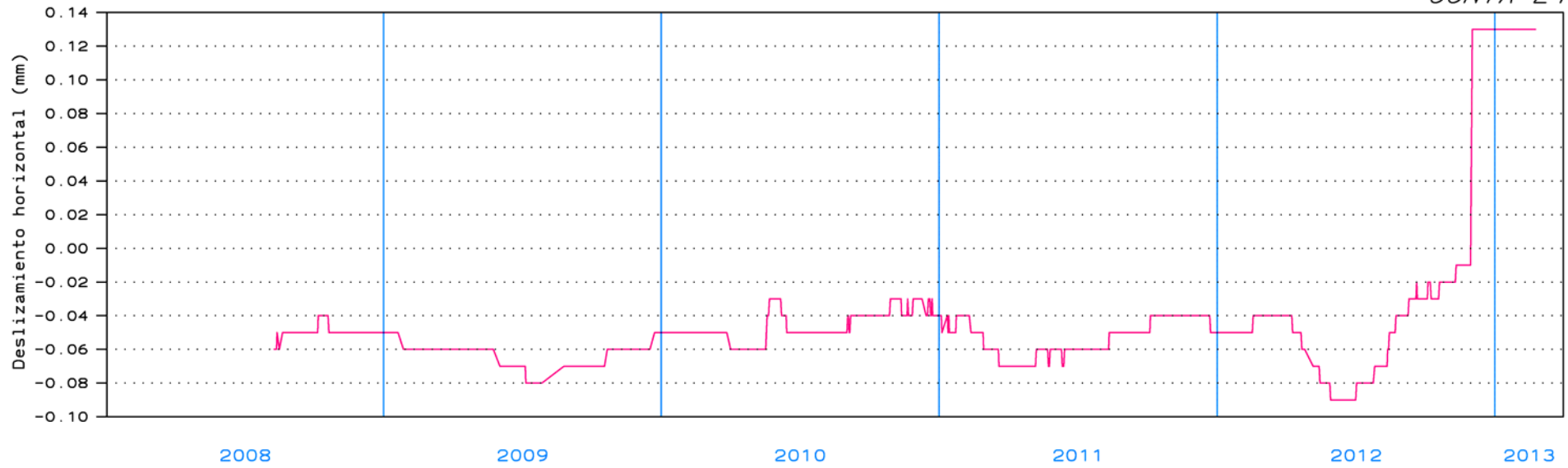
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*JUNTA 24*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13

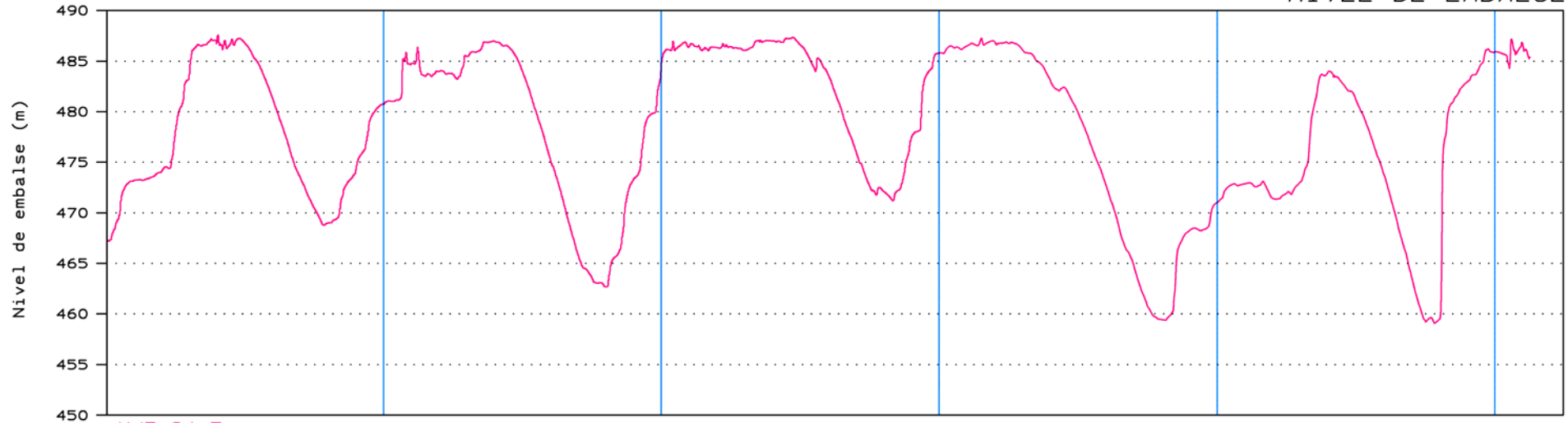


# MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTA

# PRESA DE YESA

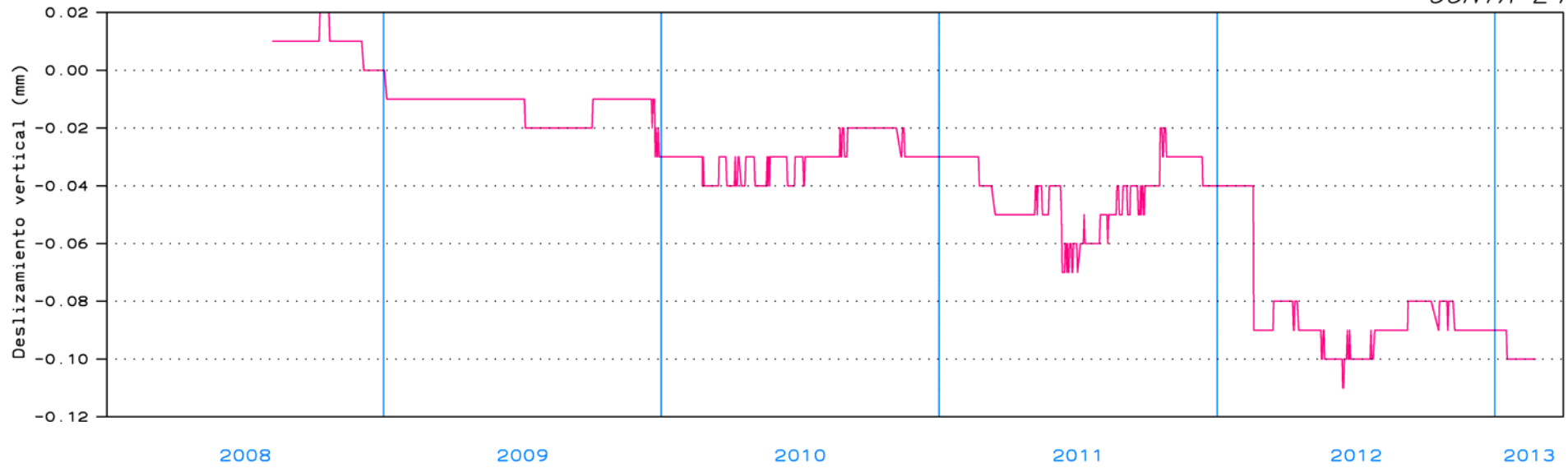
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



MJT-24-Z

*JUNTA 24*



PERIODO = DEL 01/01/08 AL 31/03/13



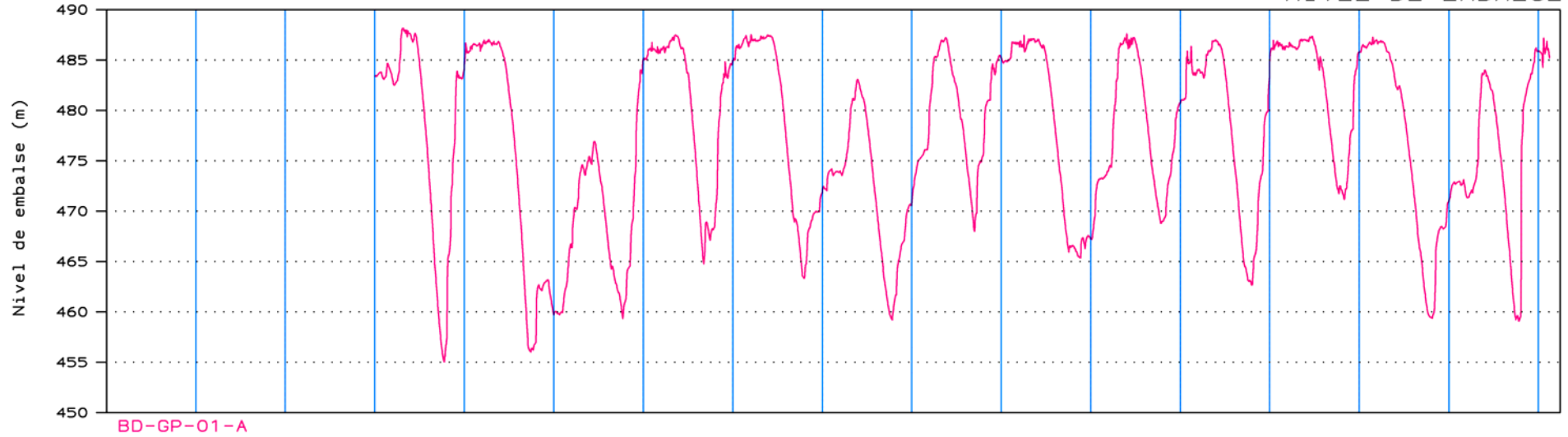
## Ternas de base

# TERNAS DE BASE

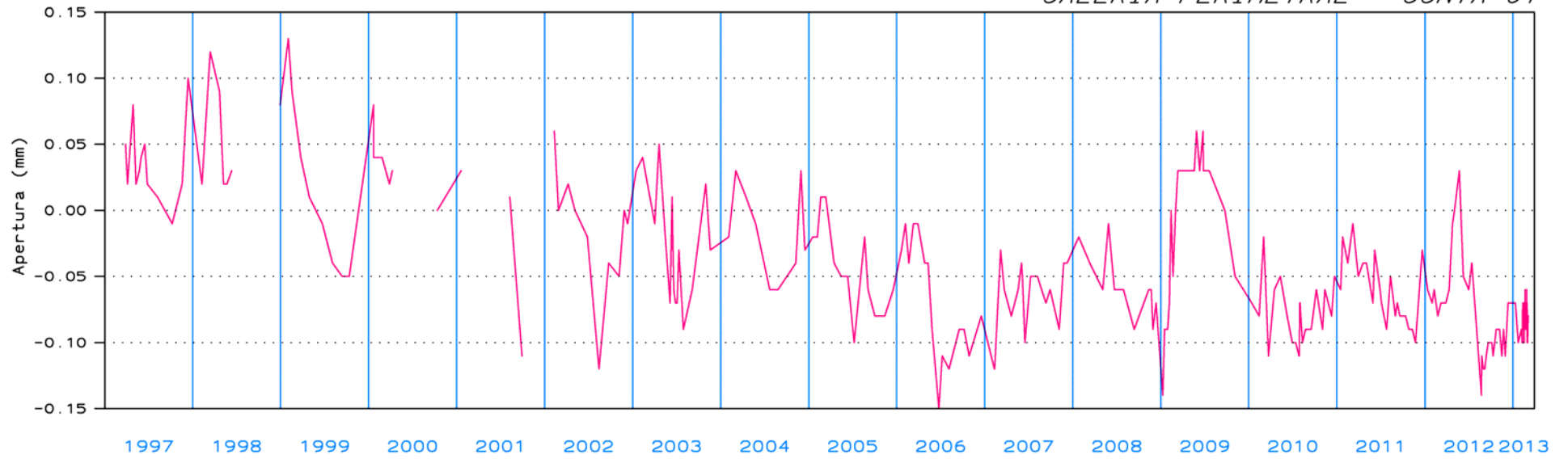
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 01*



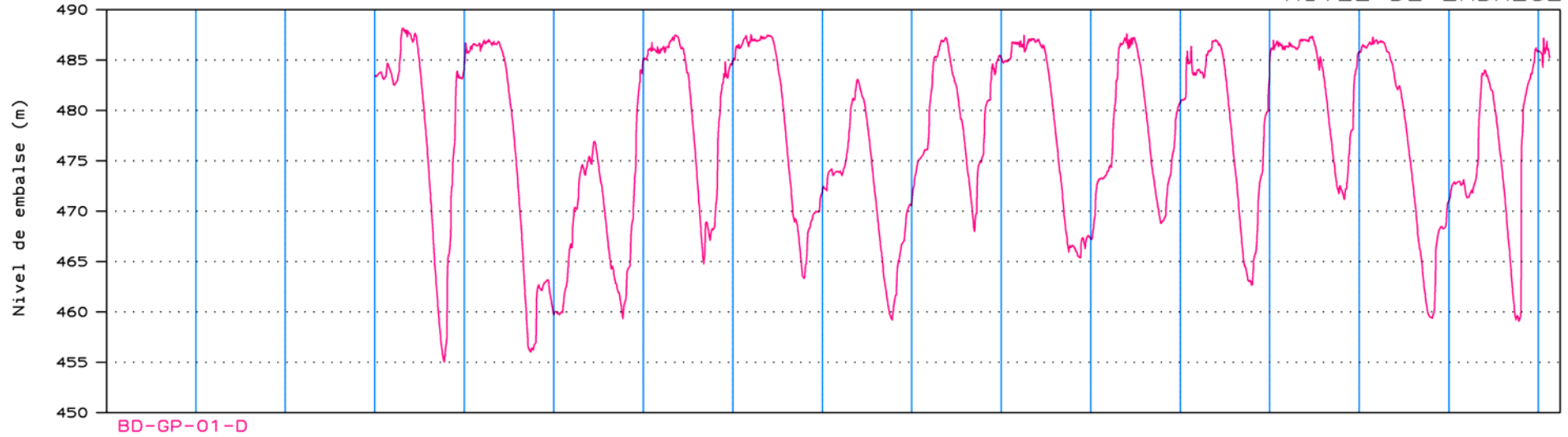
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

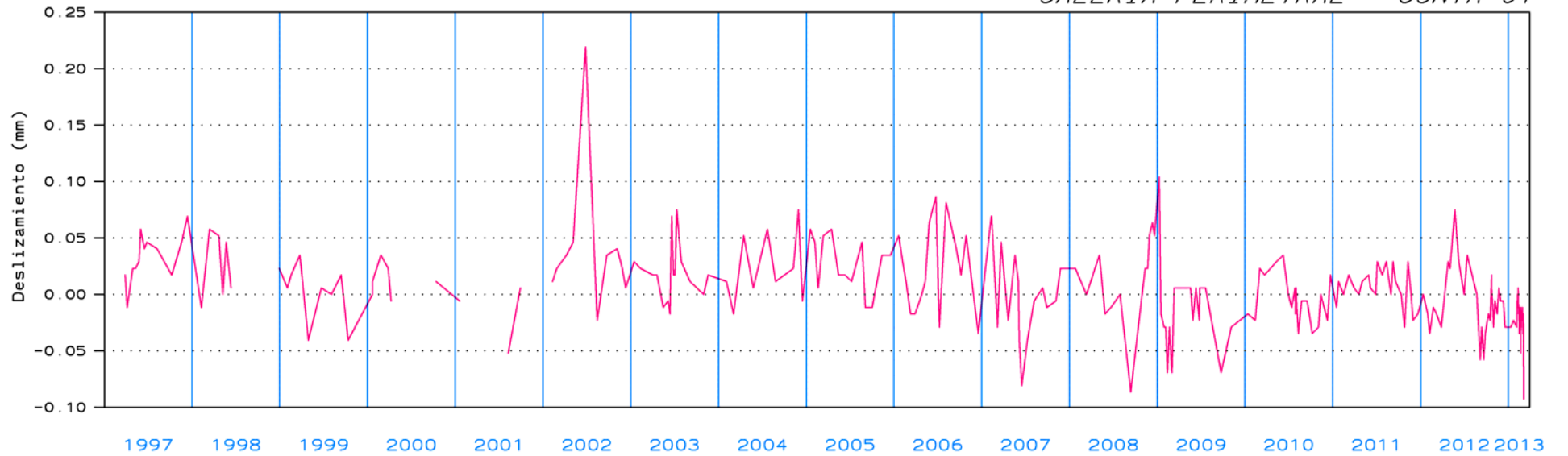
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 01*

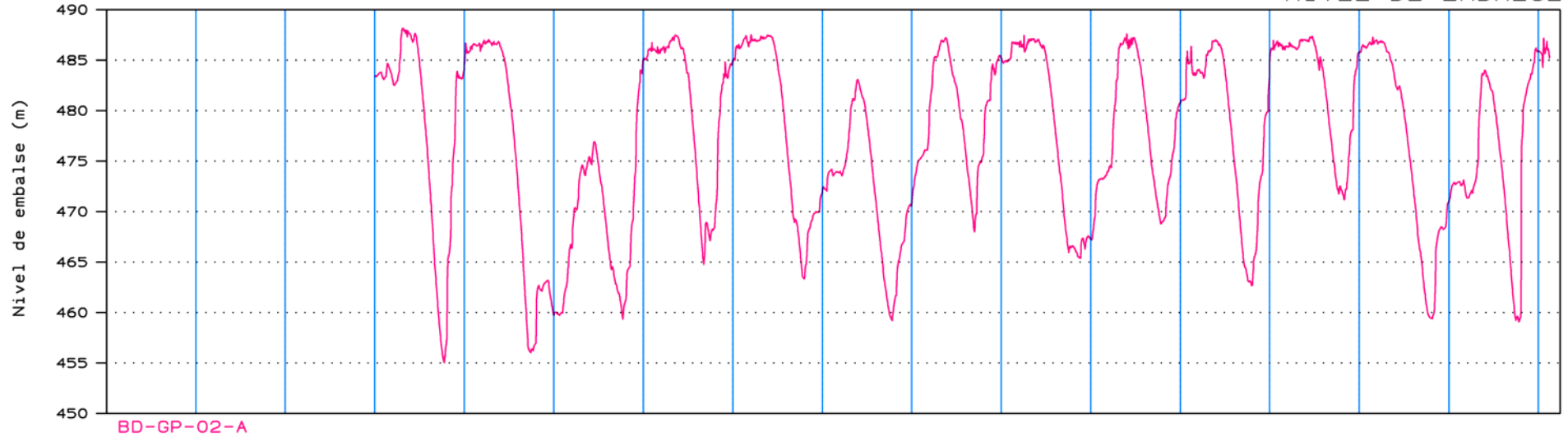


# TERNAS DE BASE

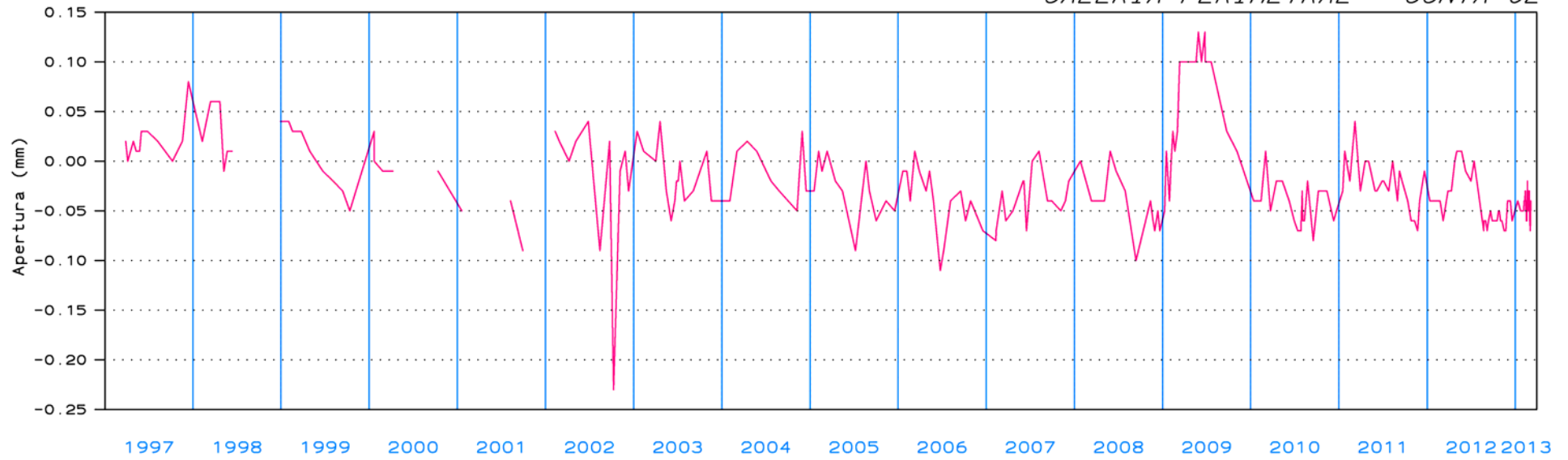
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 02*

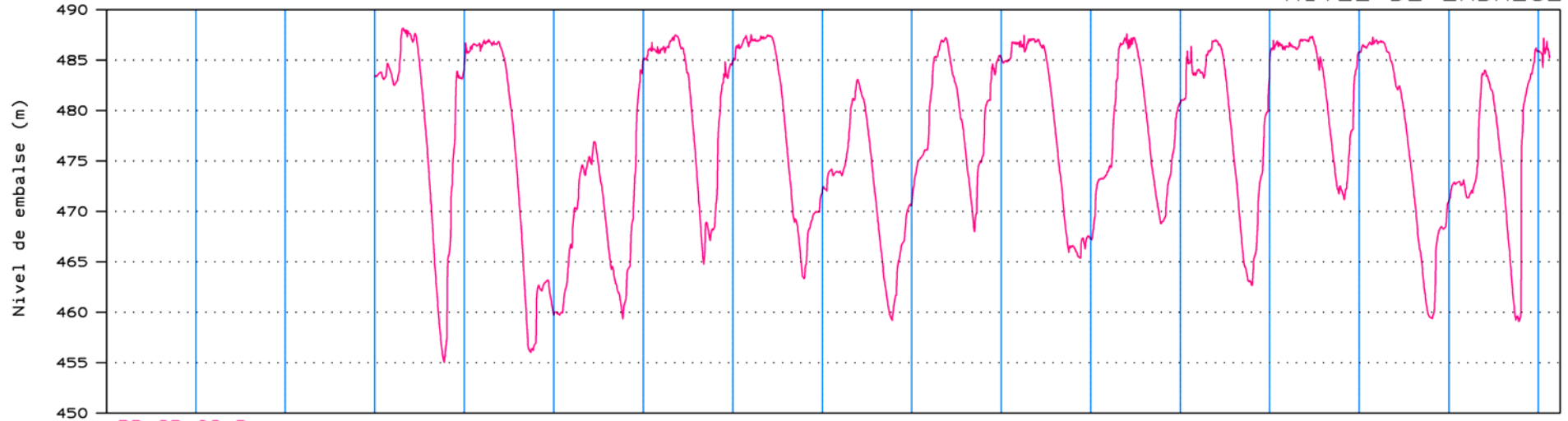


# TERNAS DE BASE

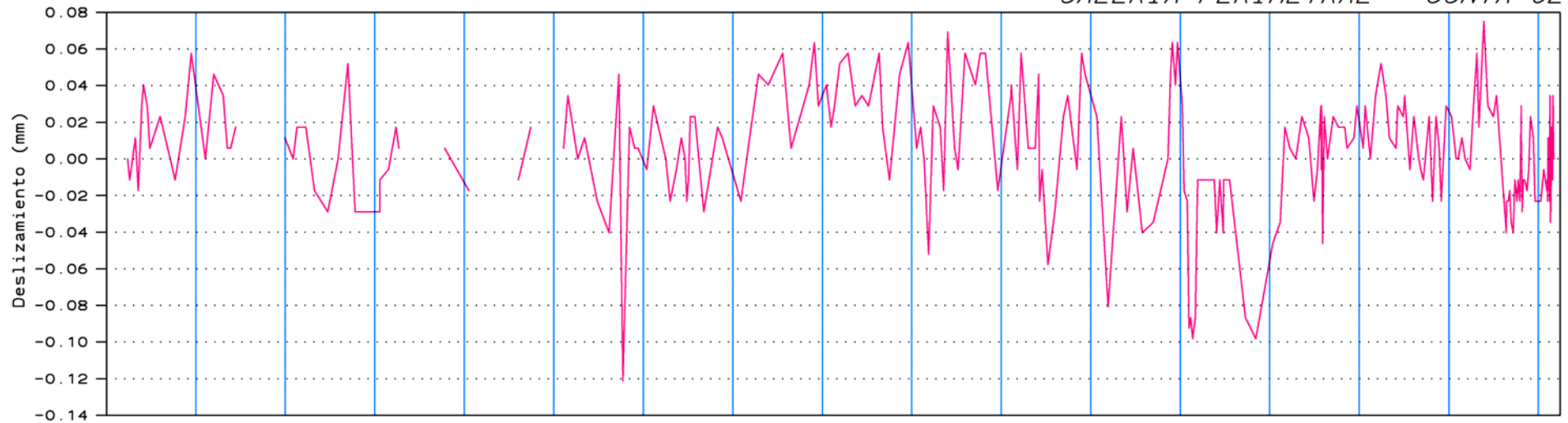
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 02*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

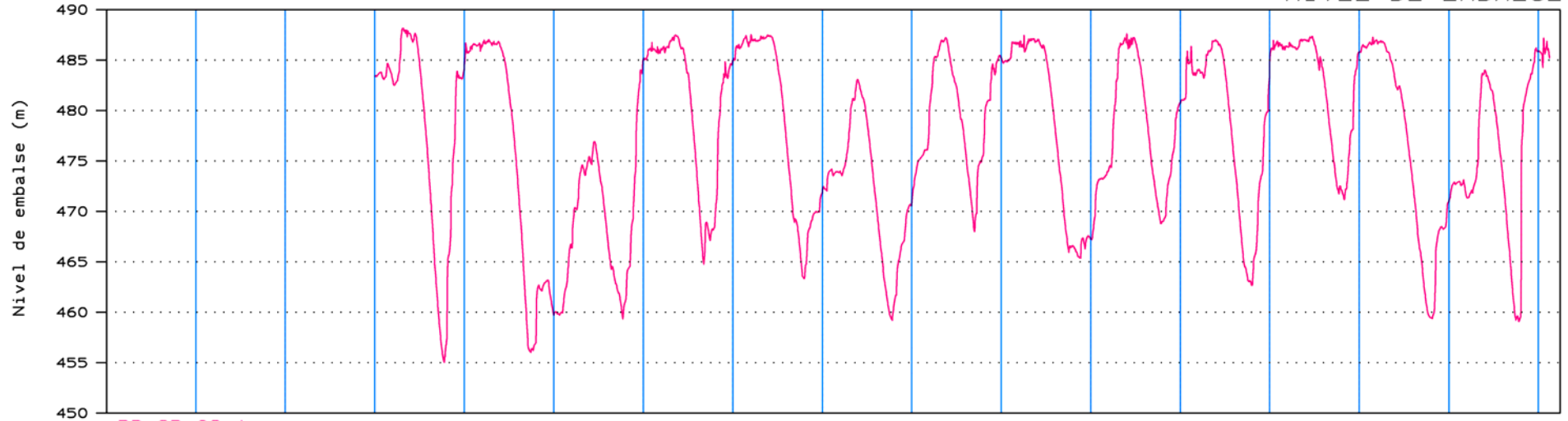
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

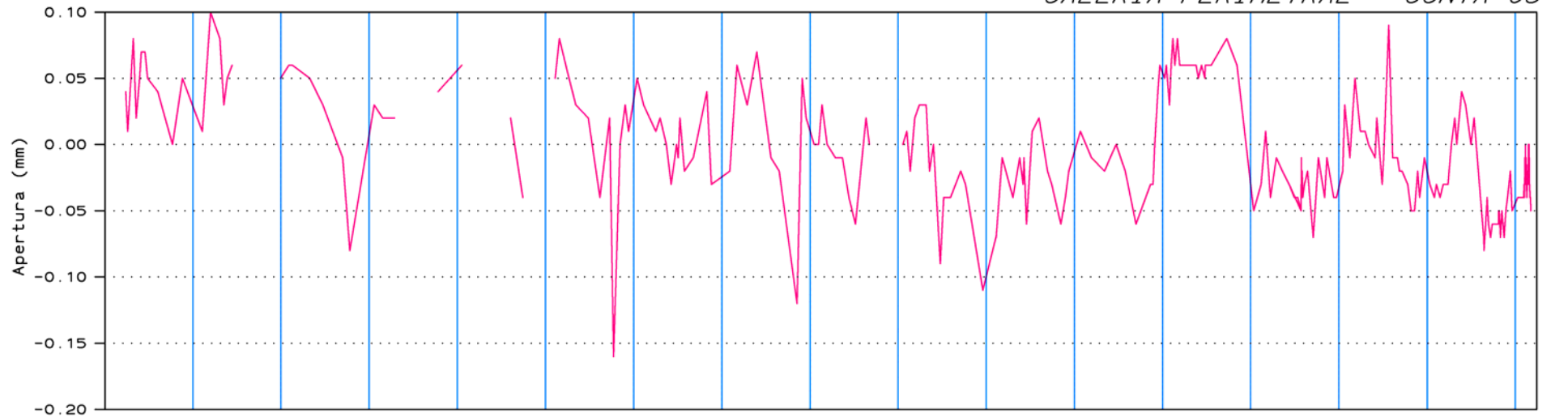
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 03*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

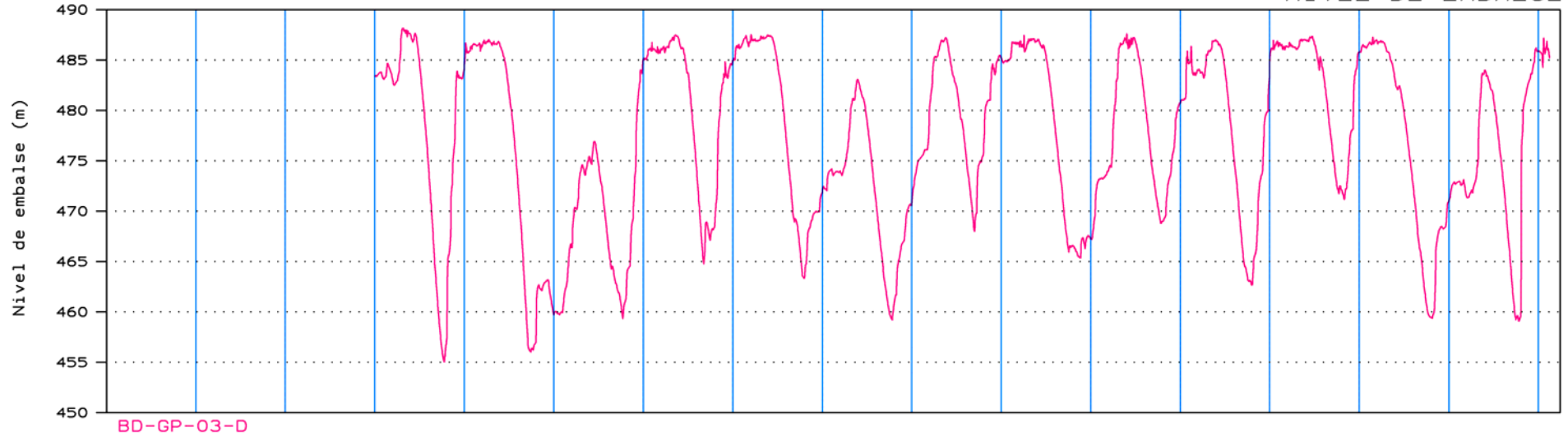
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

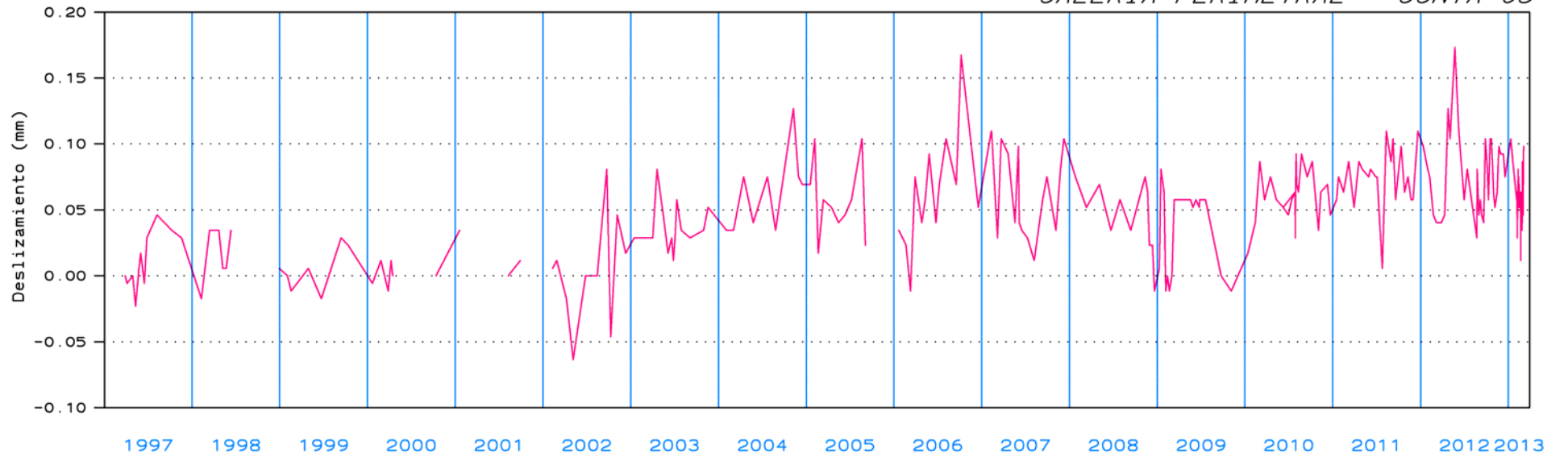
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 03*



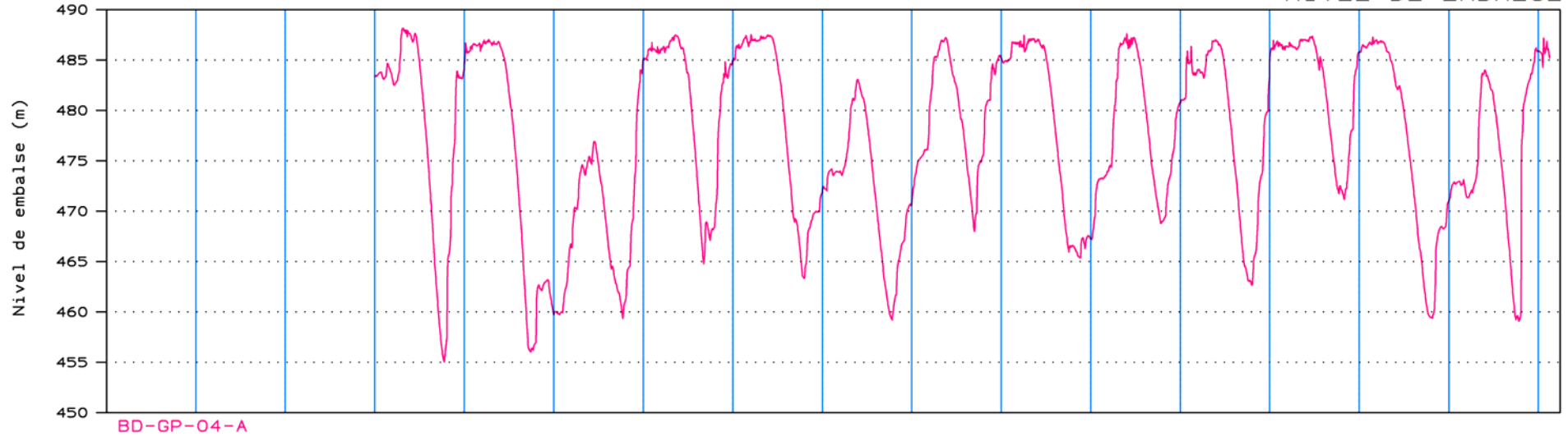


# TERNAS DE BASE

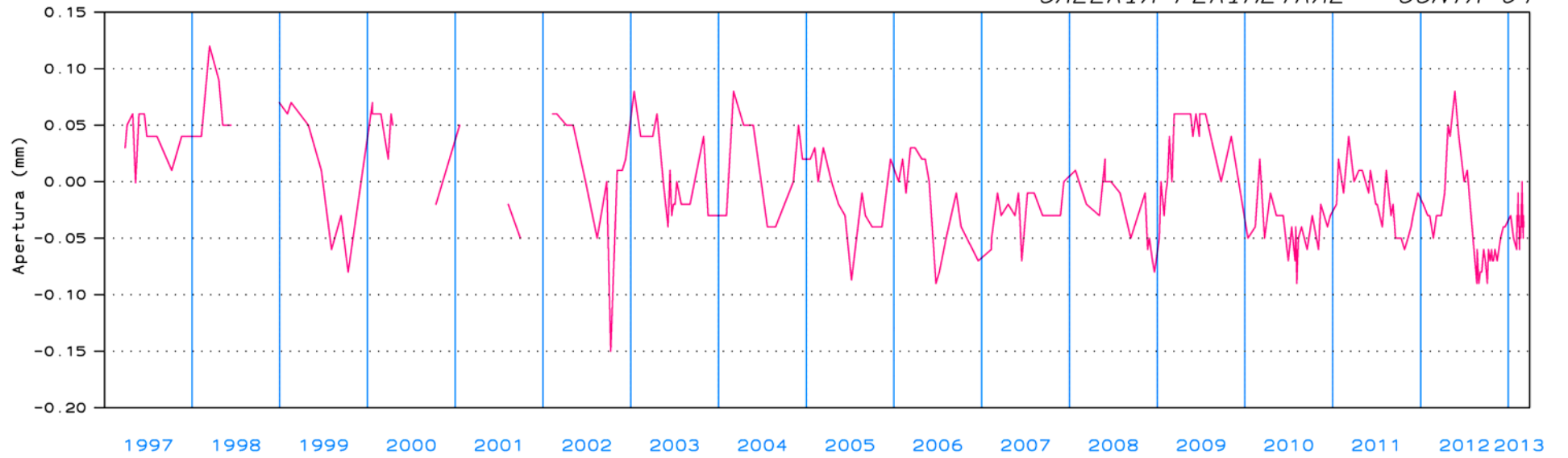
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 04*



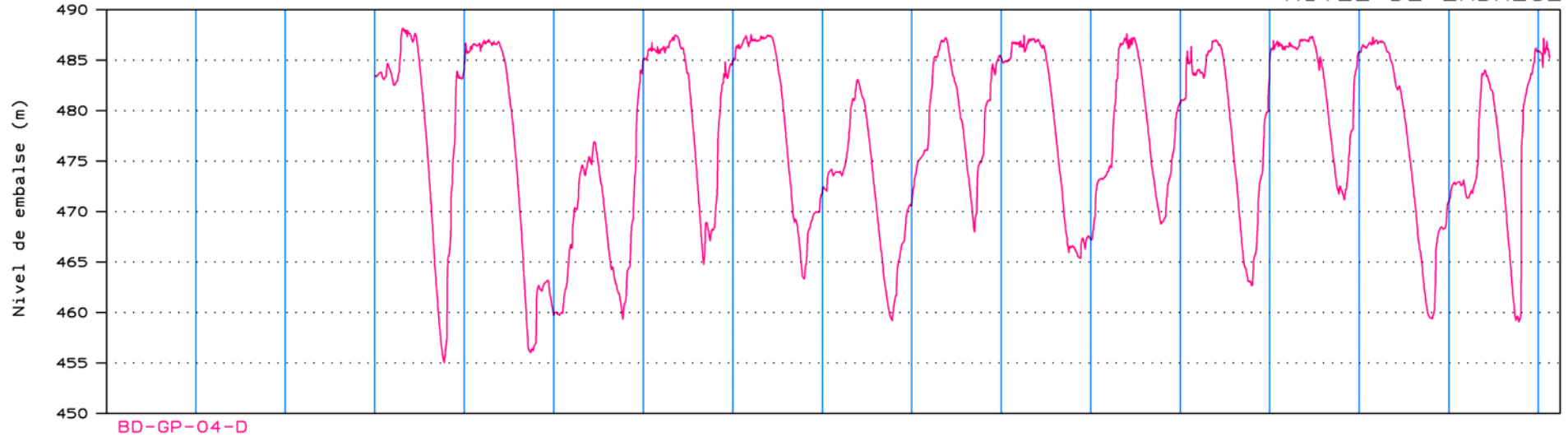
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

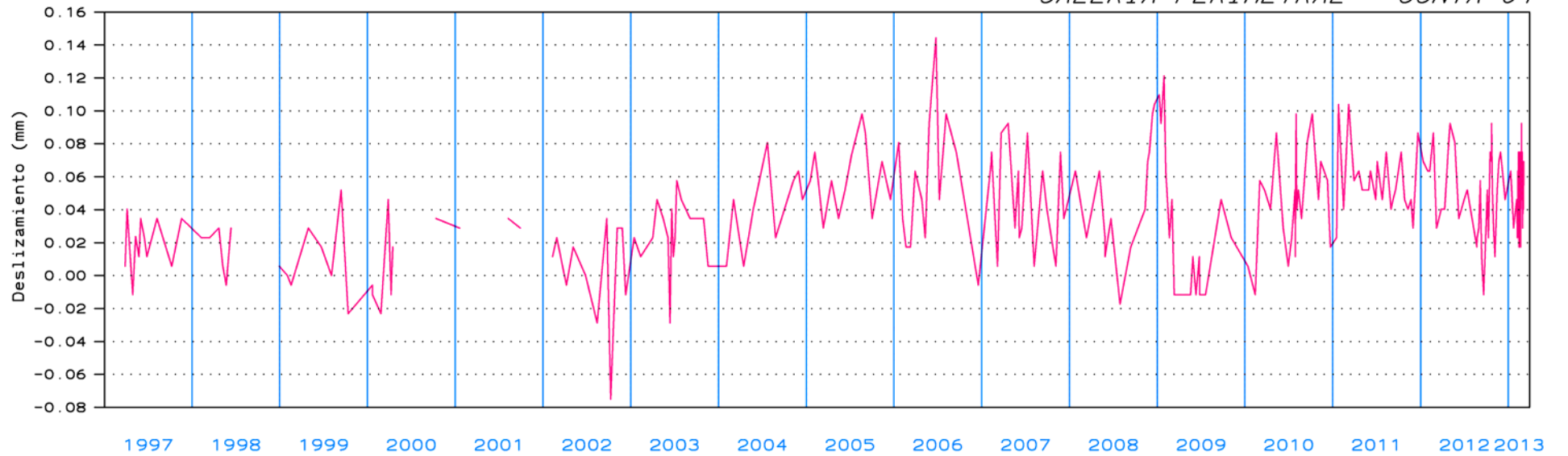
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 04*



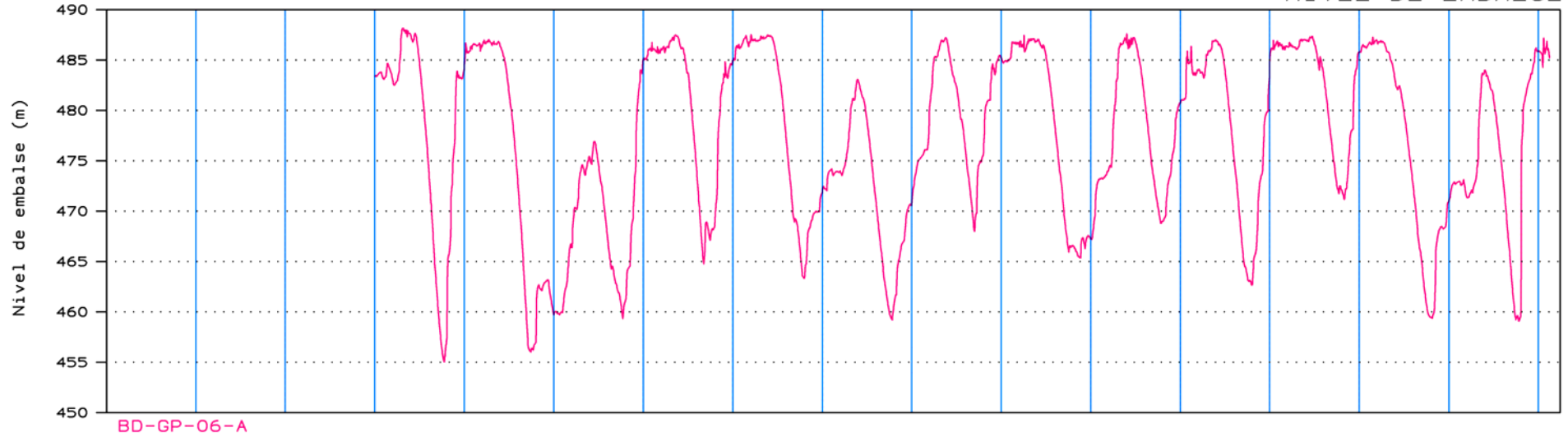
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

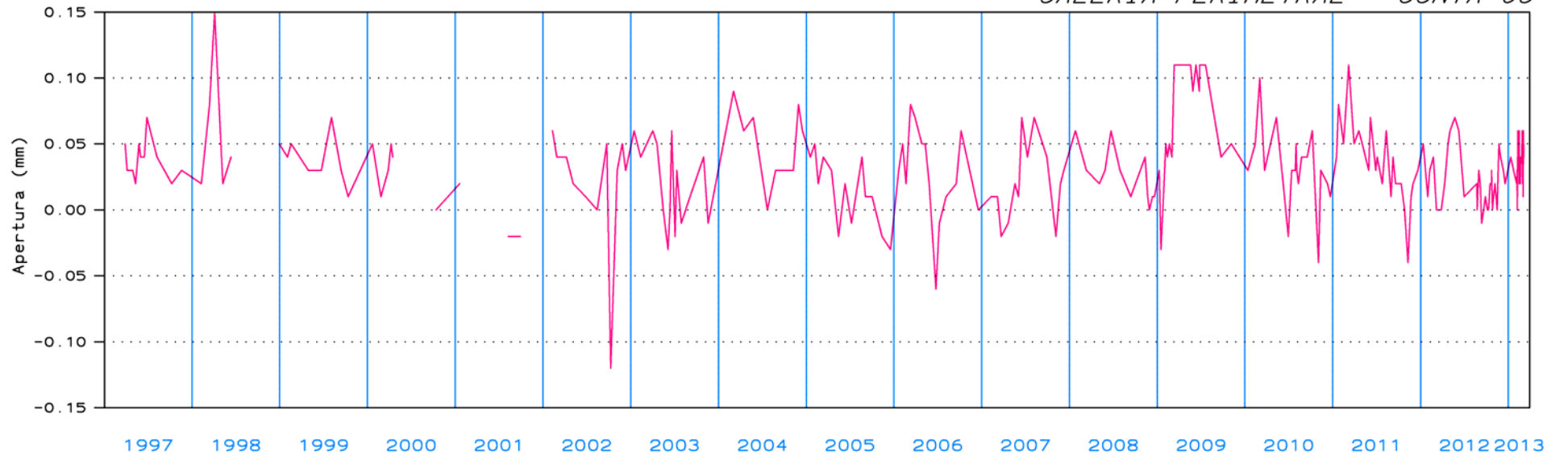
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 06*

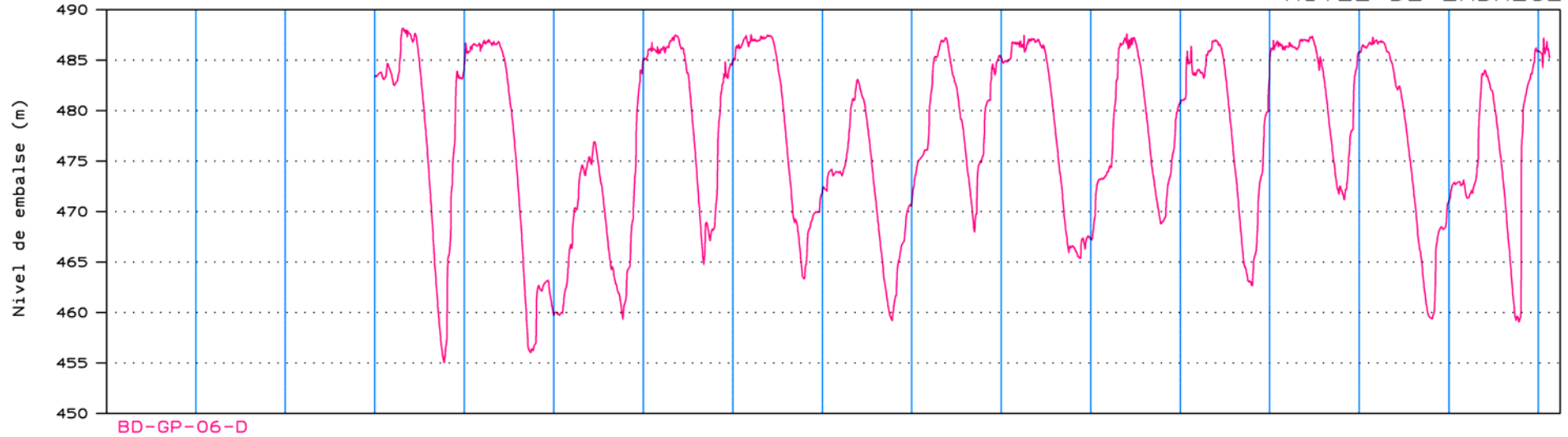


# TERNAS DE BASE

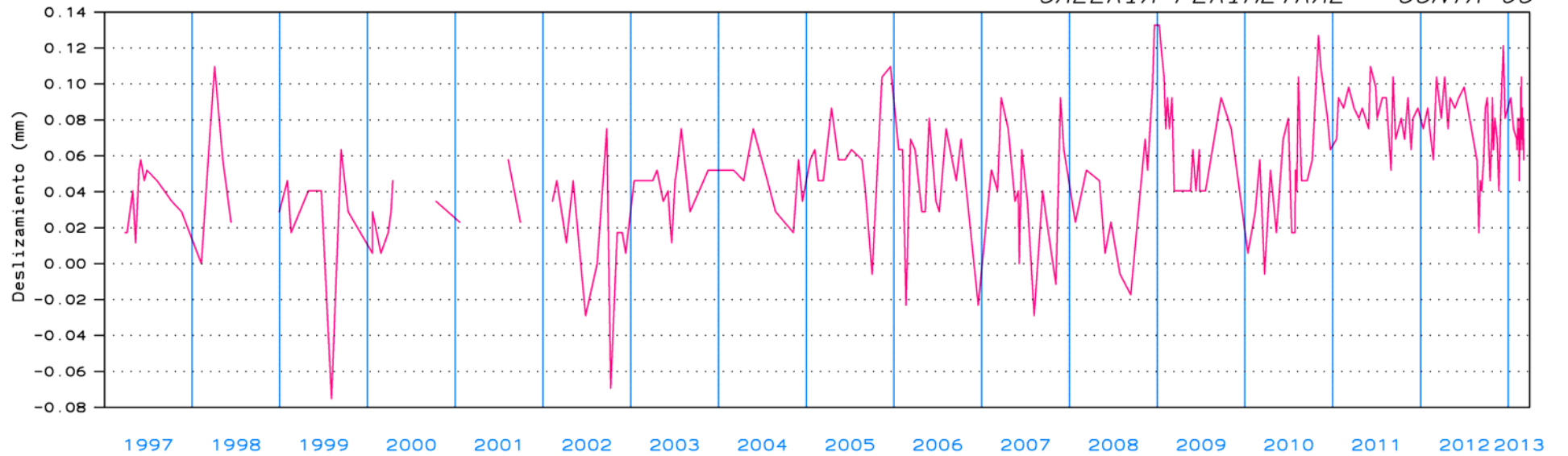
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

NIVEL DE EMBALSE



GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 06

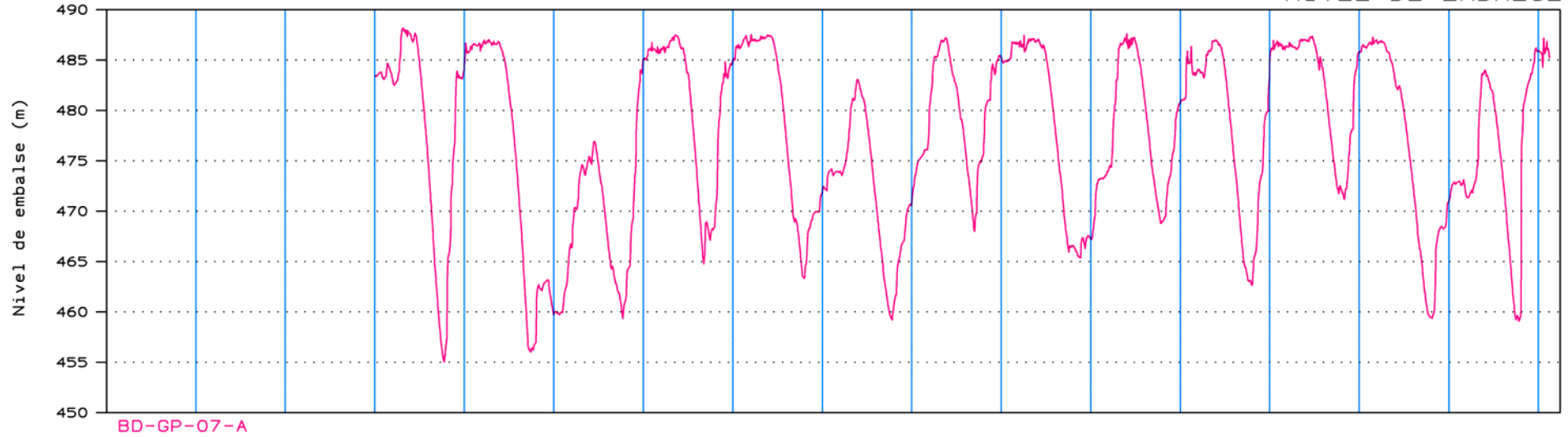


# TERNAS DE BASE

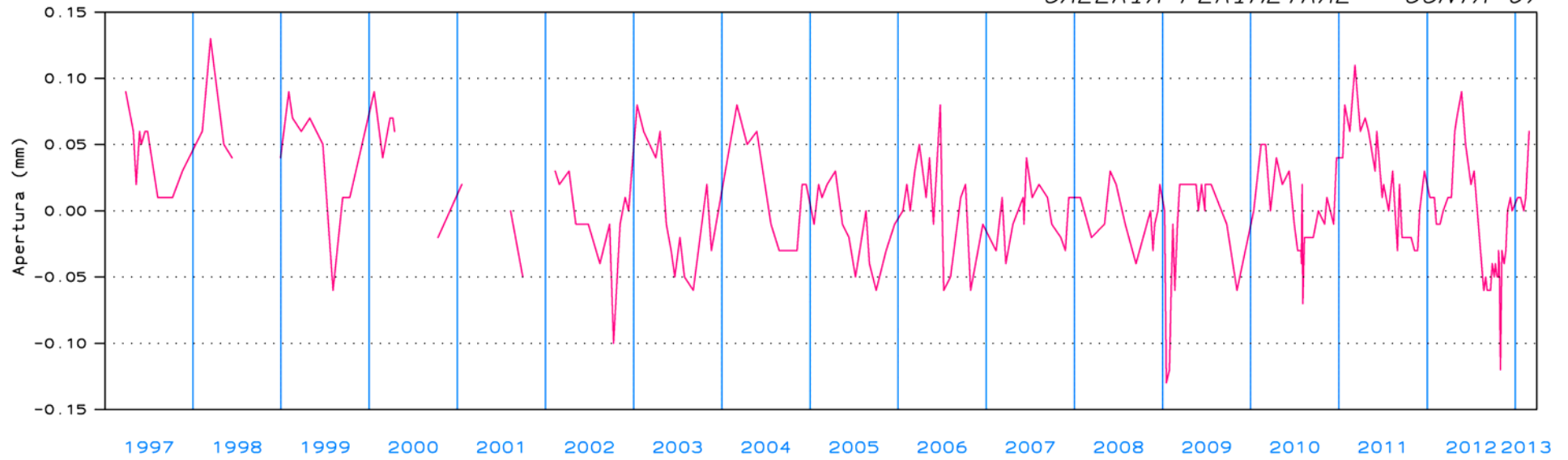
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 07*

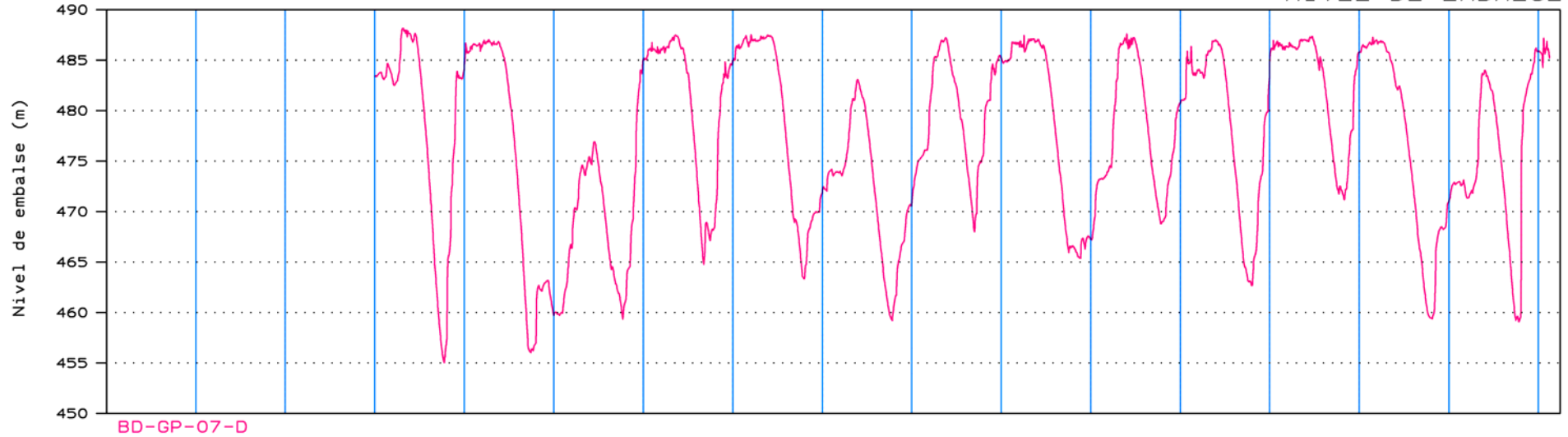


# TERNAS DE BASE

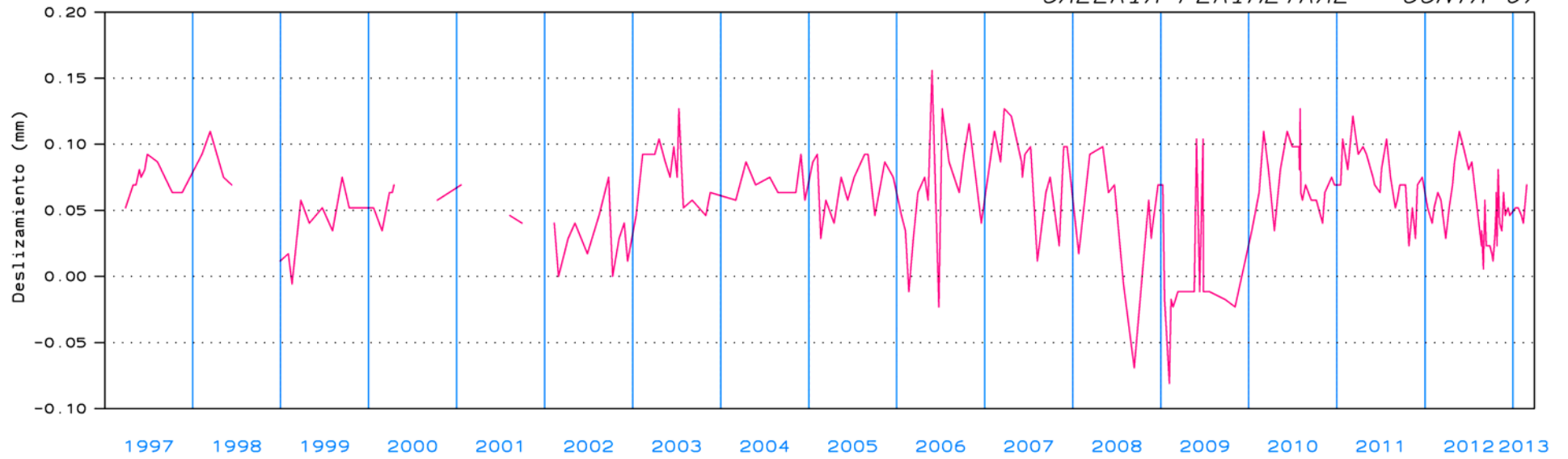
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 07*

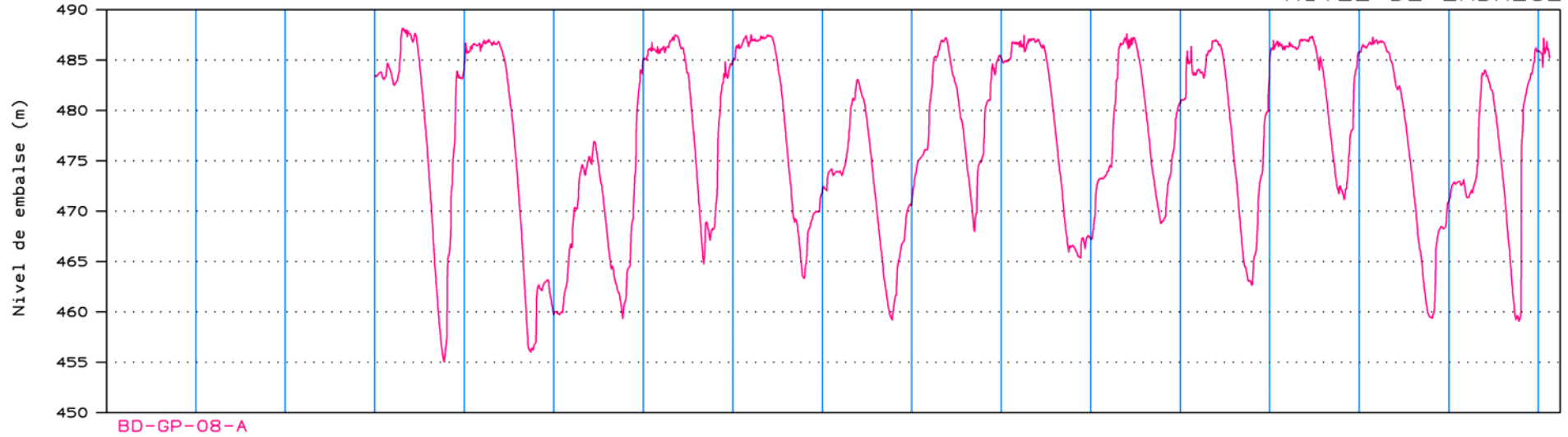


# TERNAS DE BASE

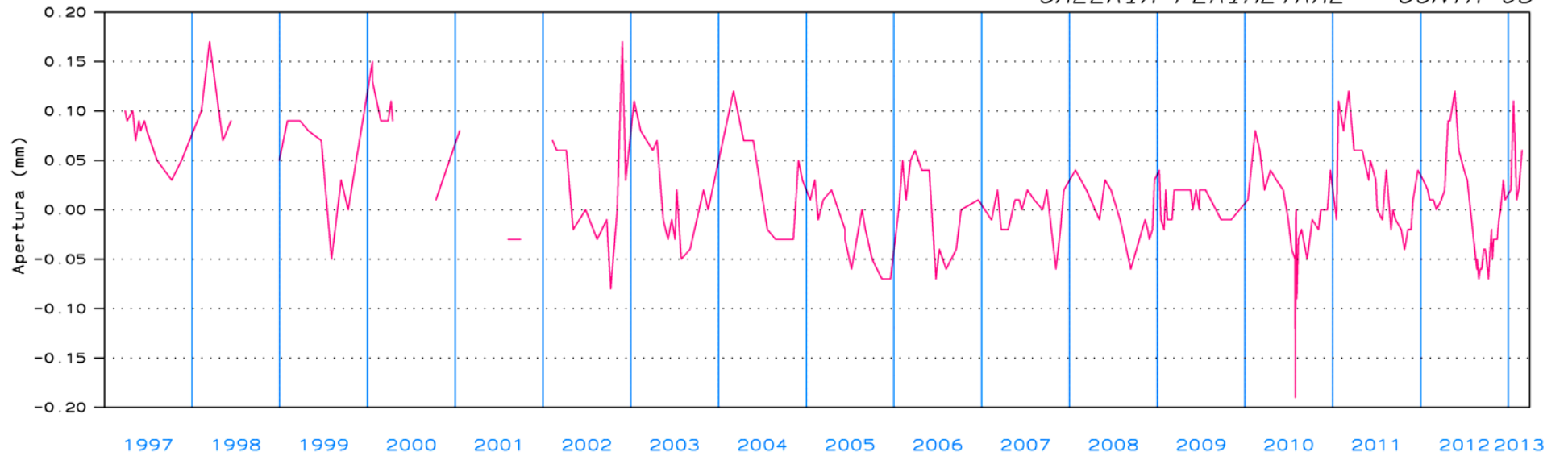
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 08*

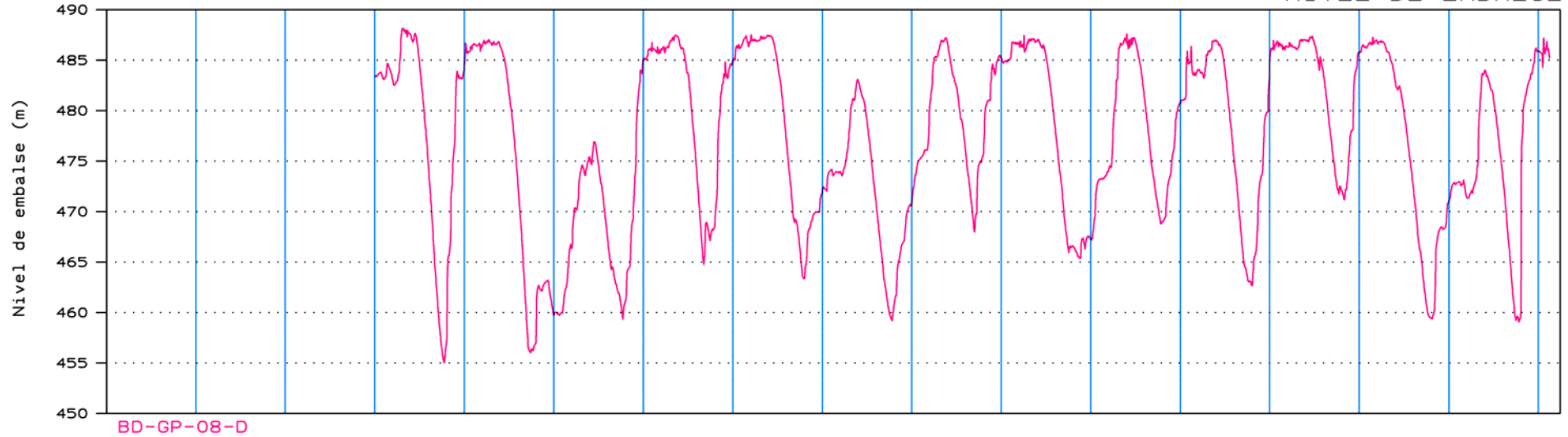


# TERNAS DE BASE

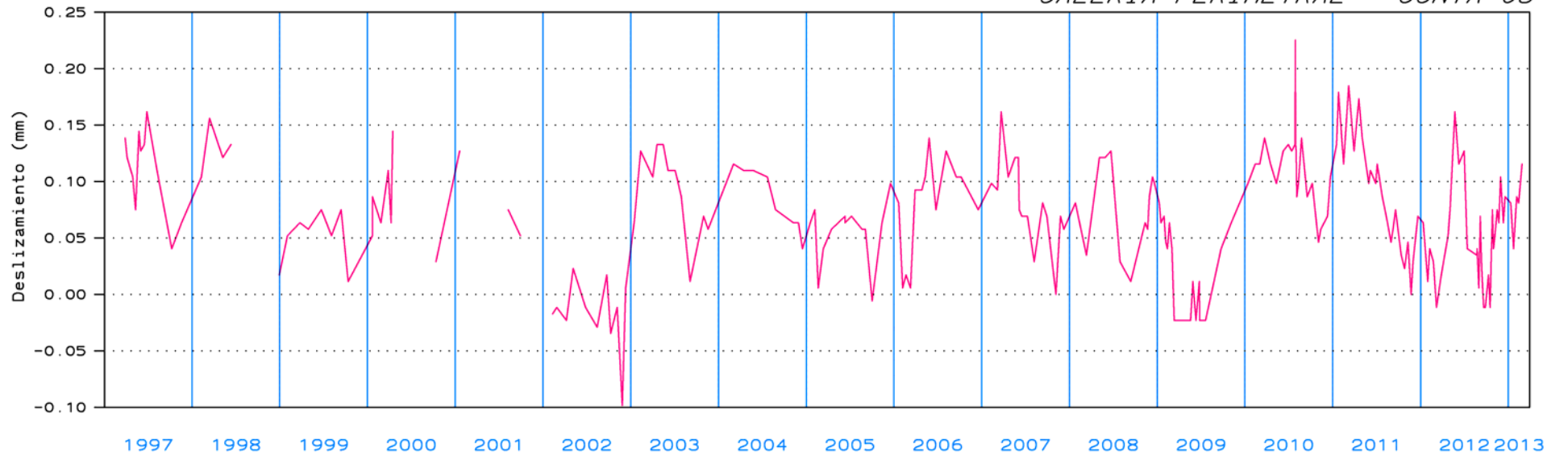
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 08*



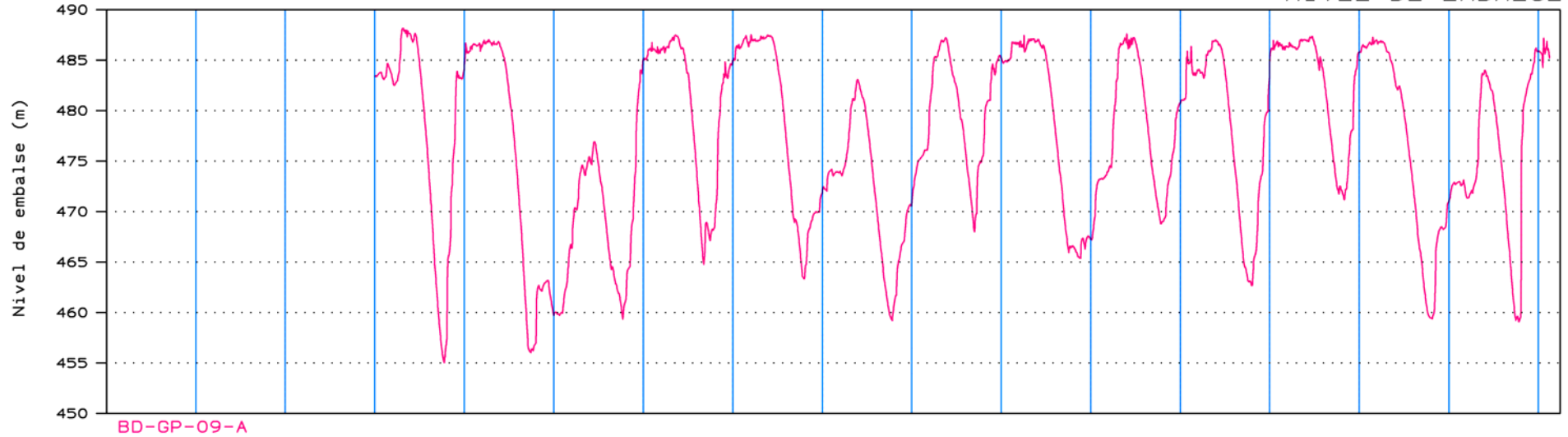


# TERNAS DE BASE

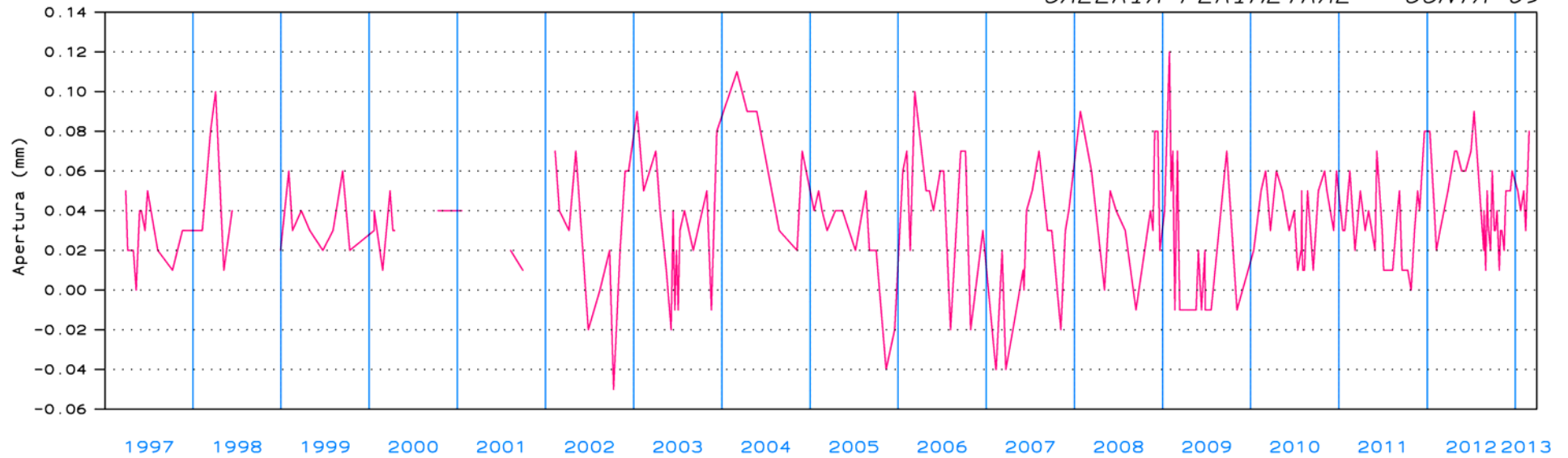
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 09*

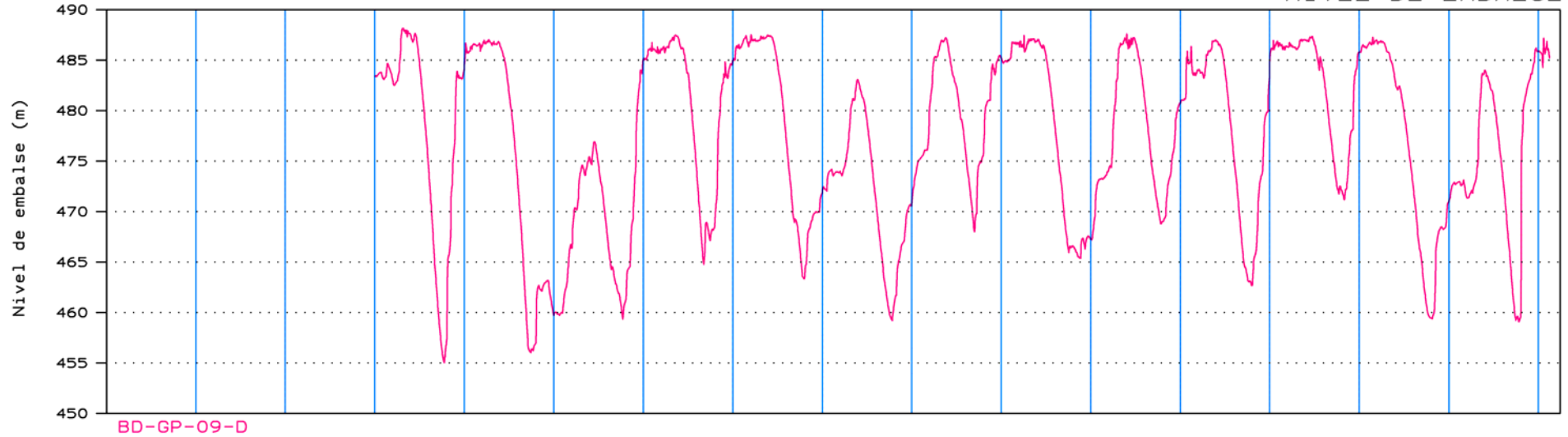


# TERNAS DE BASE

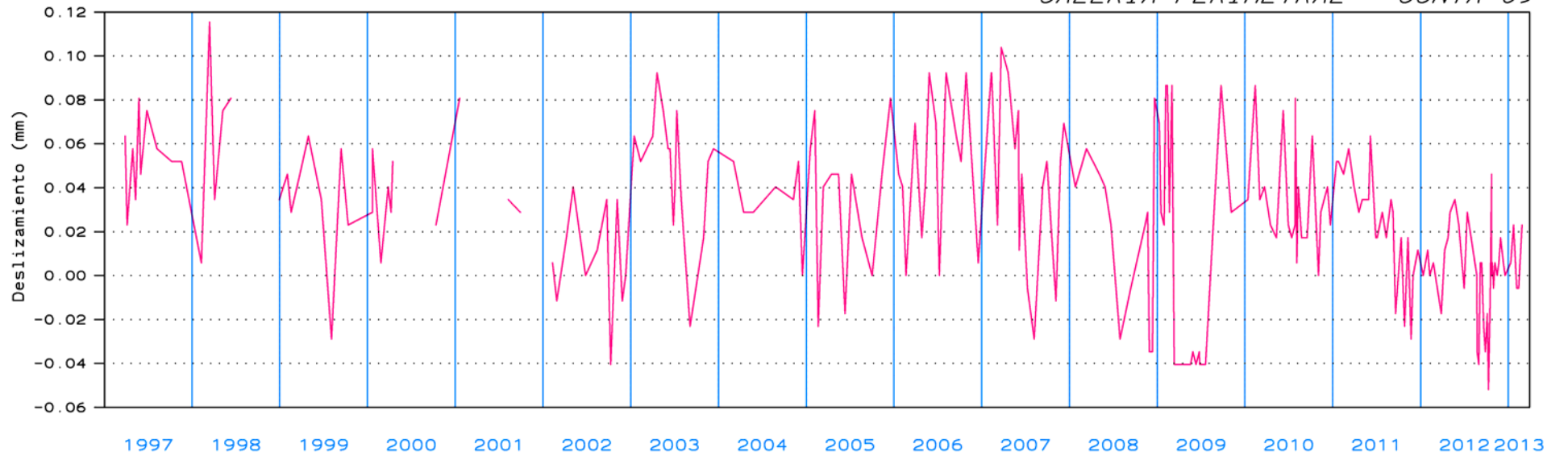
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

NIVEL DE EMBALSE



GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 09

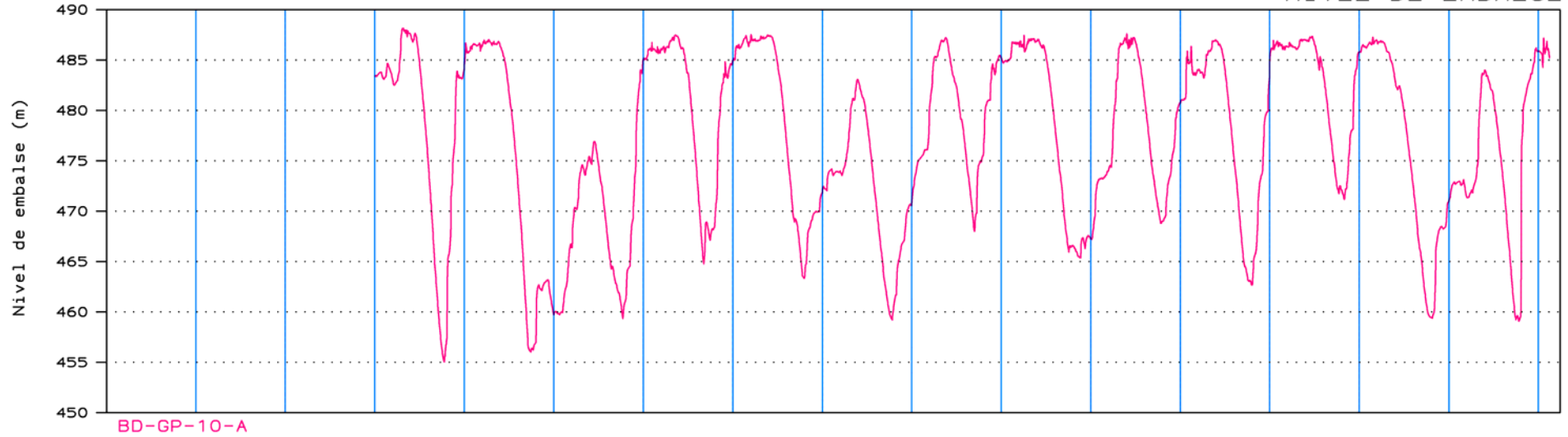


# TERNAS DE BASE

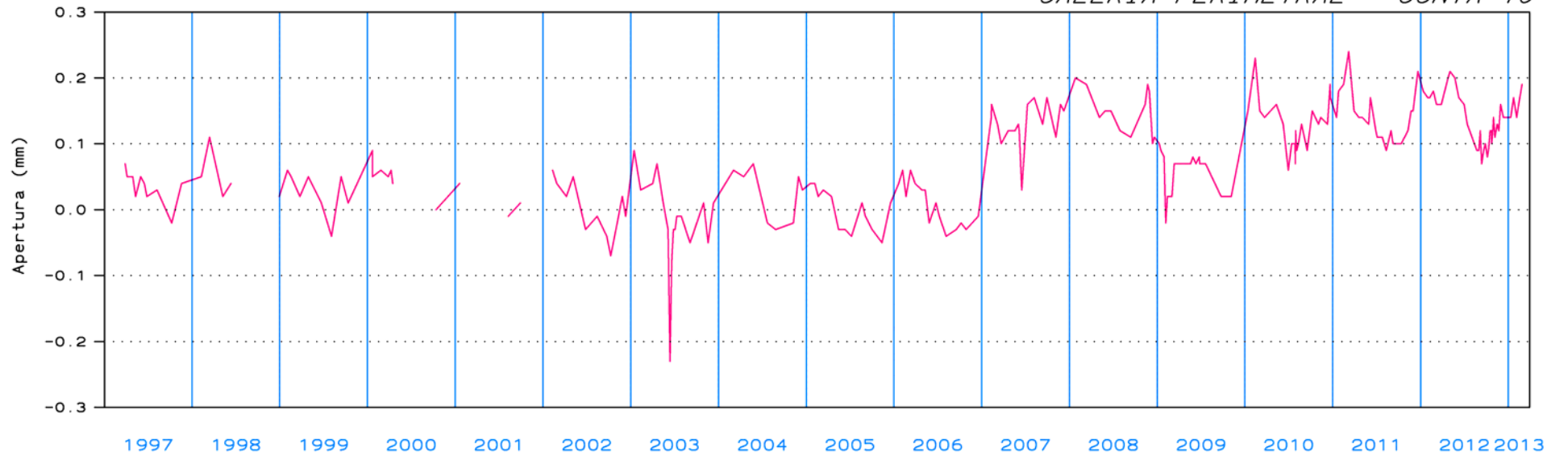
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 10*



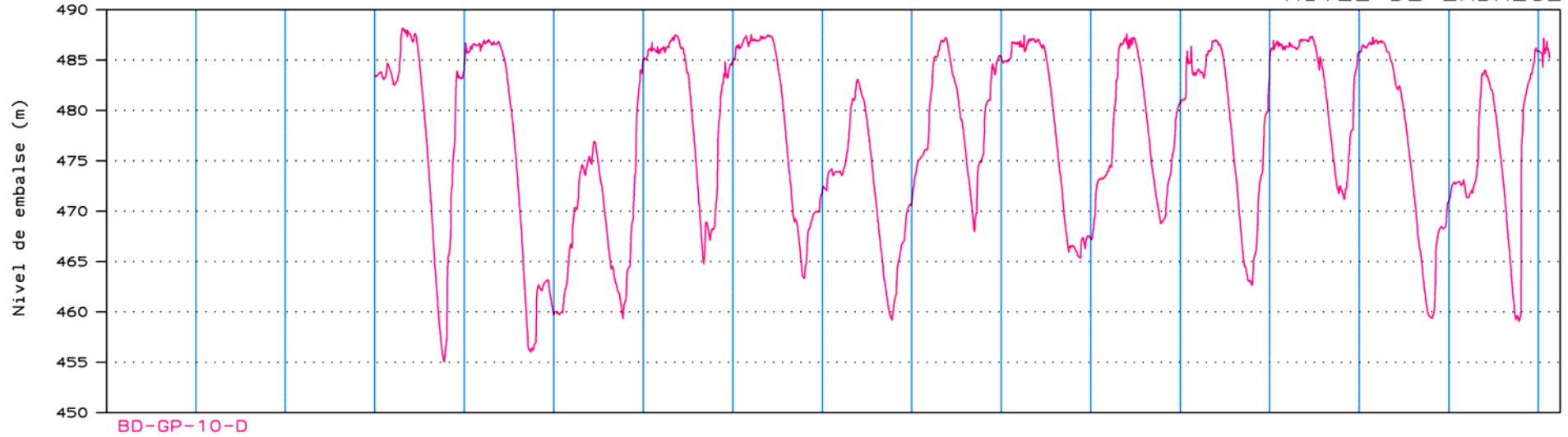
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

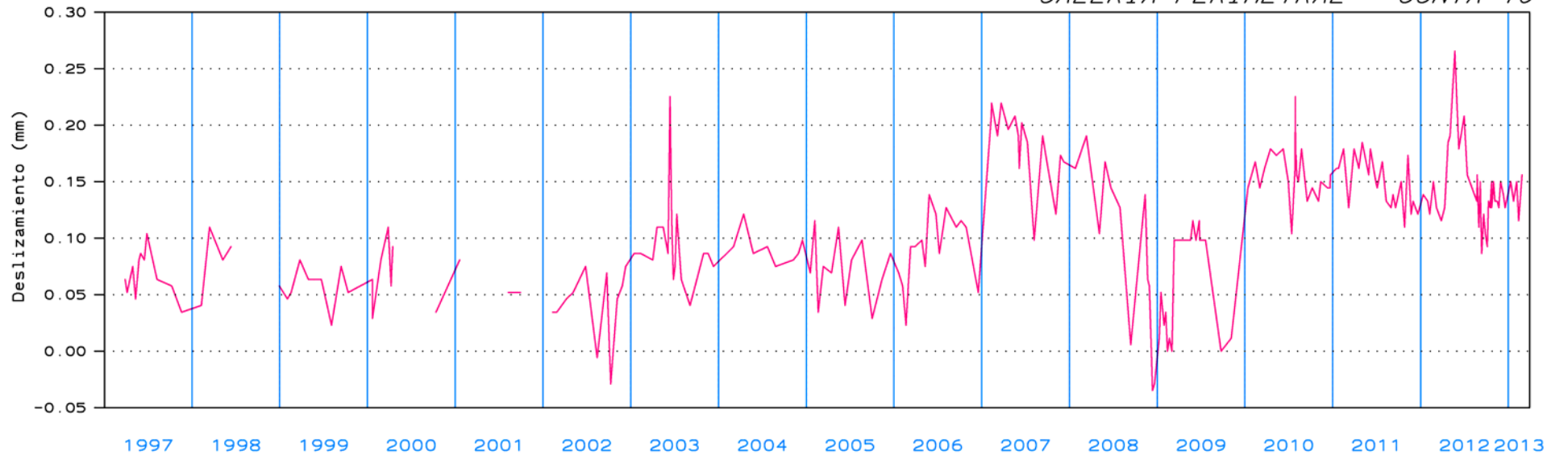
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 10*



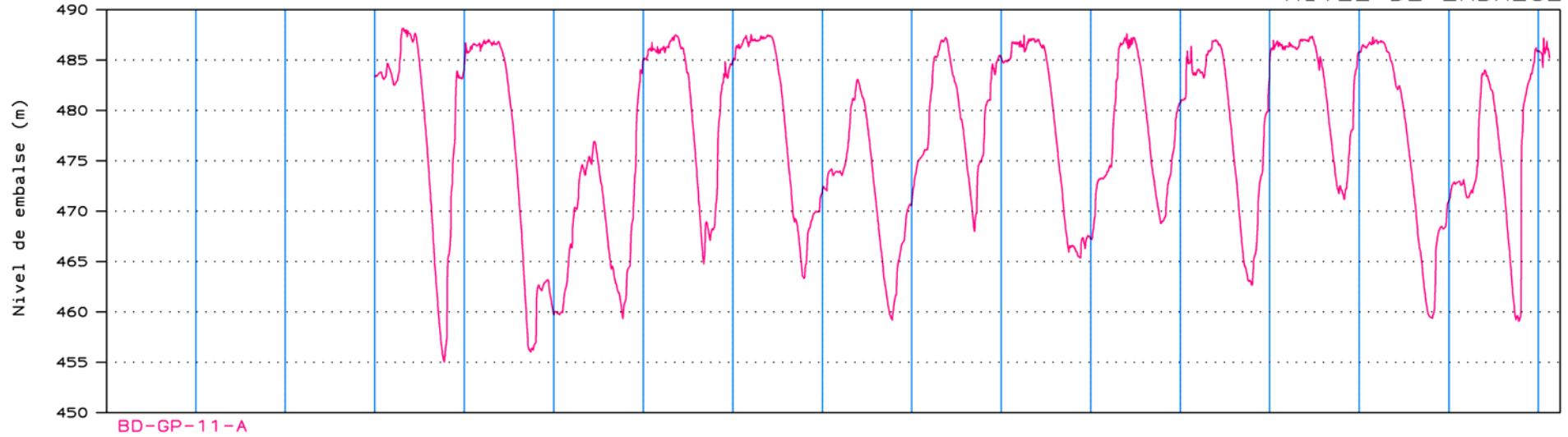
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

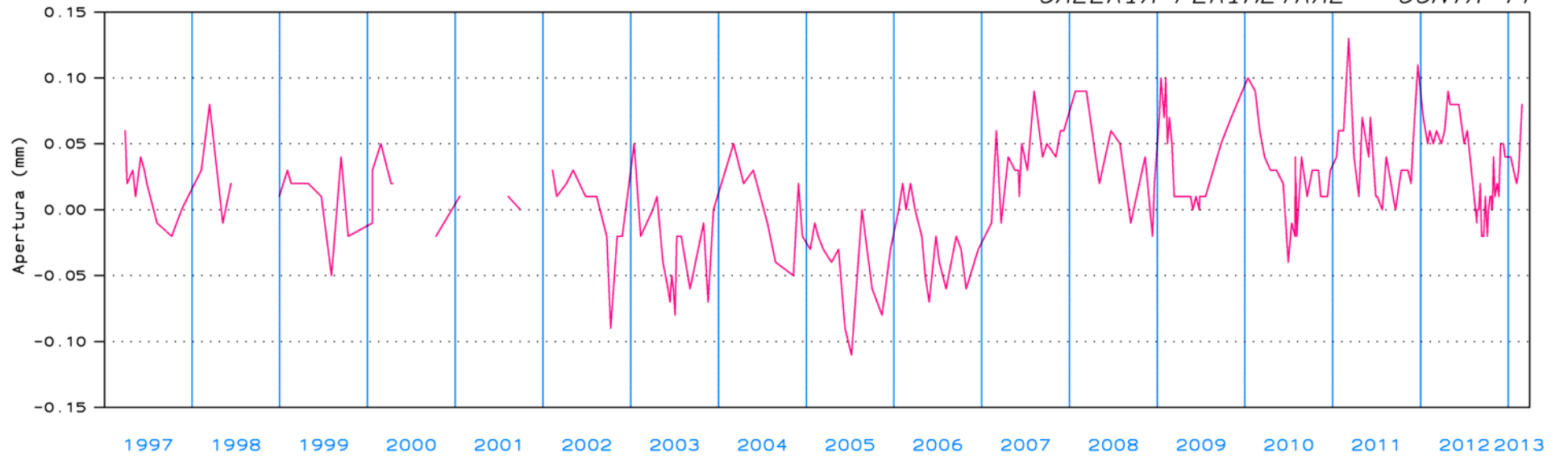
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 11*



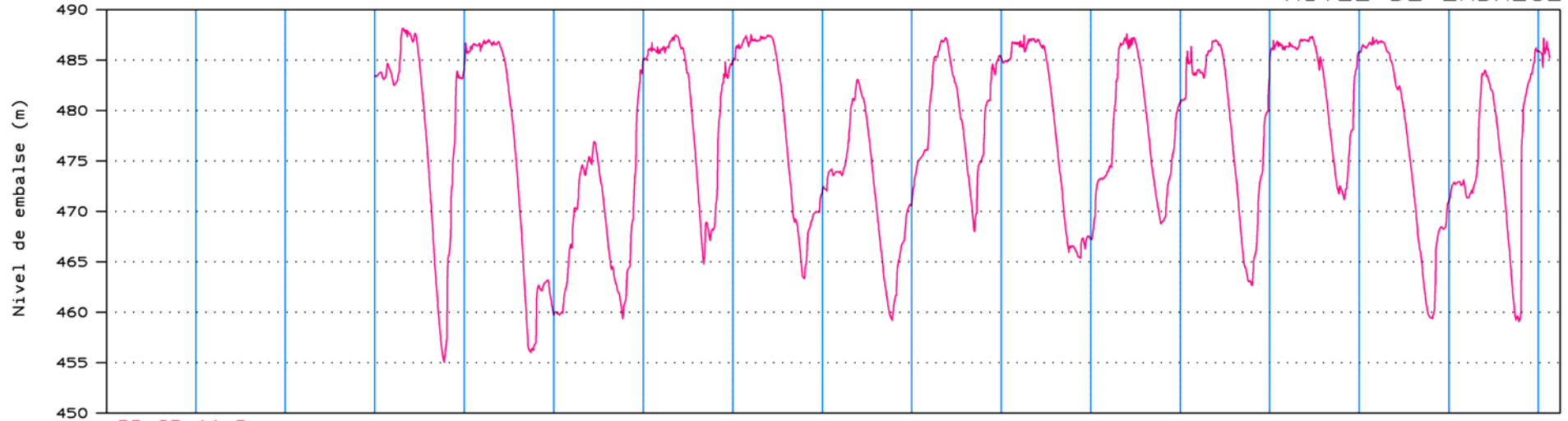
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

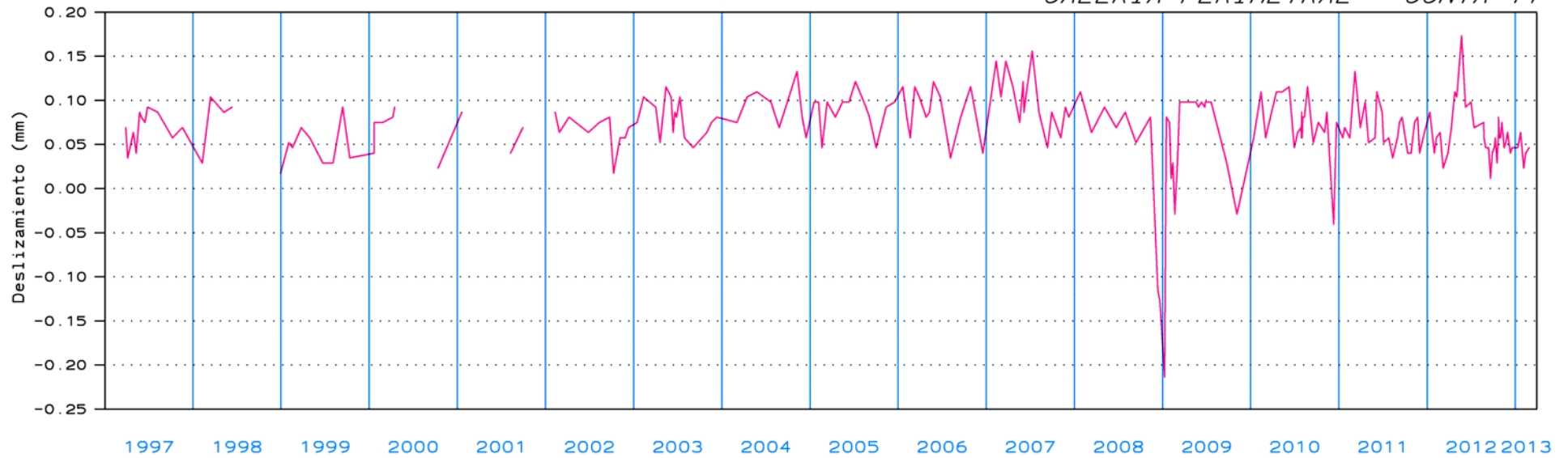
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 11*



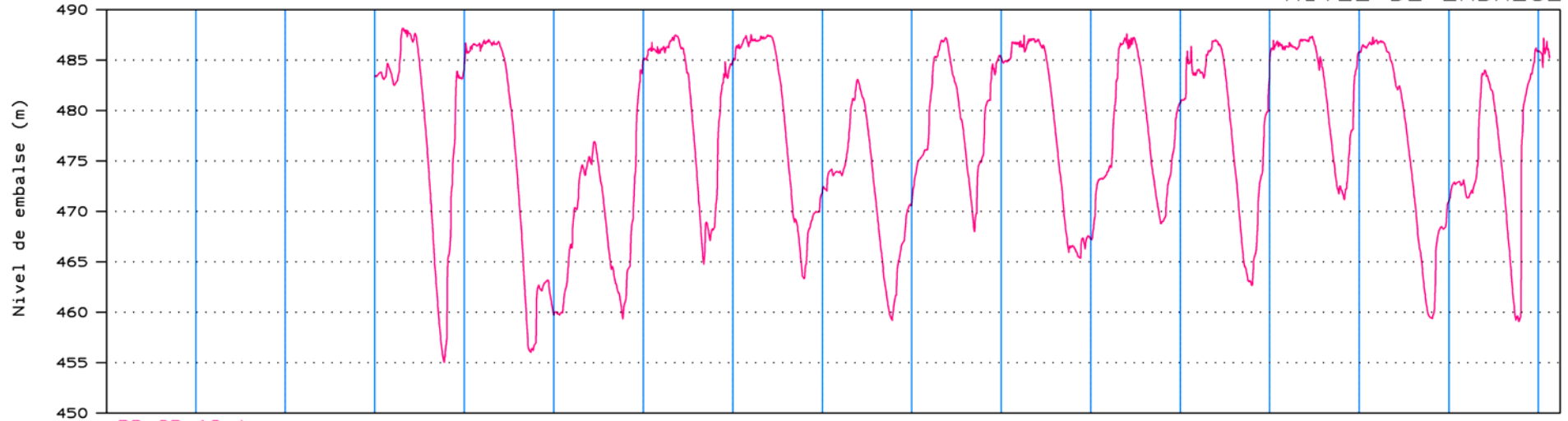
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

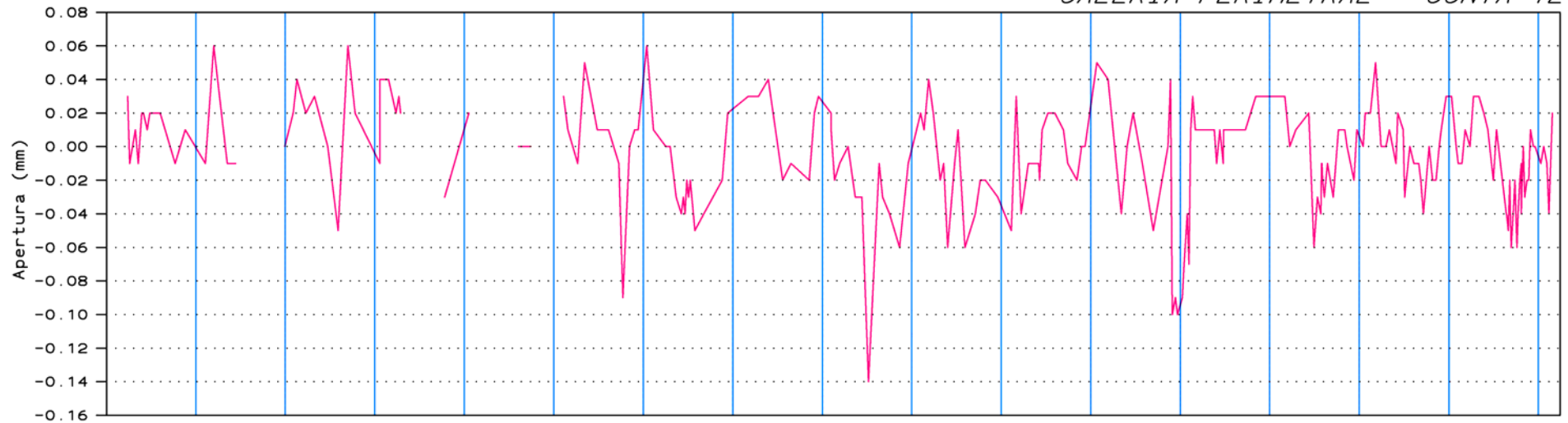
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GP-12-A

*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 12*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

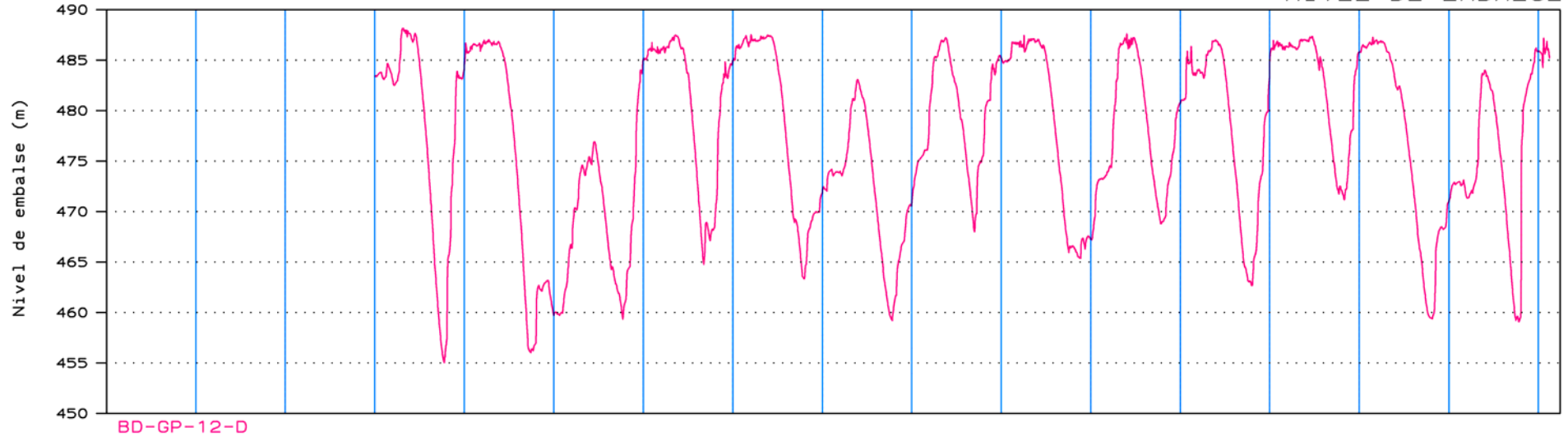
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

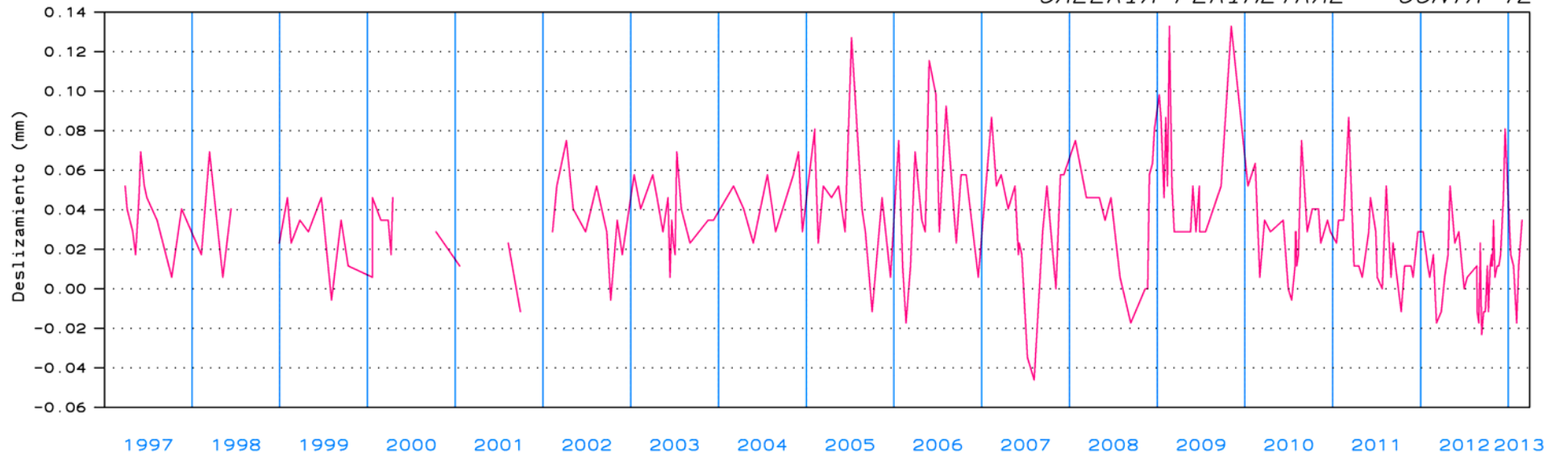
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 12*



PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

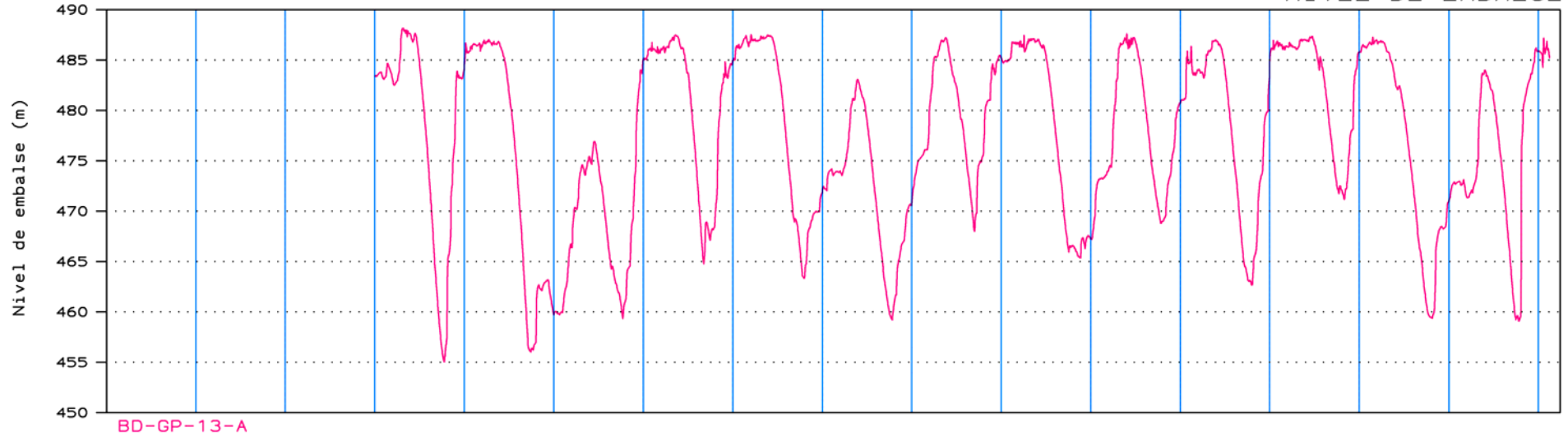


# TERNAS DE BASE

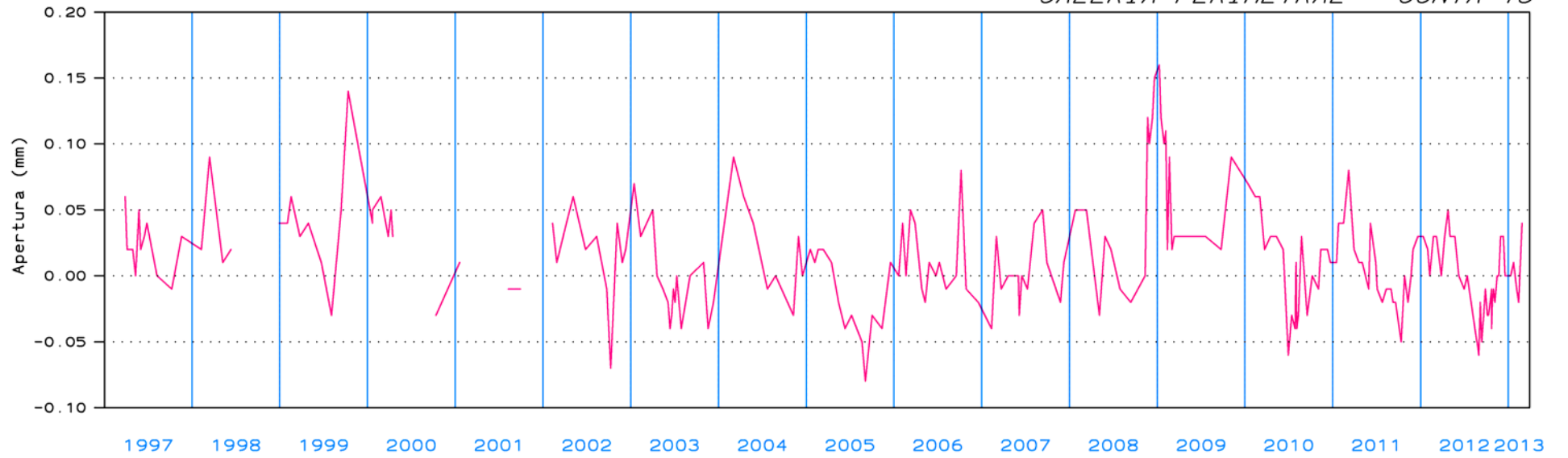
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 13*

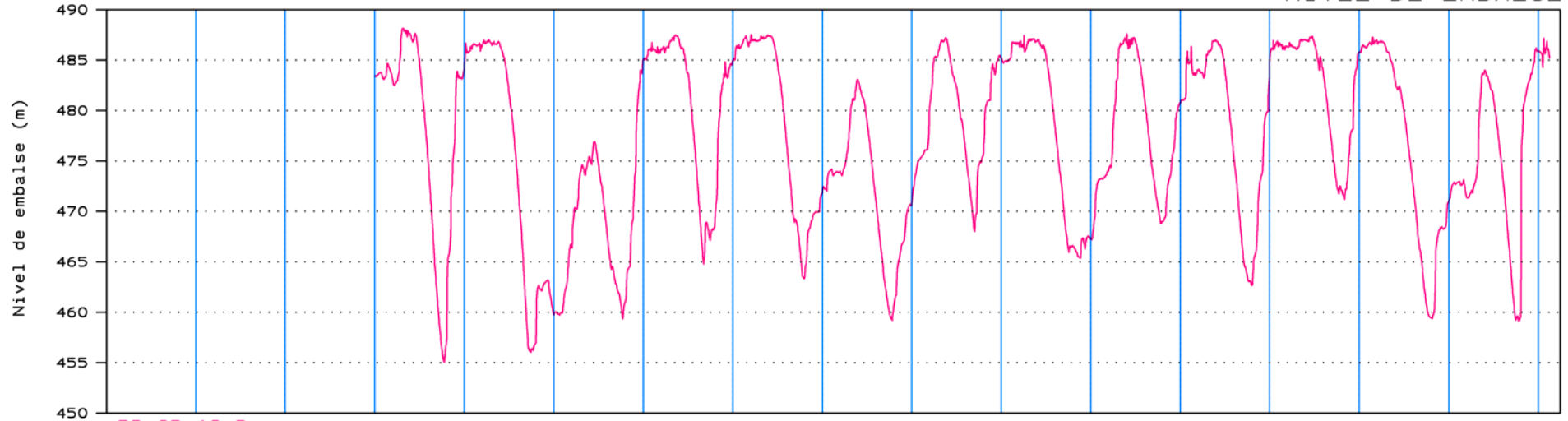


# TERNAS DE BASE

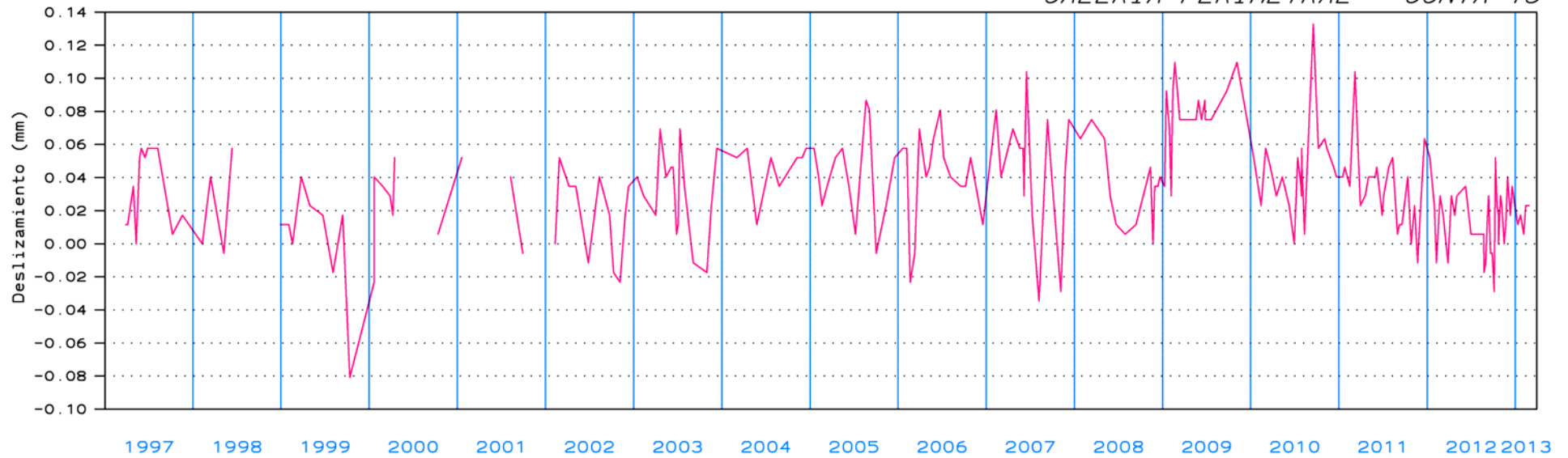
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

NIVEL DE EMBALSE



GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 13



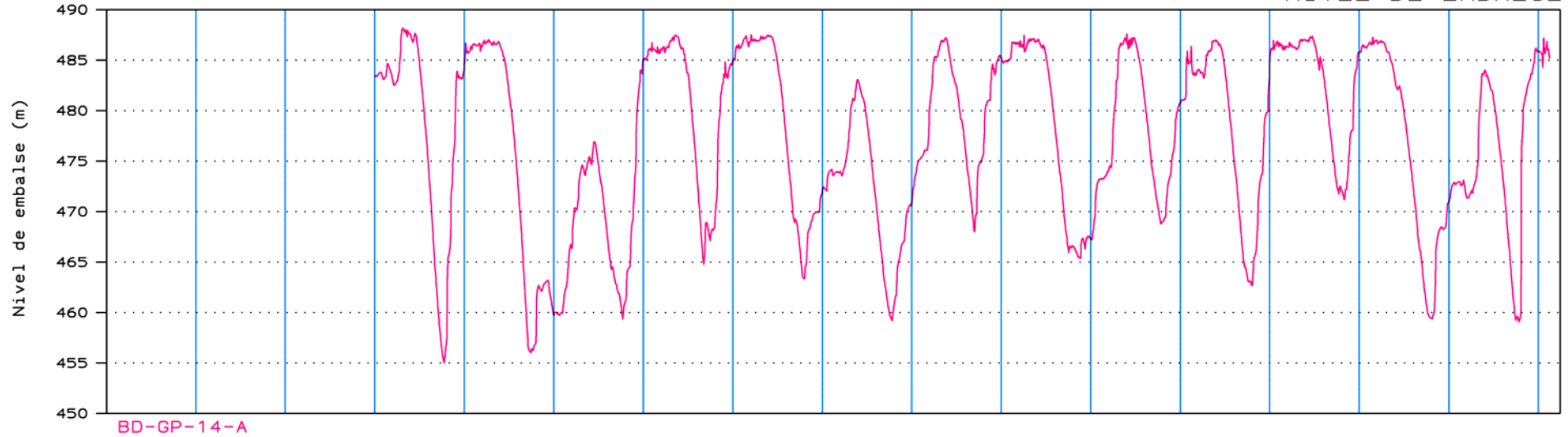
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

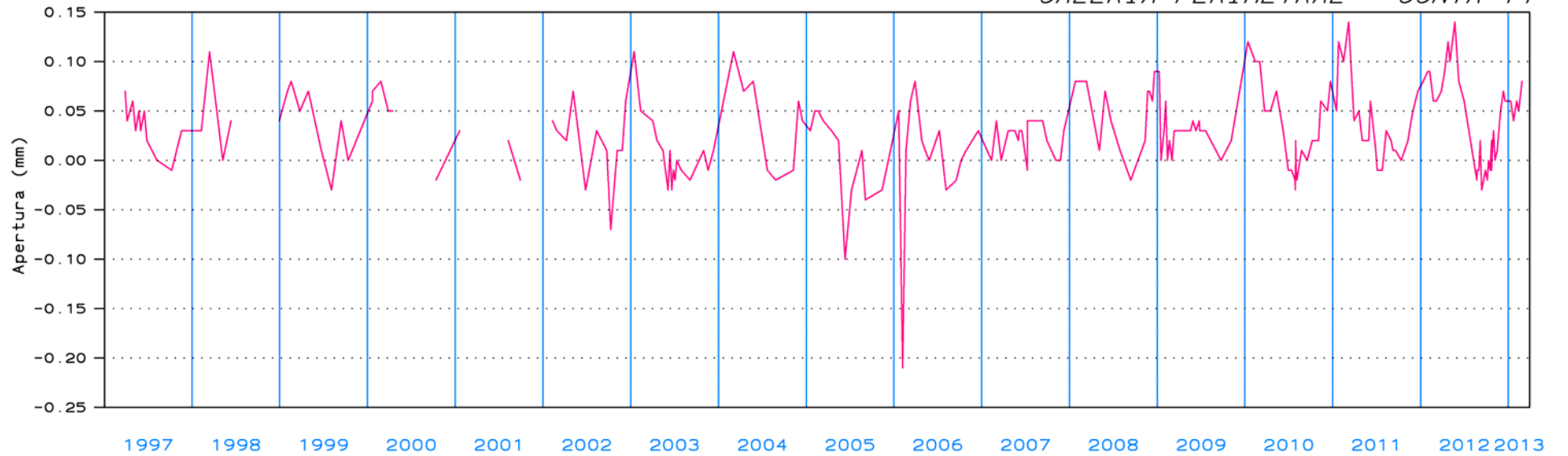
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 14*



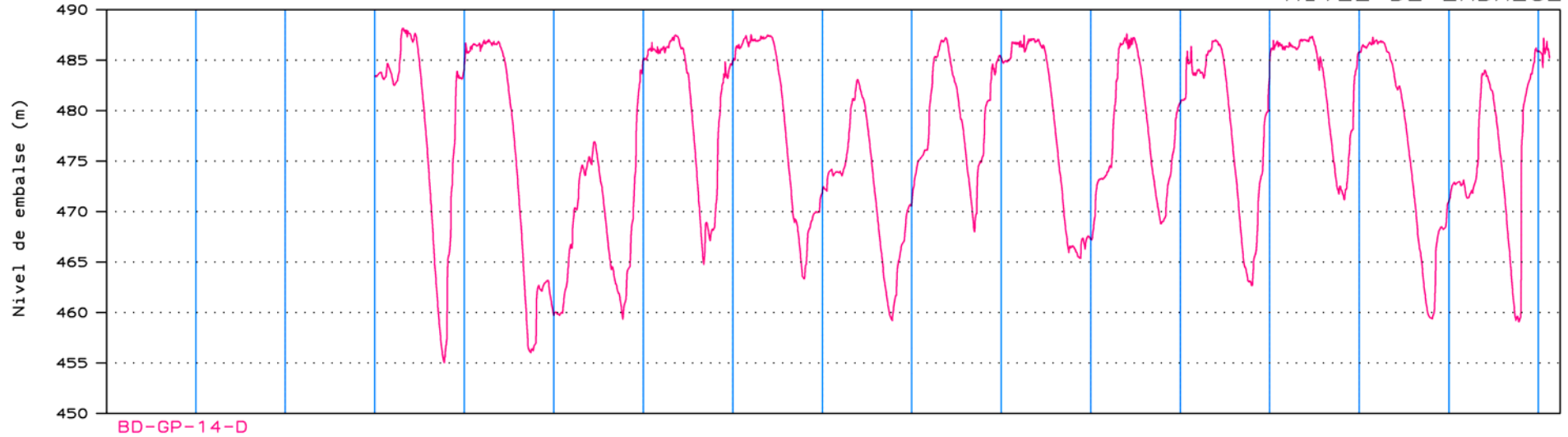
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

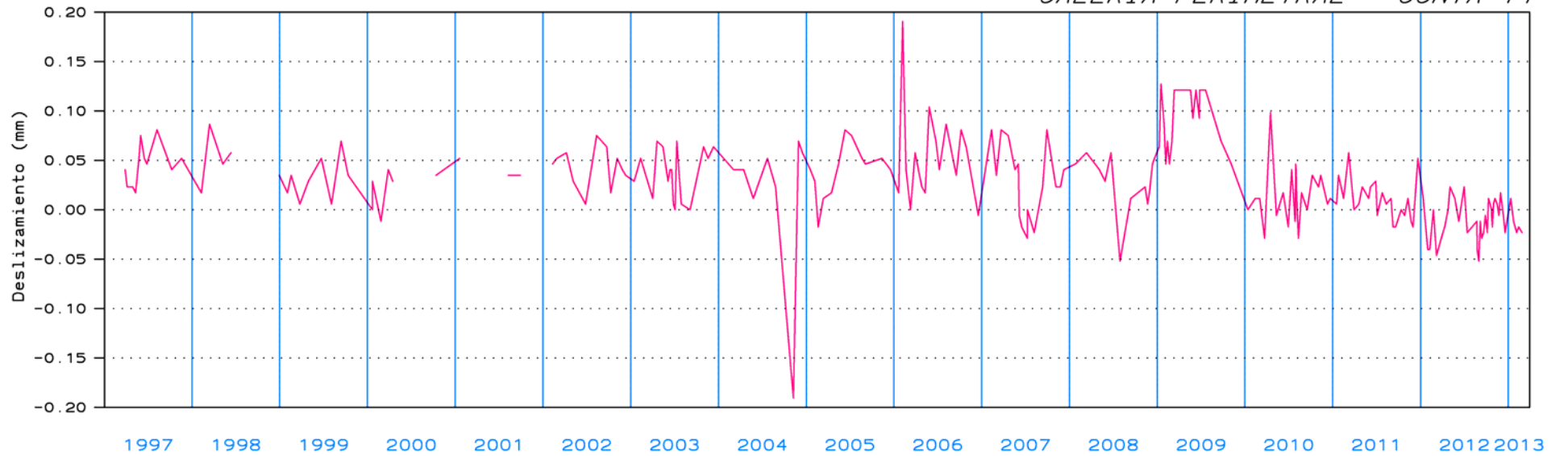
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 14*

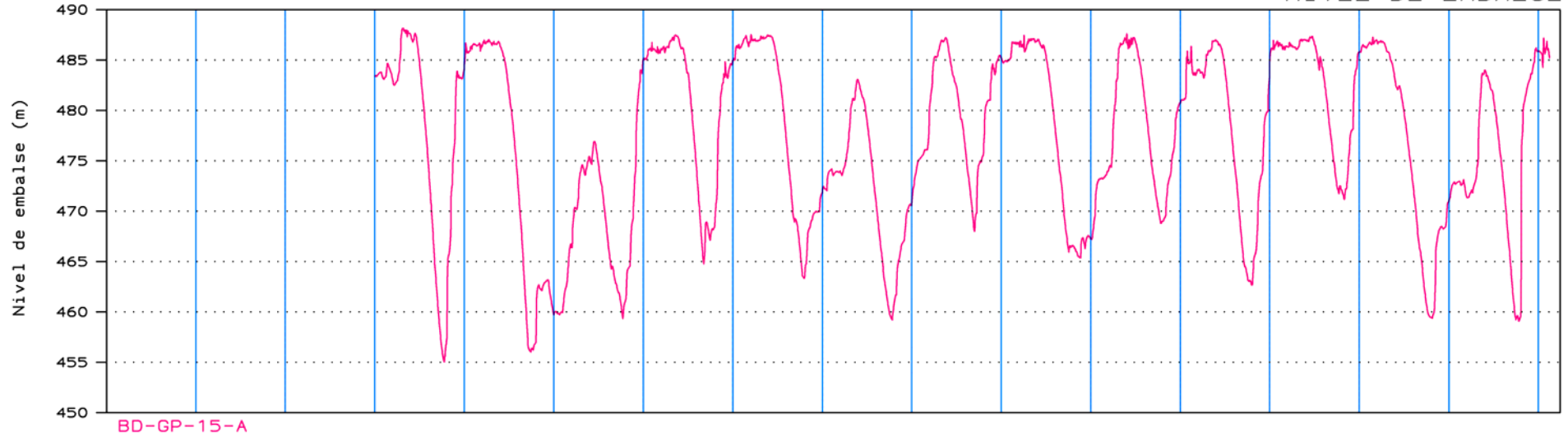


# TERNAS DE BASE

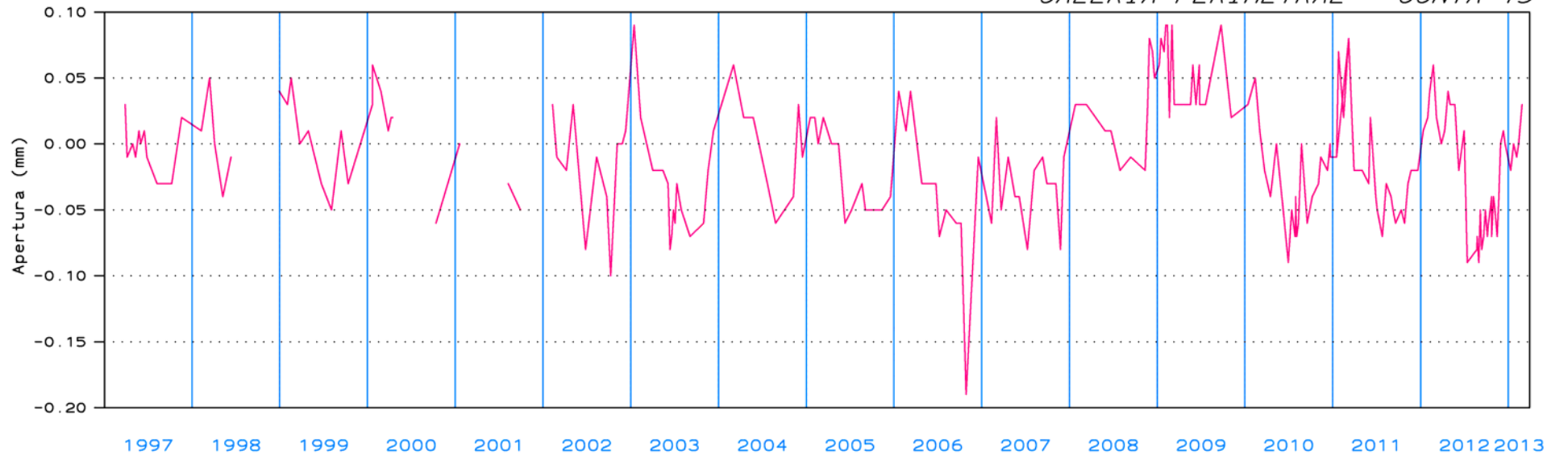
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 15*



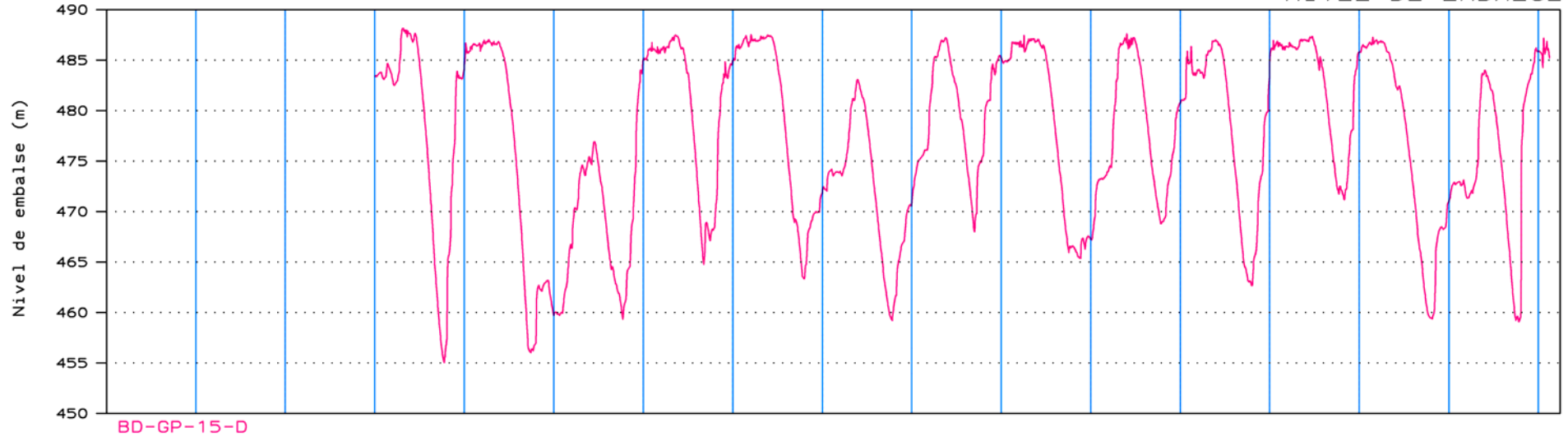
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

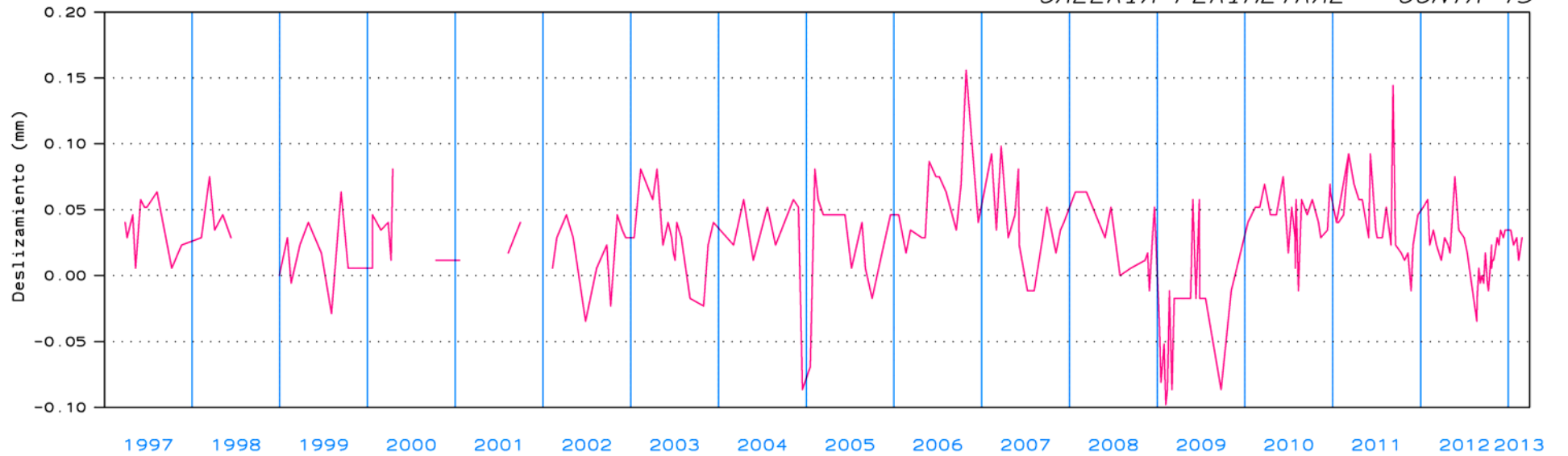
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 15*



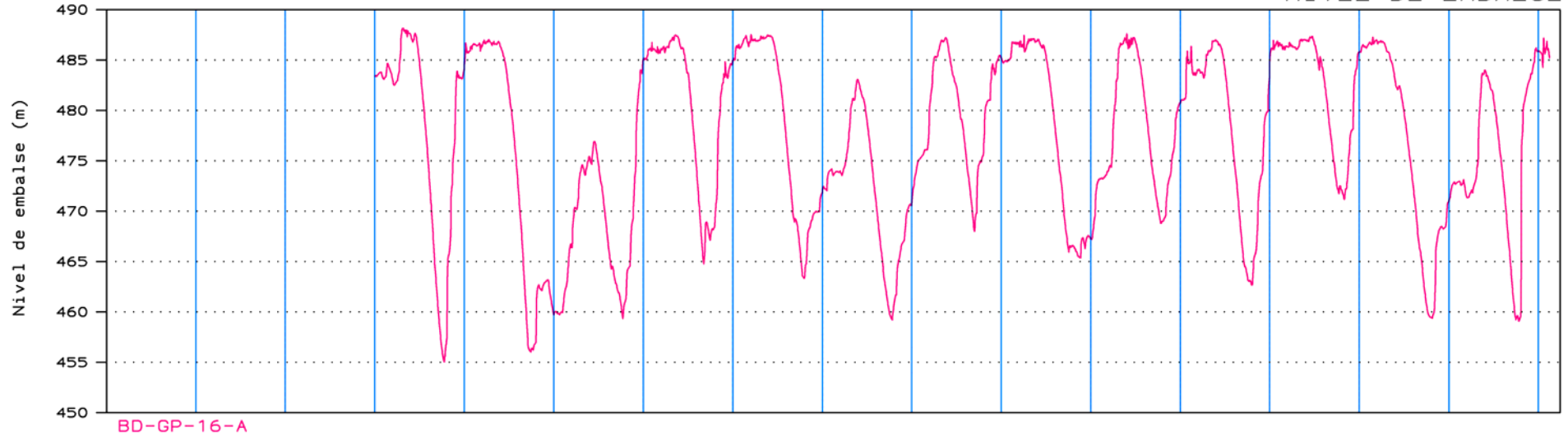
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

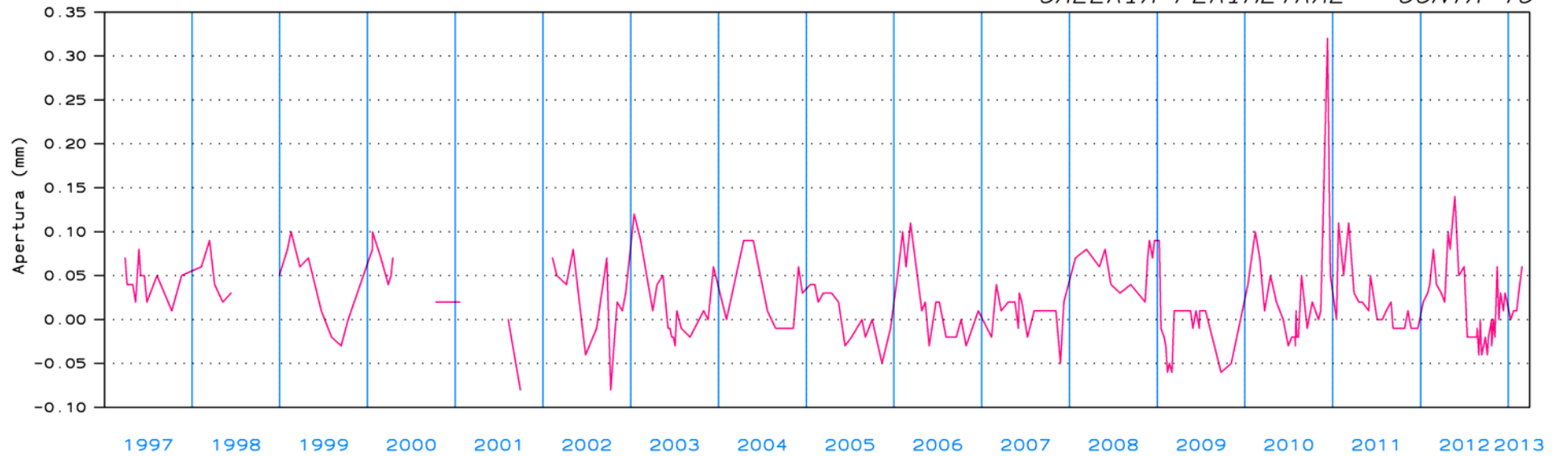
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 16*



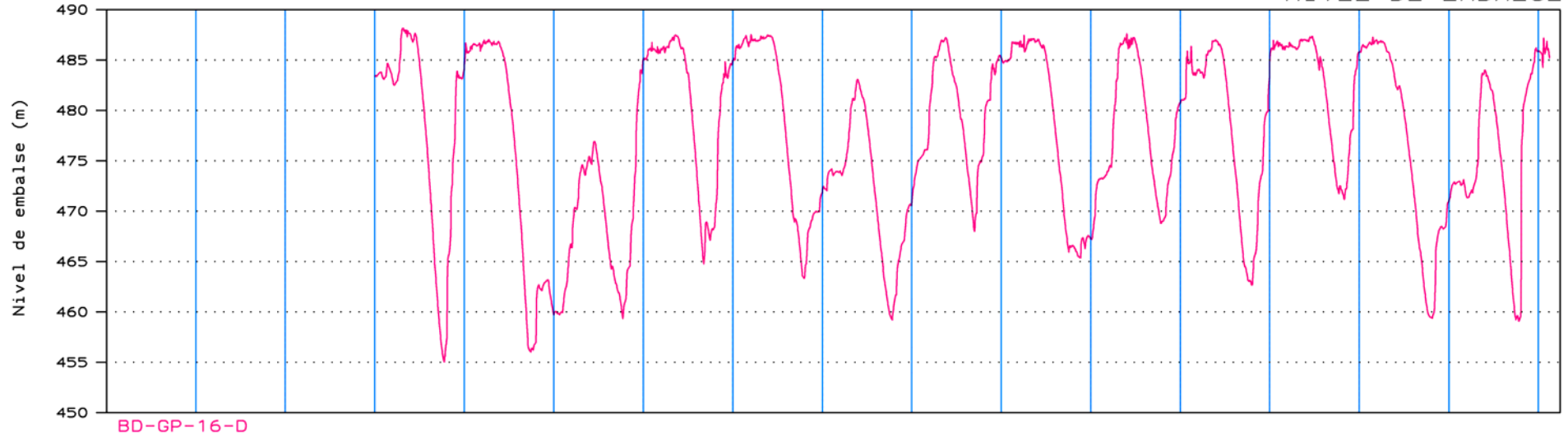
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

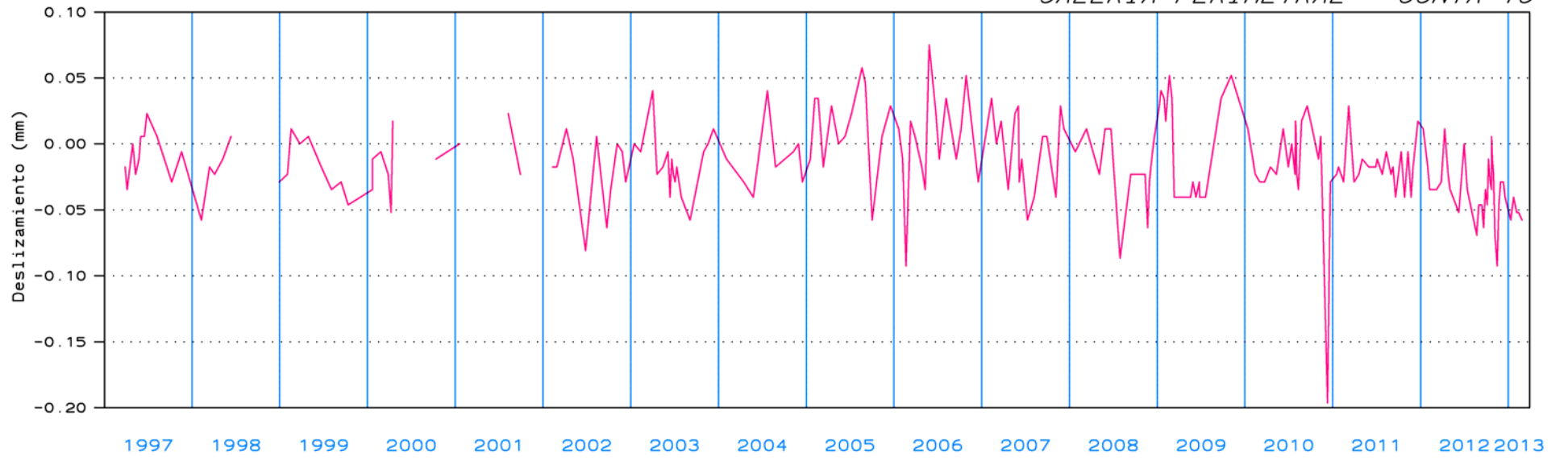
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 16*



PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

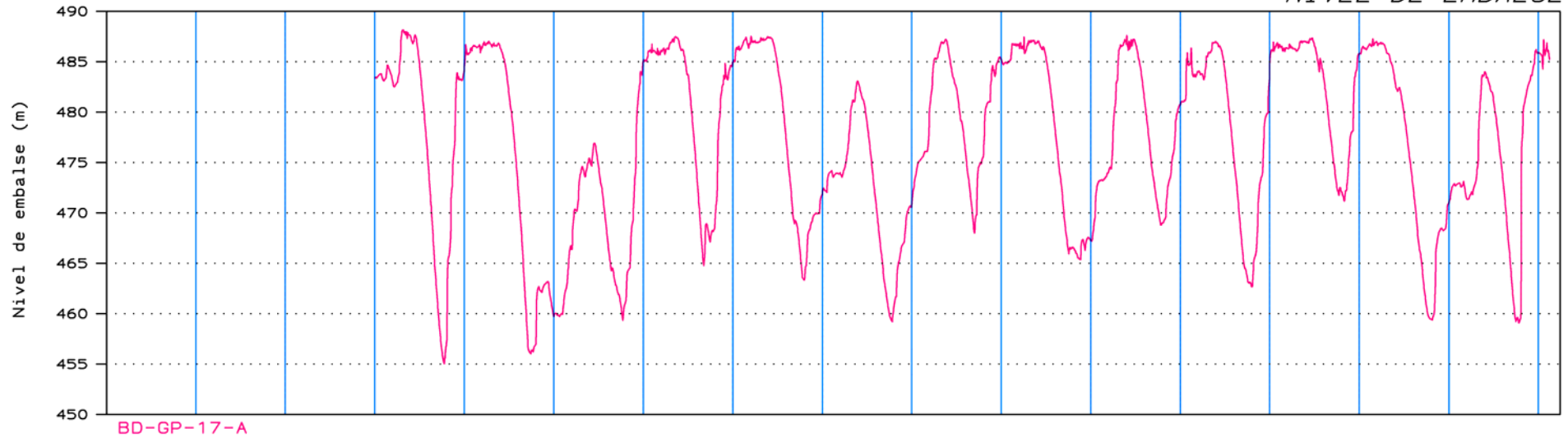


# TERNAS DE BASE

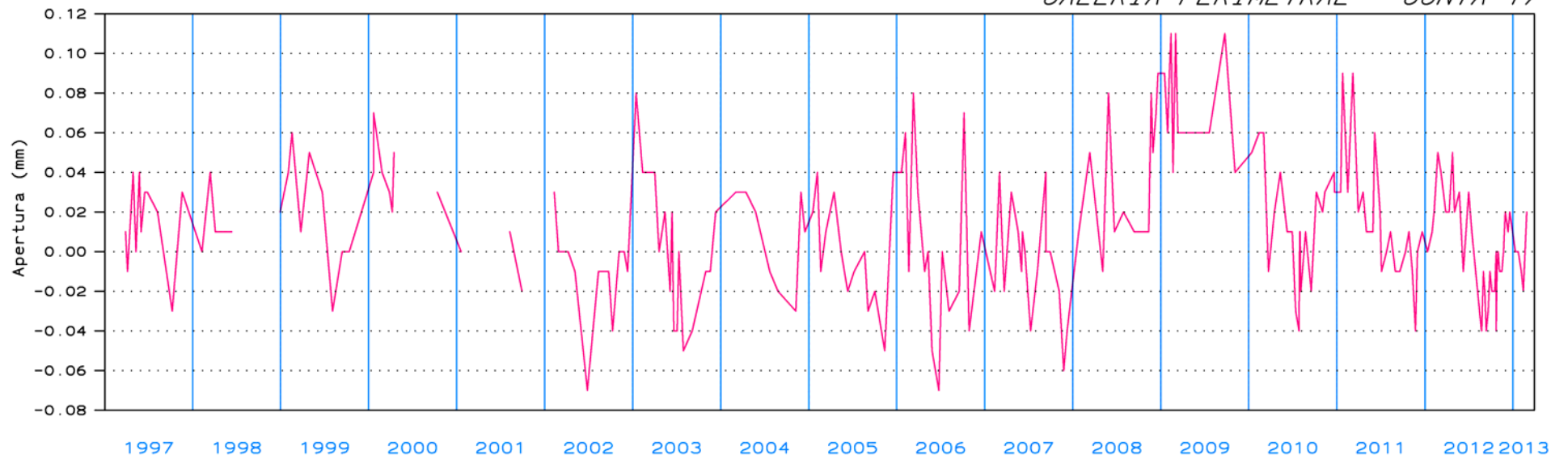
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 17*



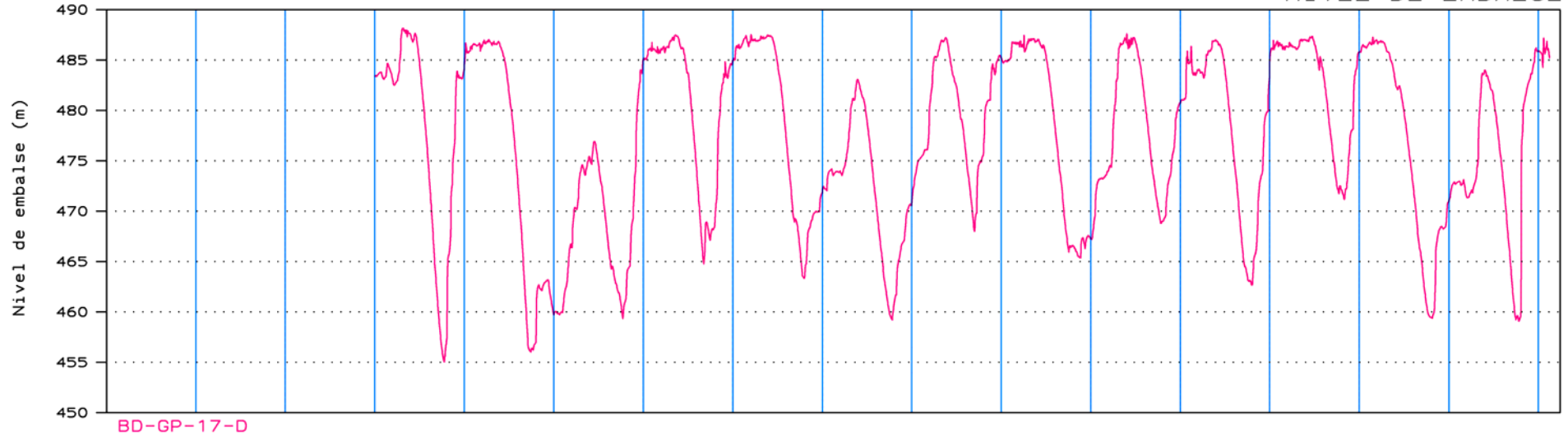
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

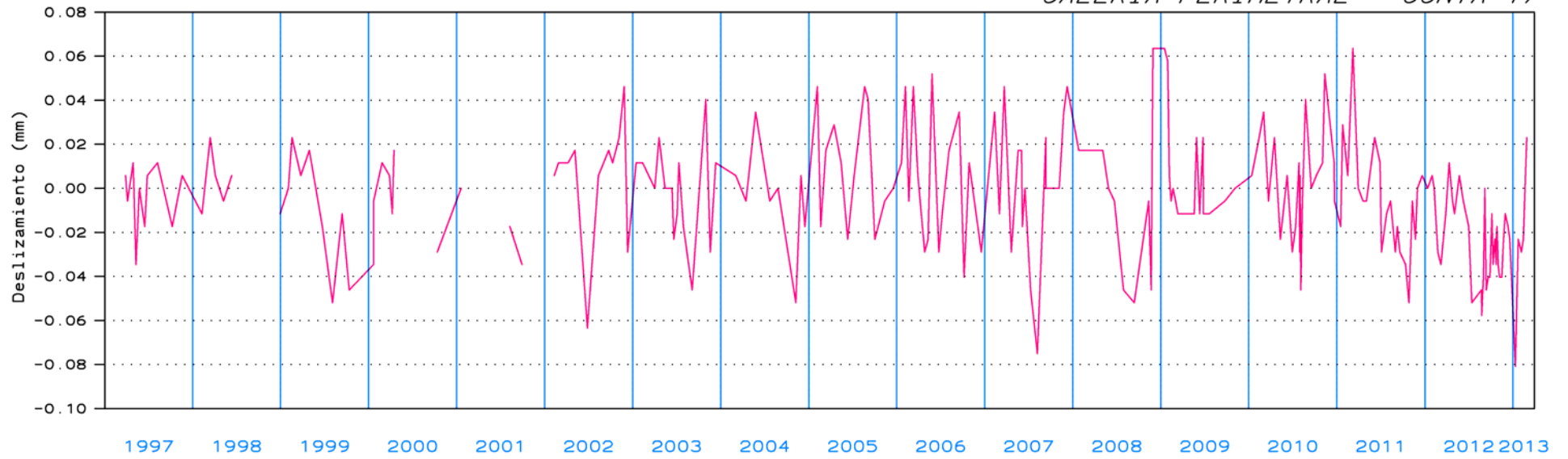
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 17*



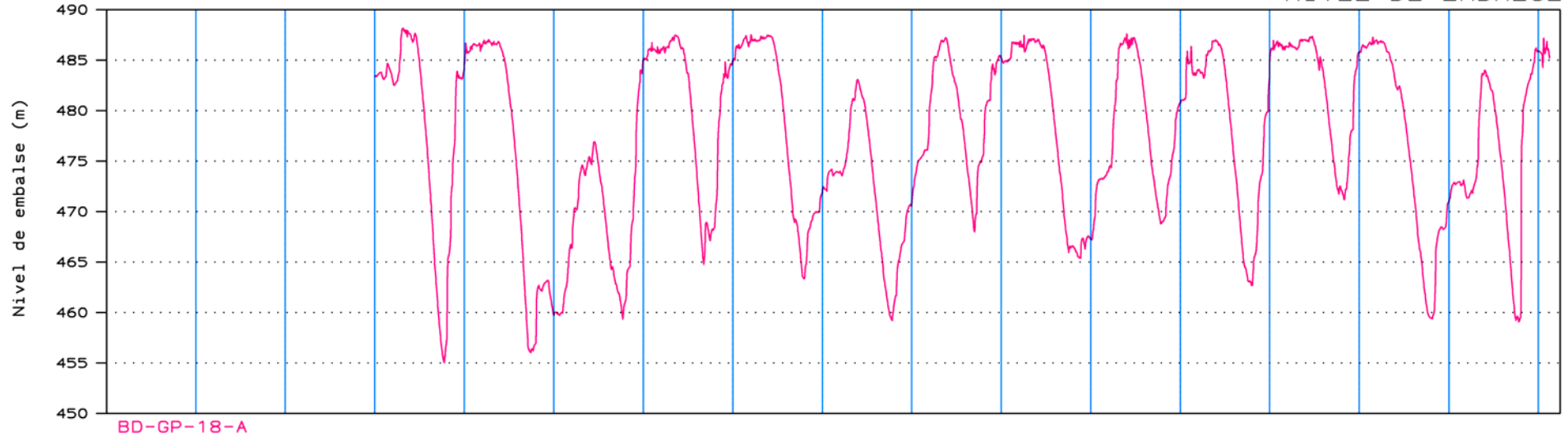
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

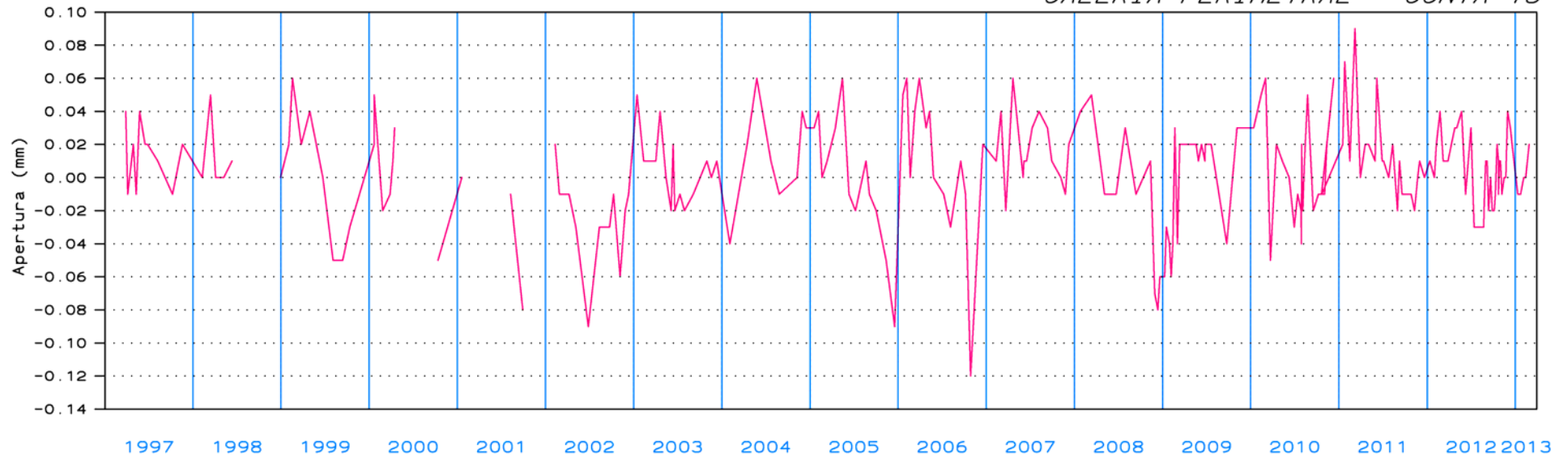
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 18*



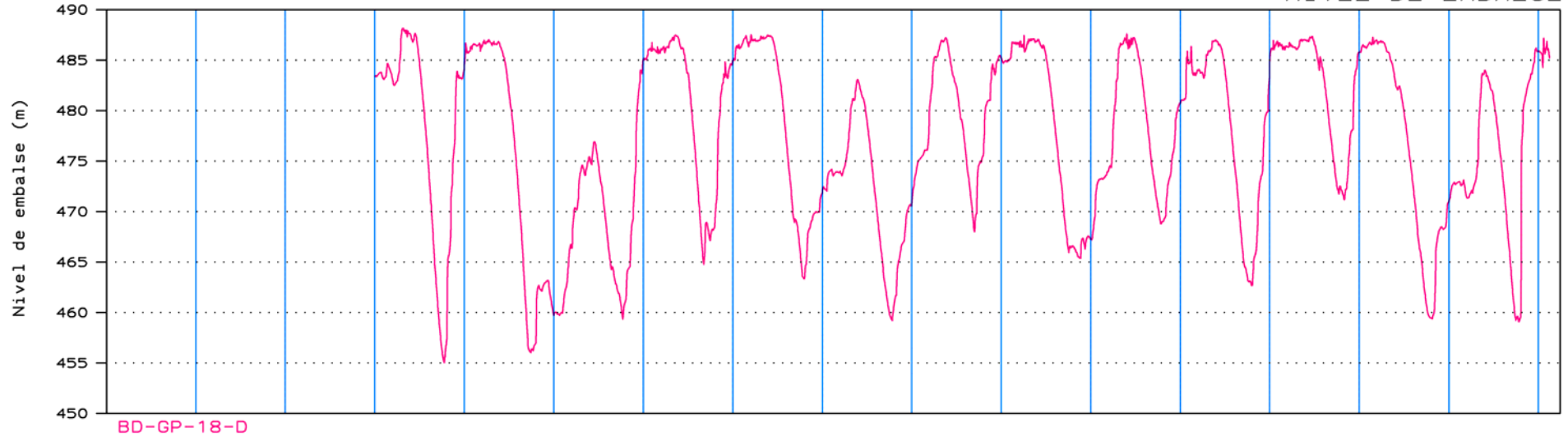
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

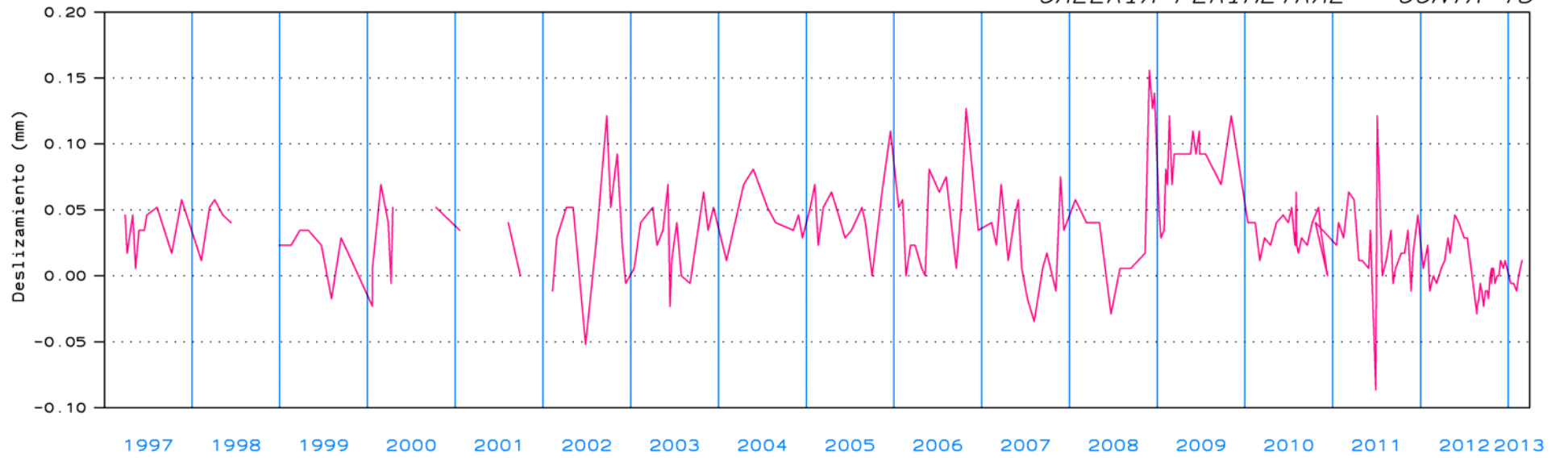
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 18*

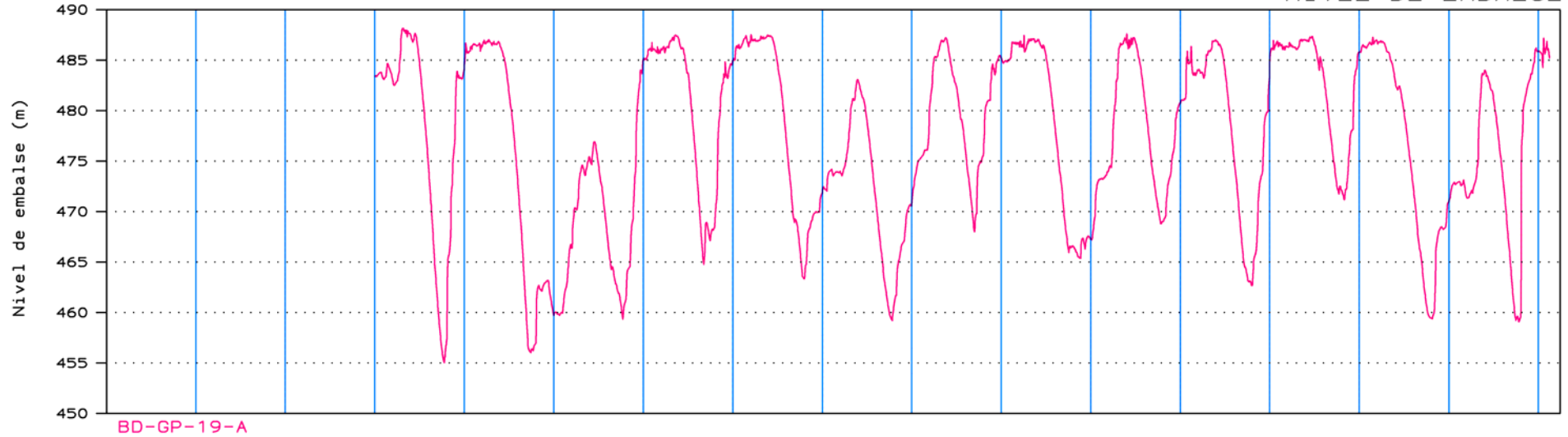


# TERNAS DE BASE

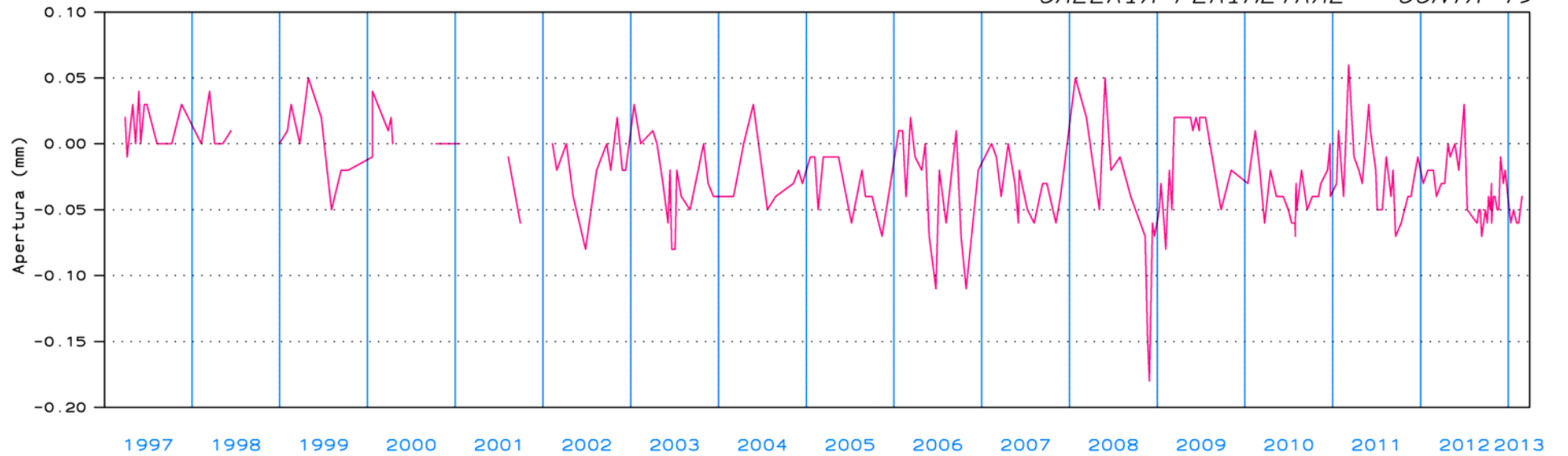
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 19*



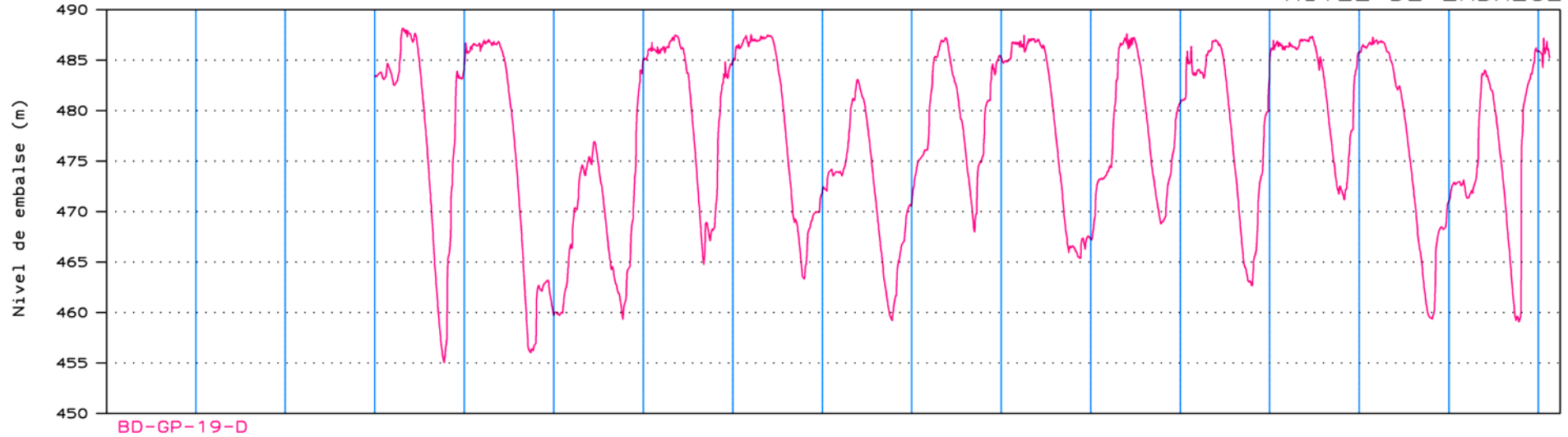
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

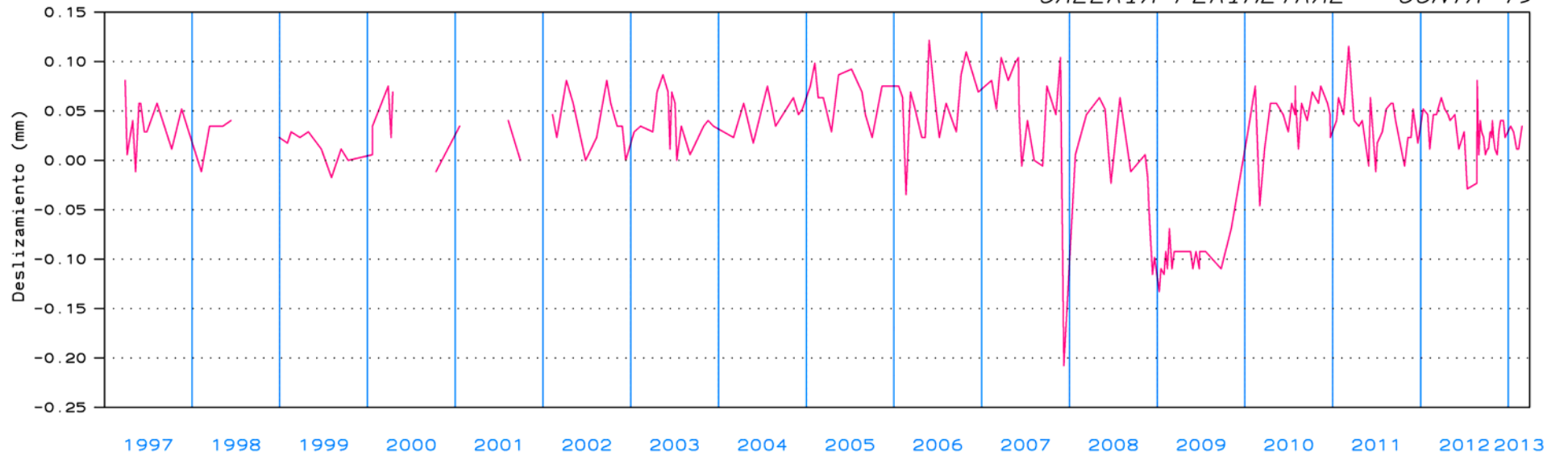
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

NIVEL DE EMBALSE



GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 19

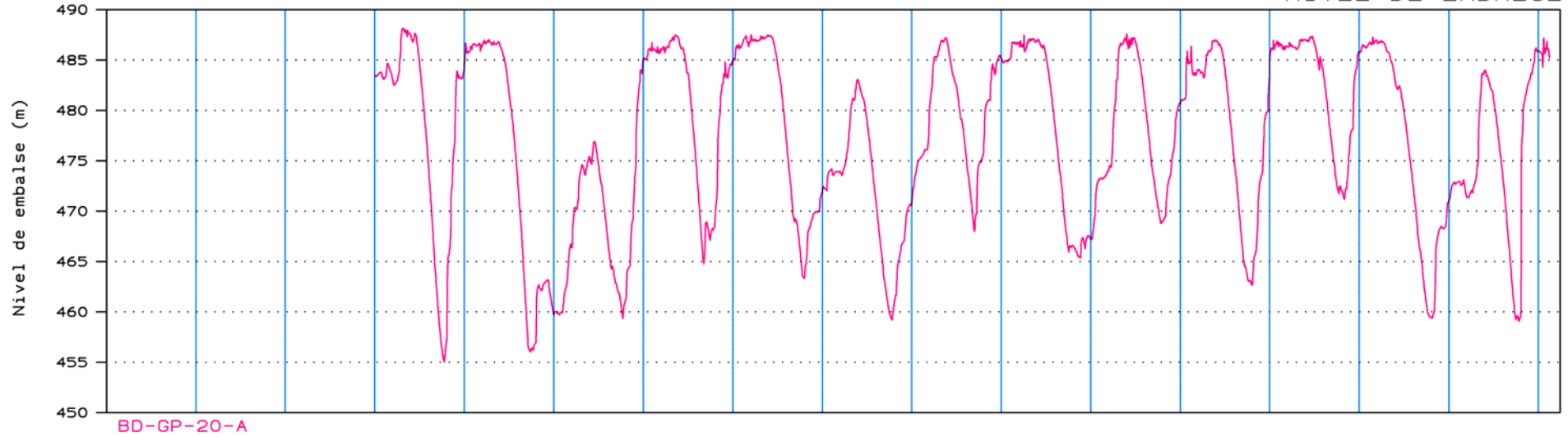


# TERNAS DE BASE

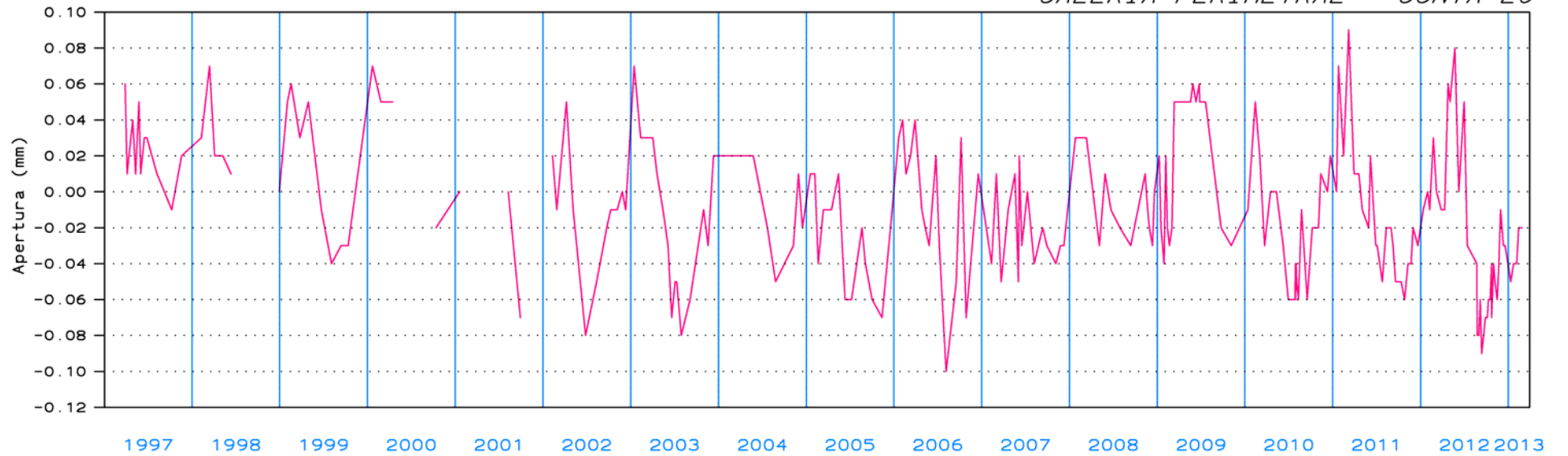
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 20*



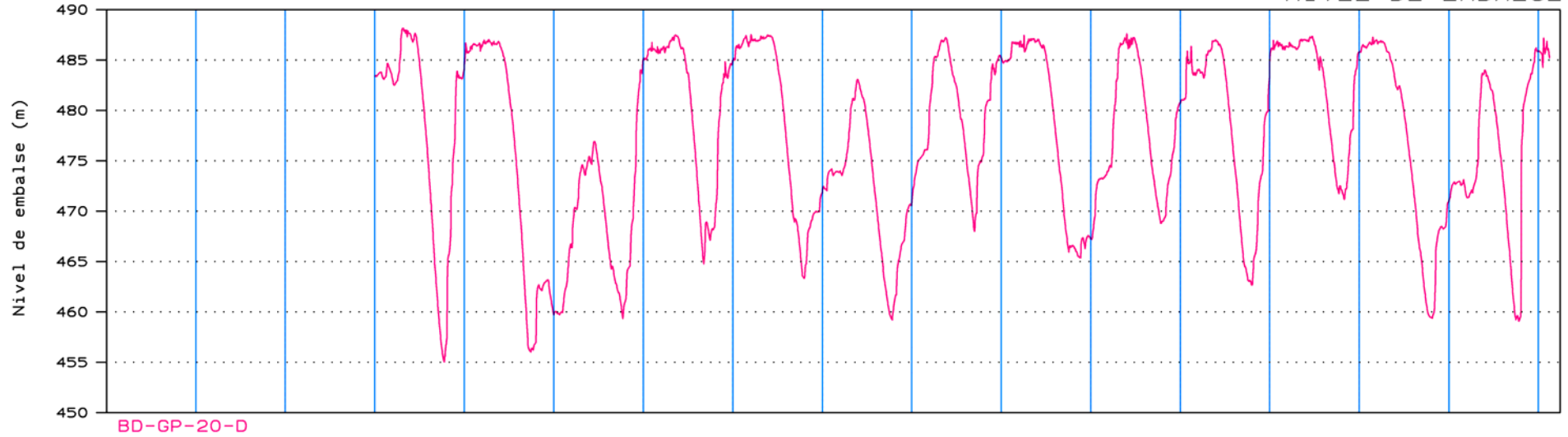
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

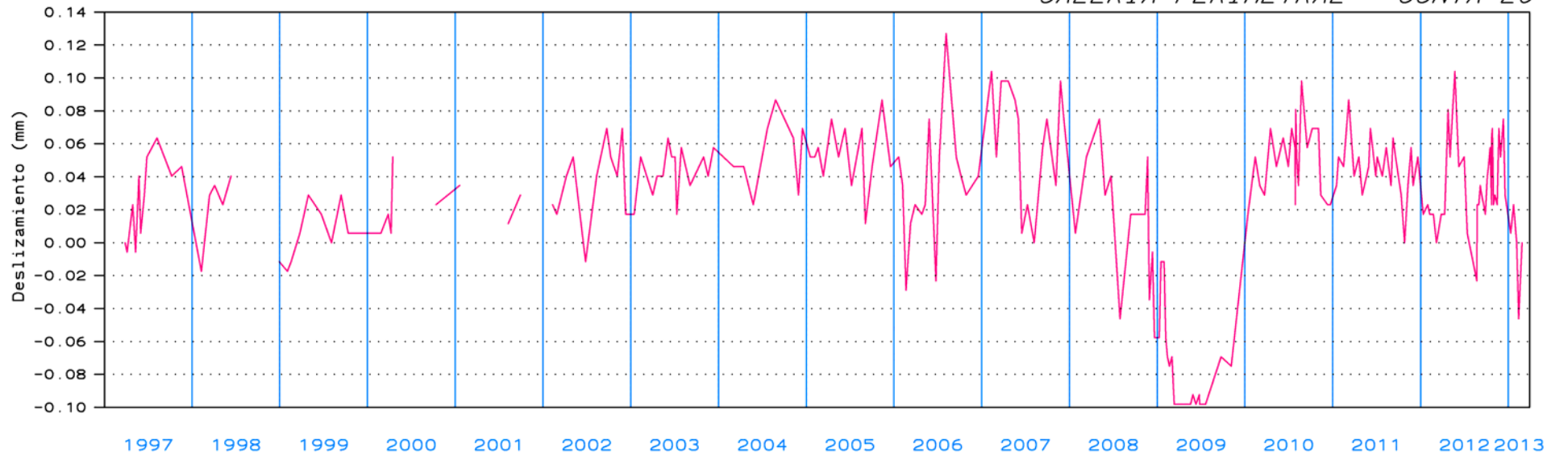
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 20*



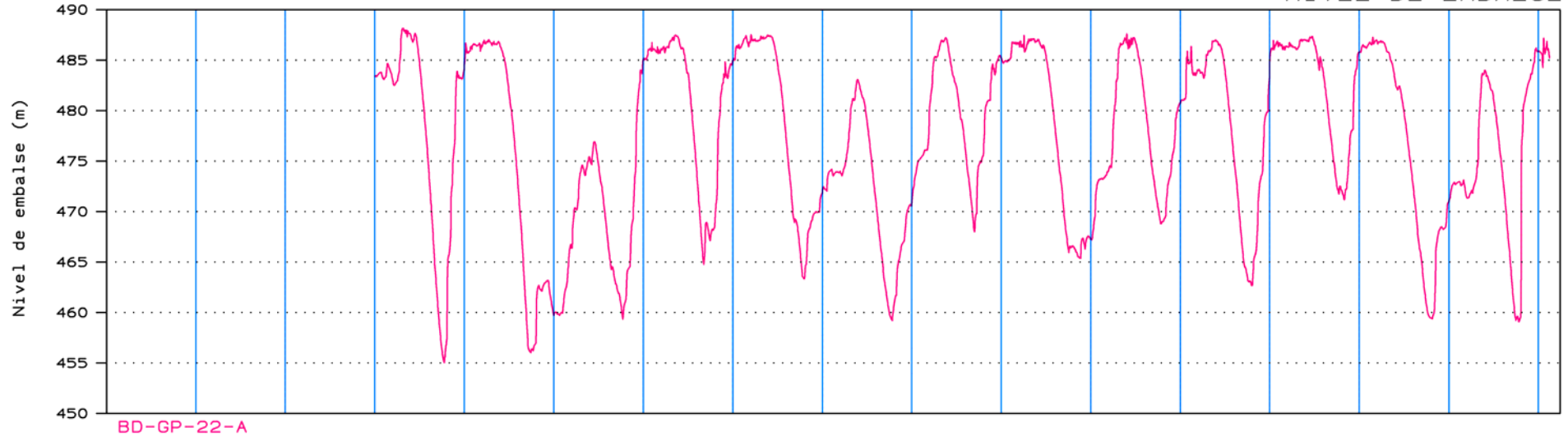


# TERNAS DE BASE

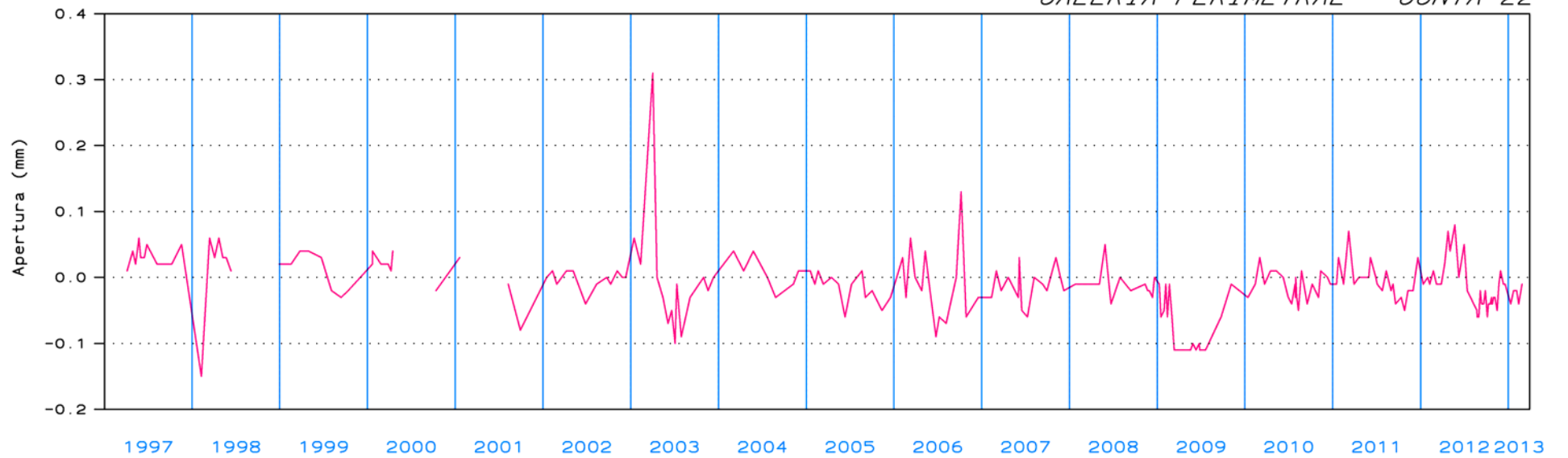
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 22*

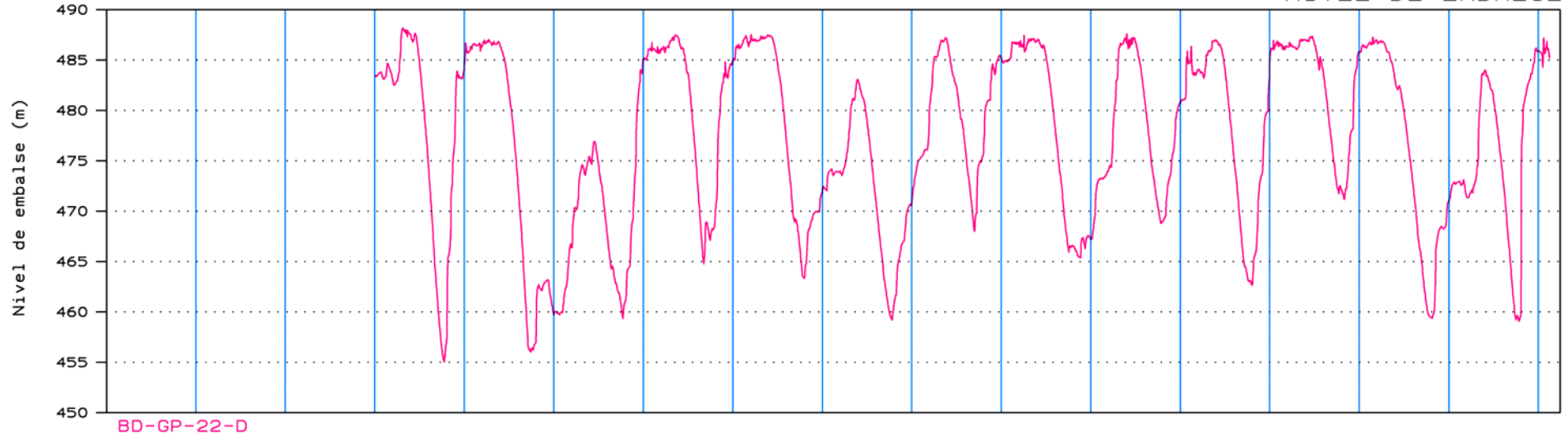


# TERNAS DE BASE

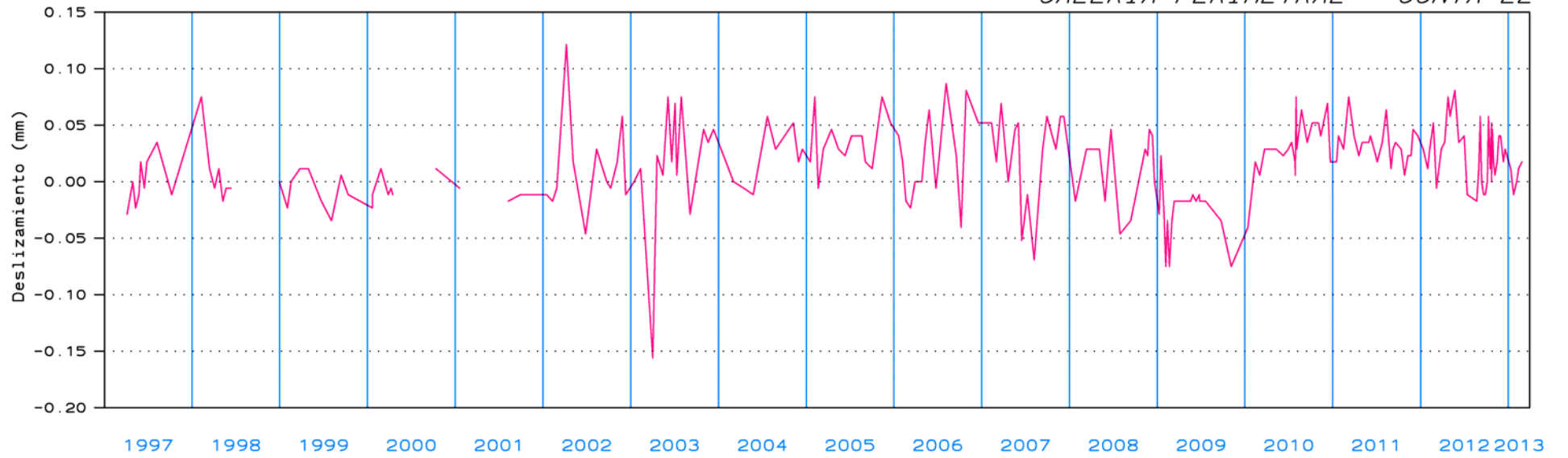
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 22*

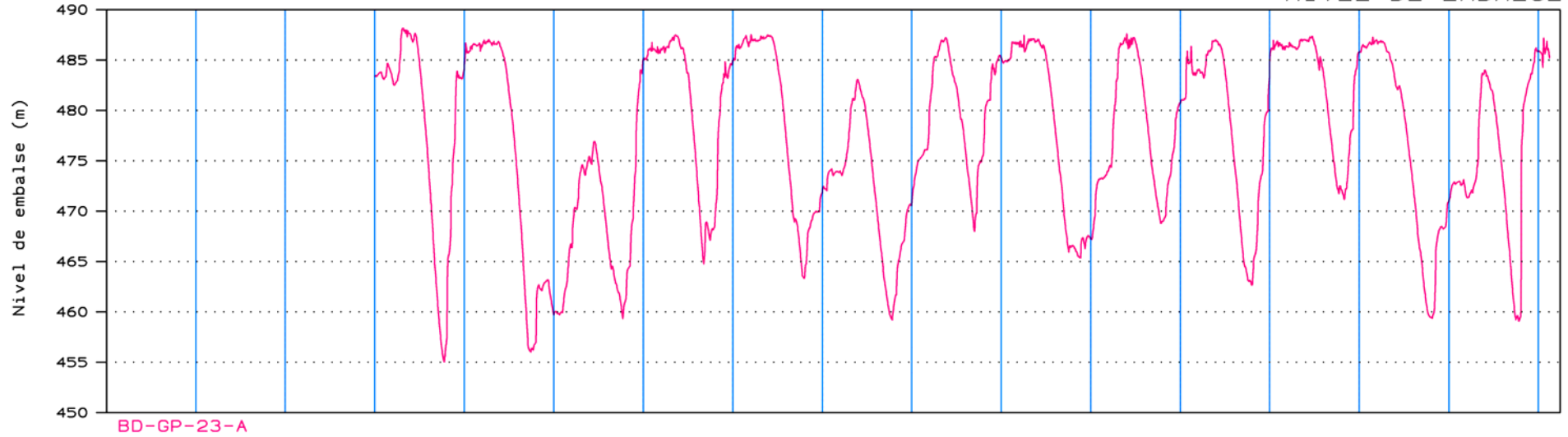


# TERNAS DE BASE

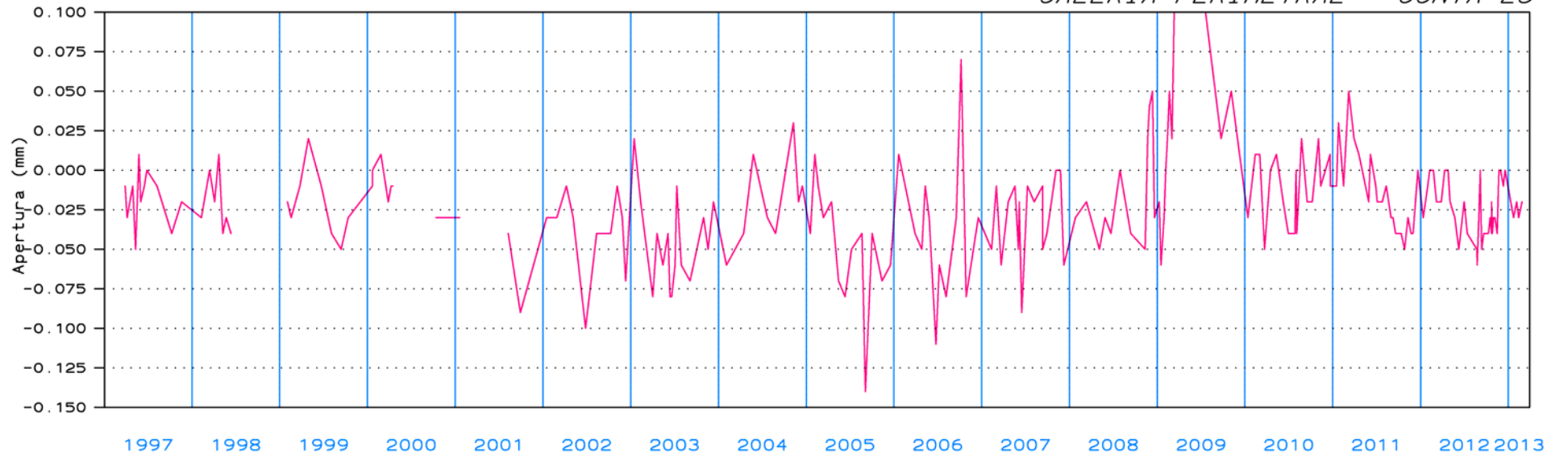
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 23*



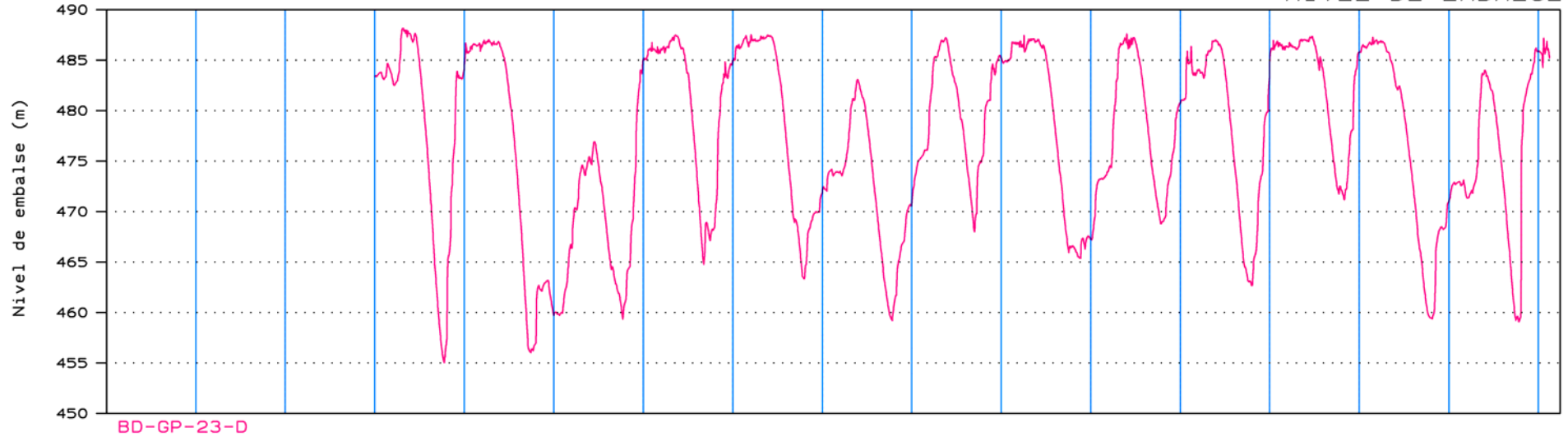
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

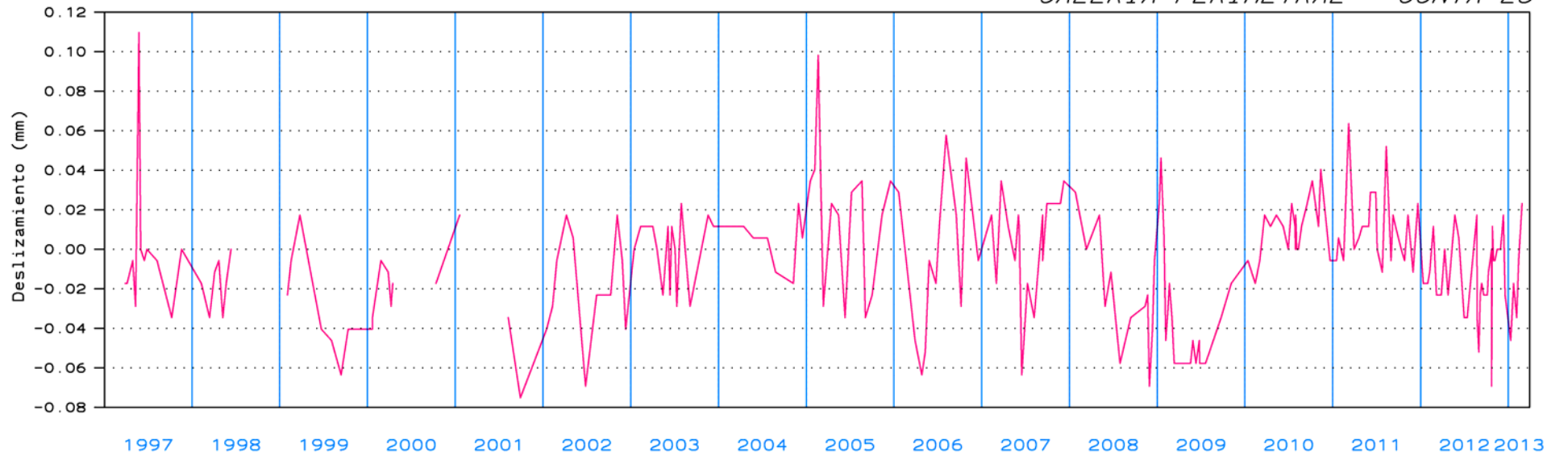
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 23*



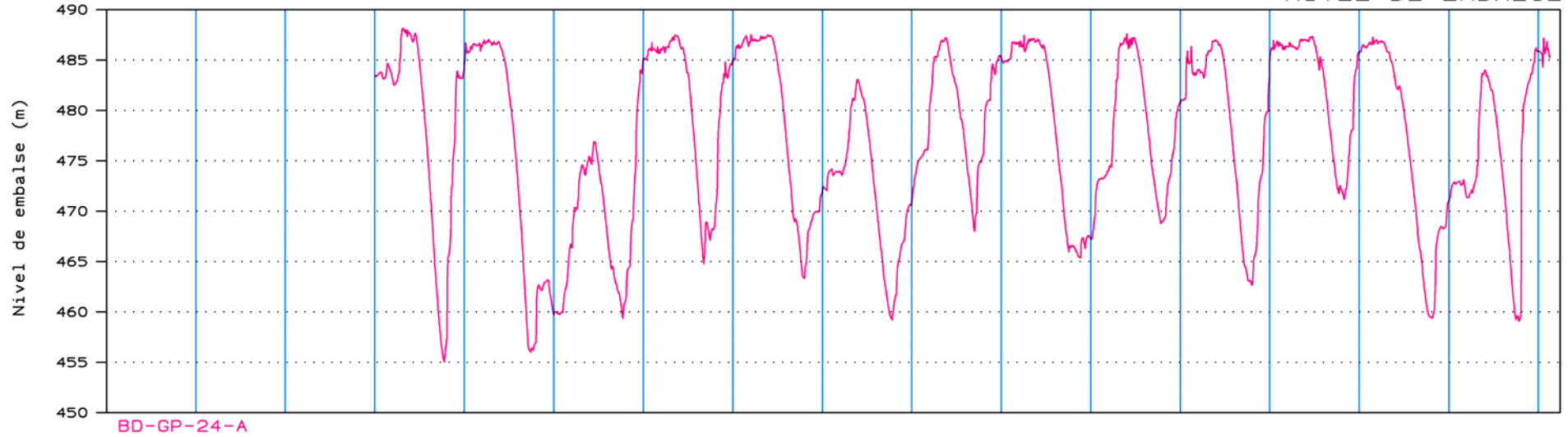
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

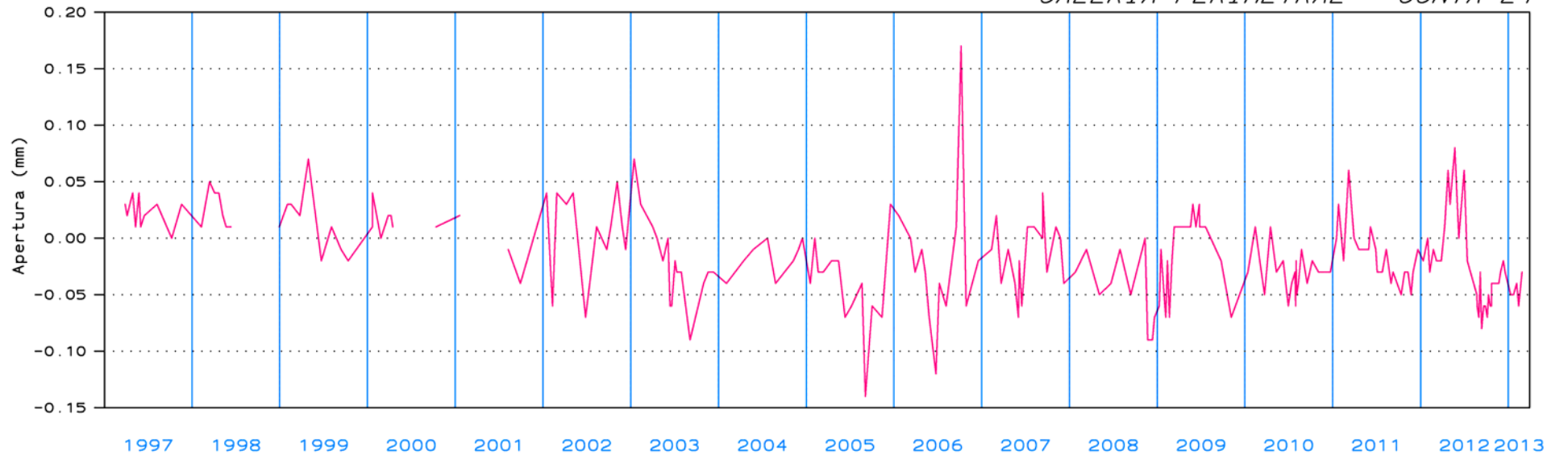
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 24*



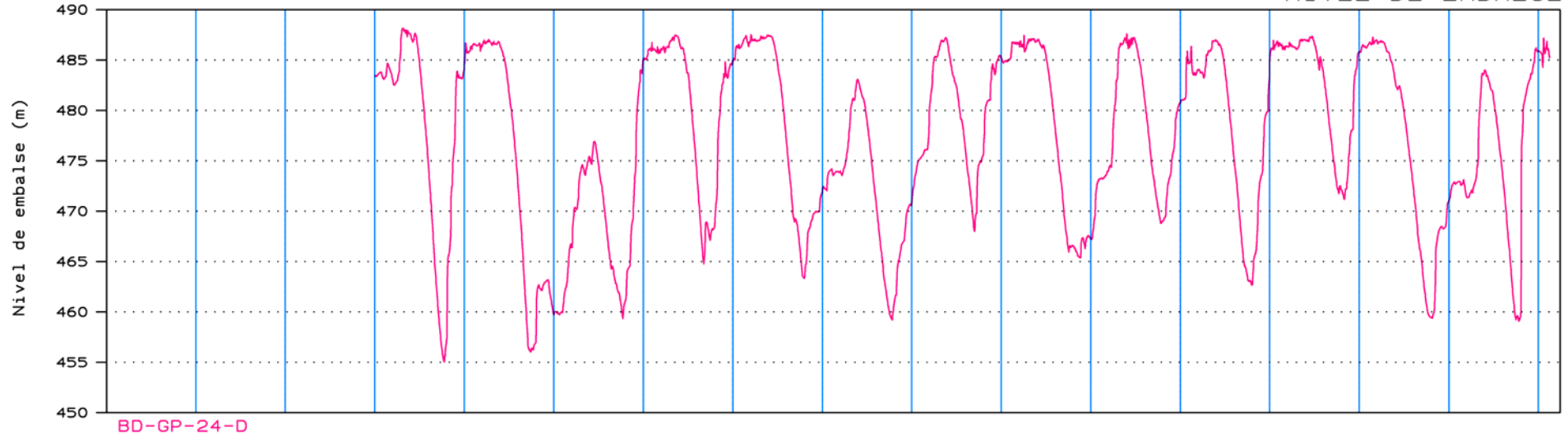
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

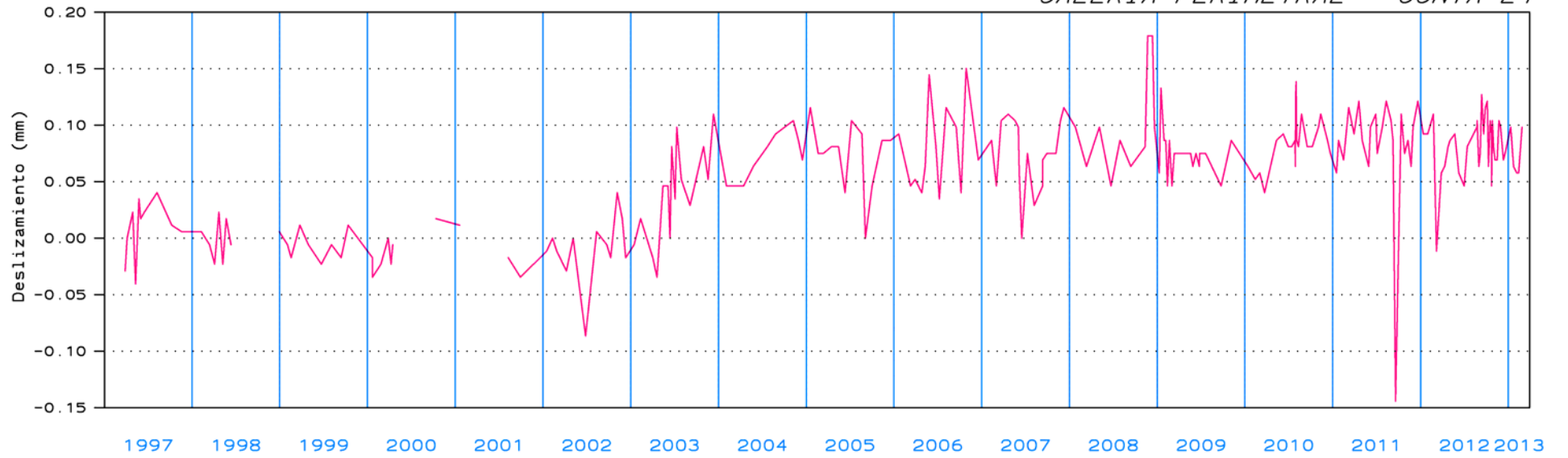
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 24*

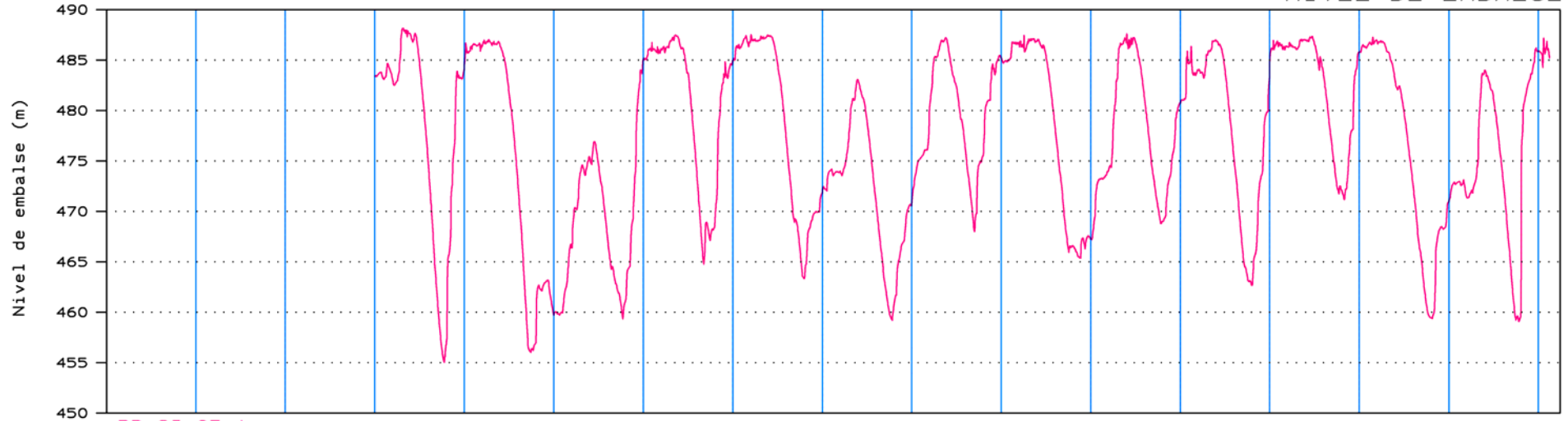


# TERNAS DE BASE

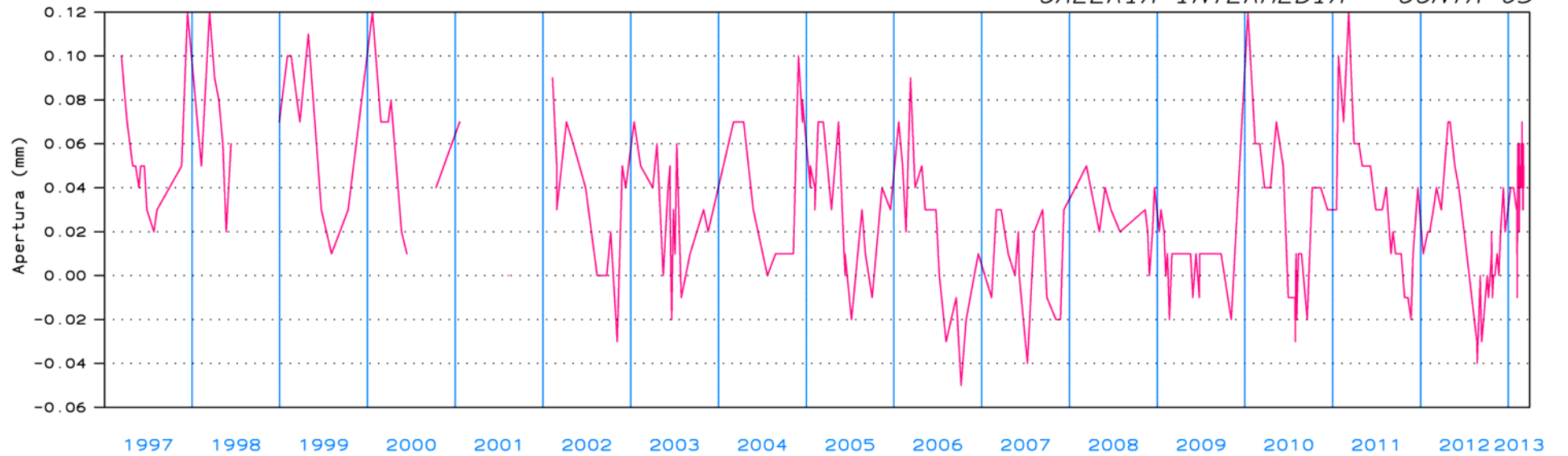
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 05*



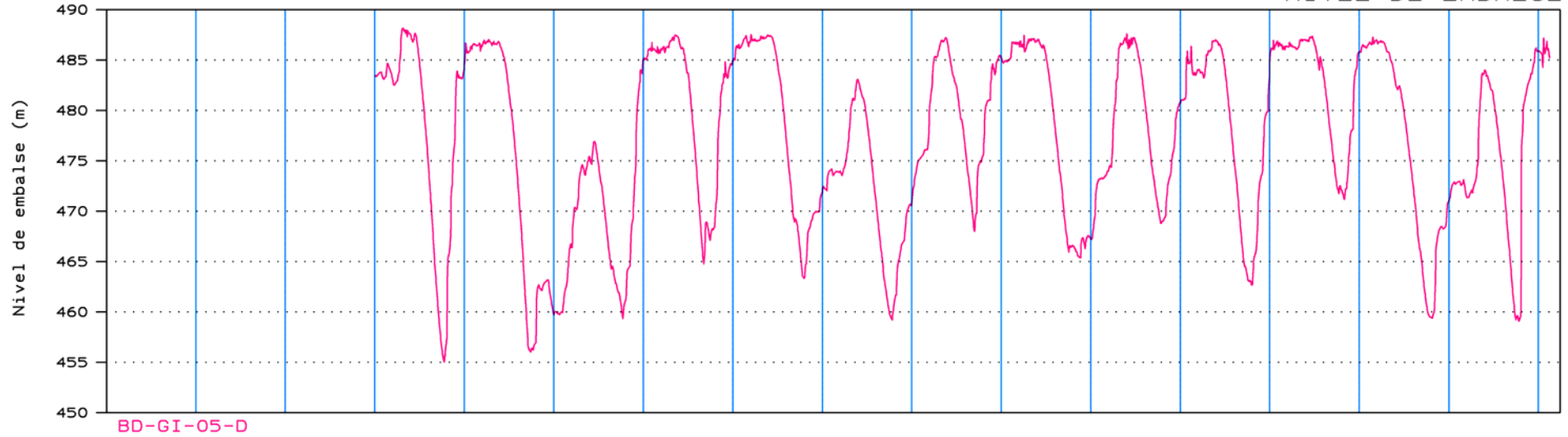
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

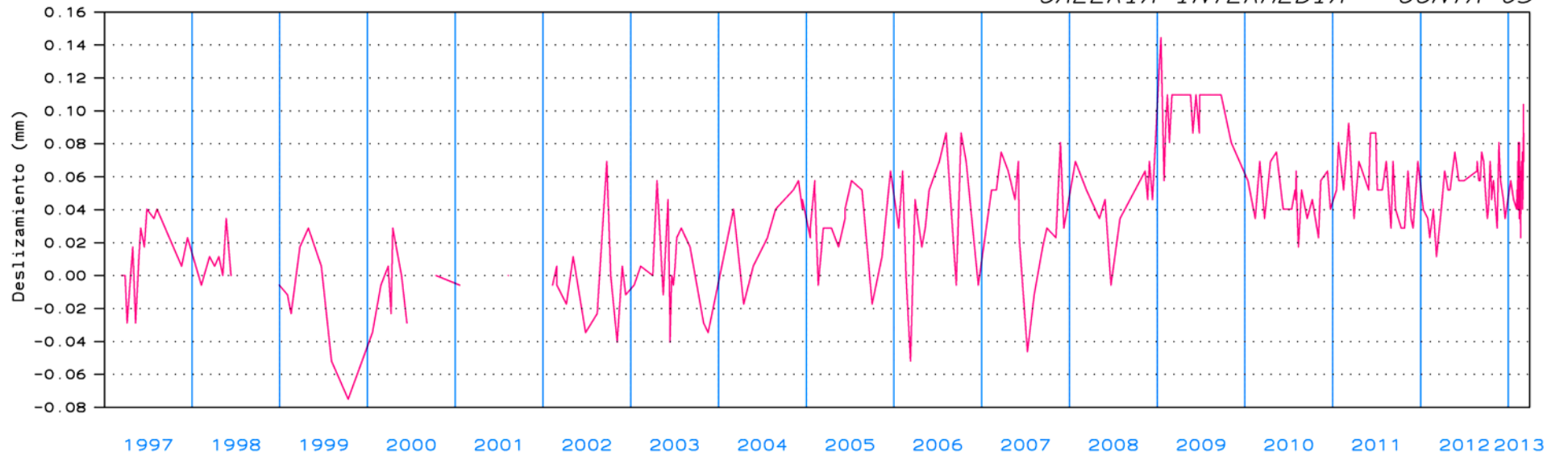
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 05*



PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

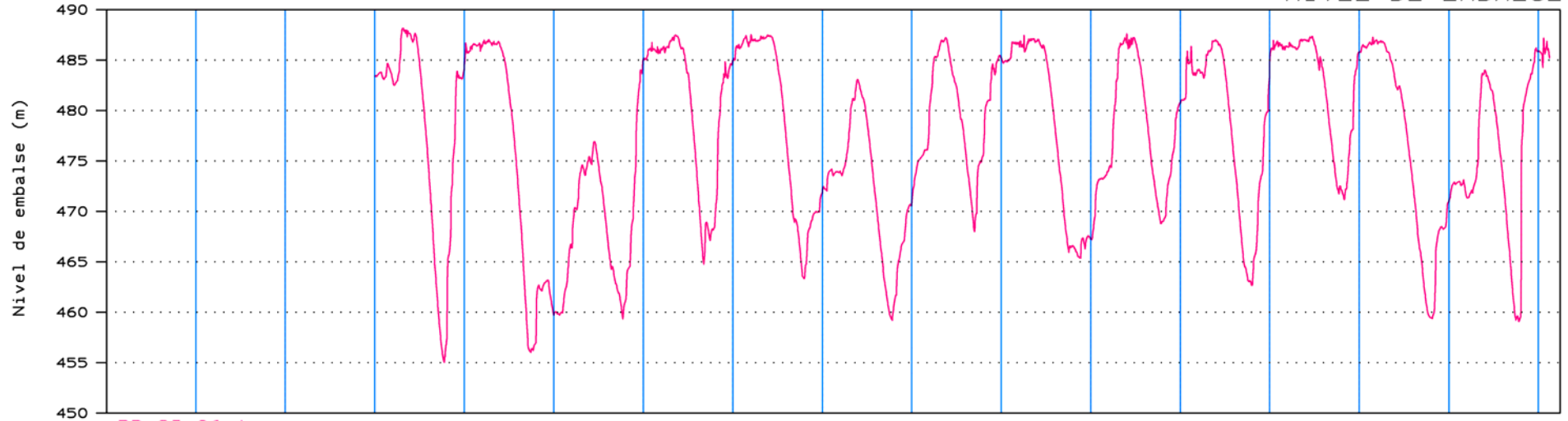


# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

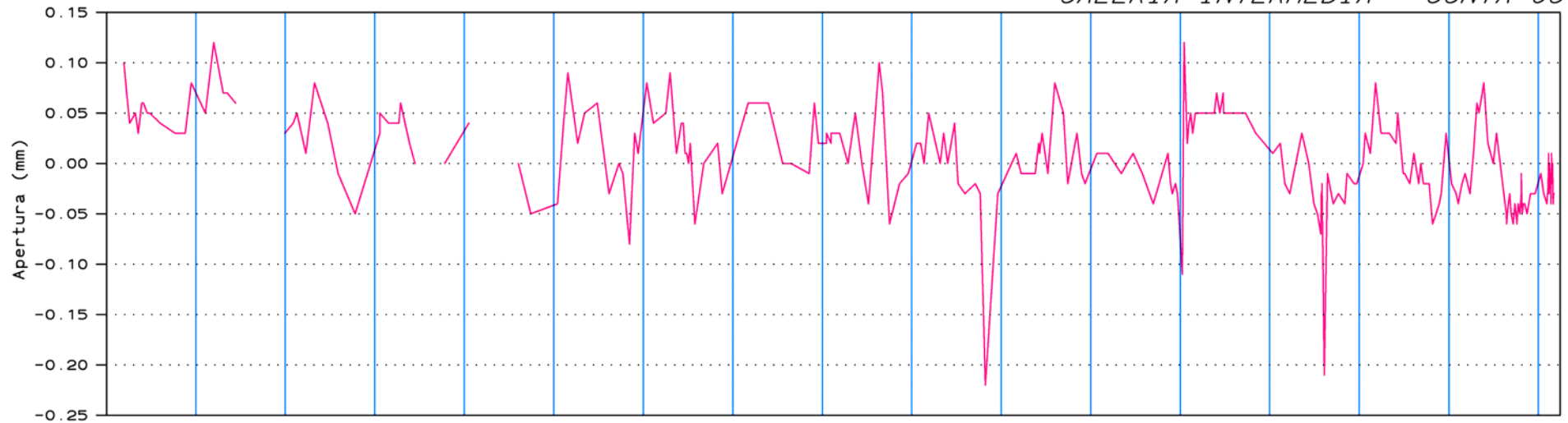
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GI-06-A

*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 06*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

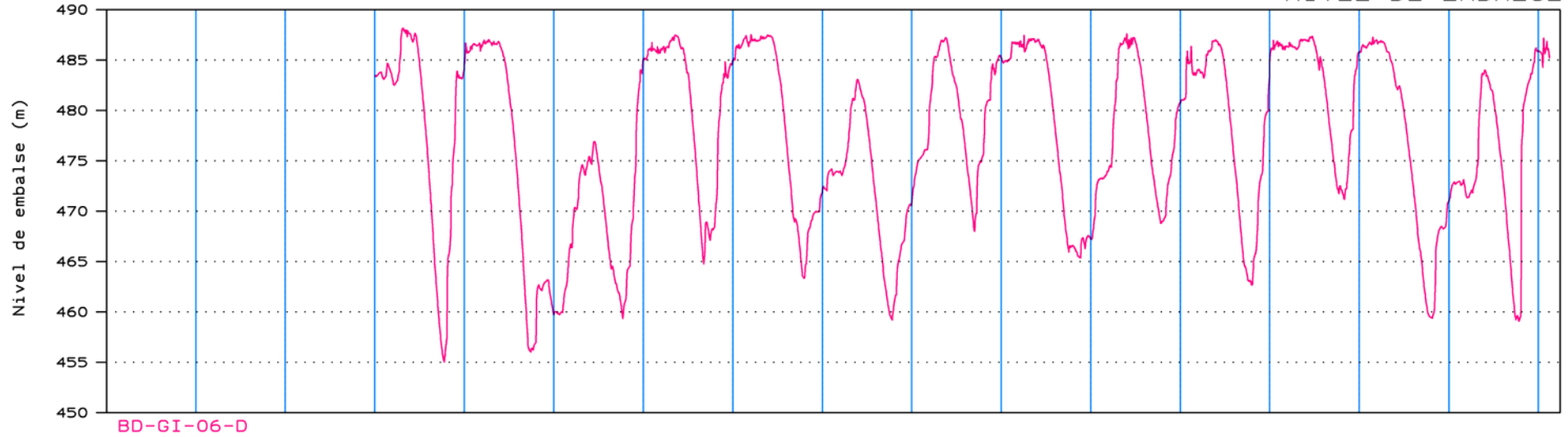
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

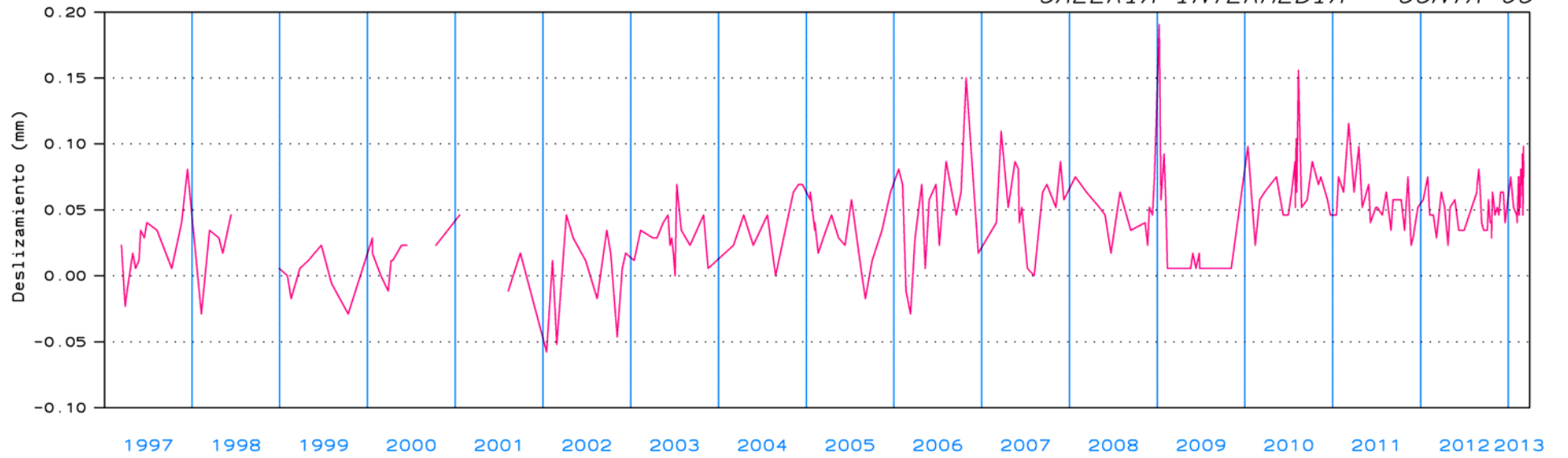
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 06*

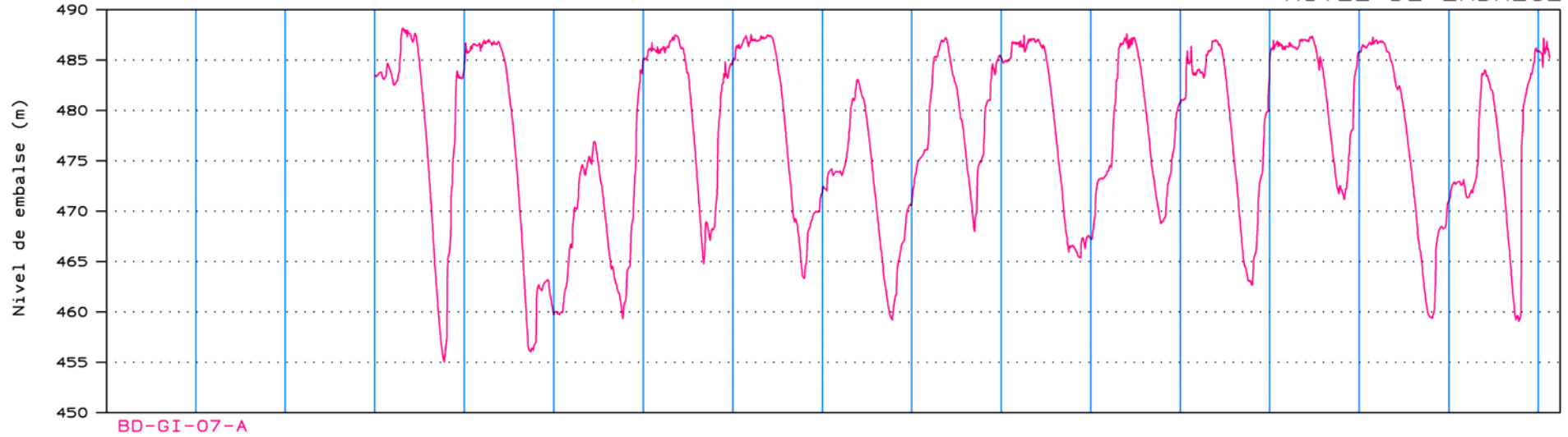


# TERNAS DE BASE

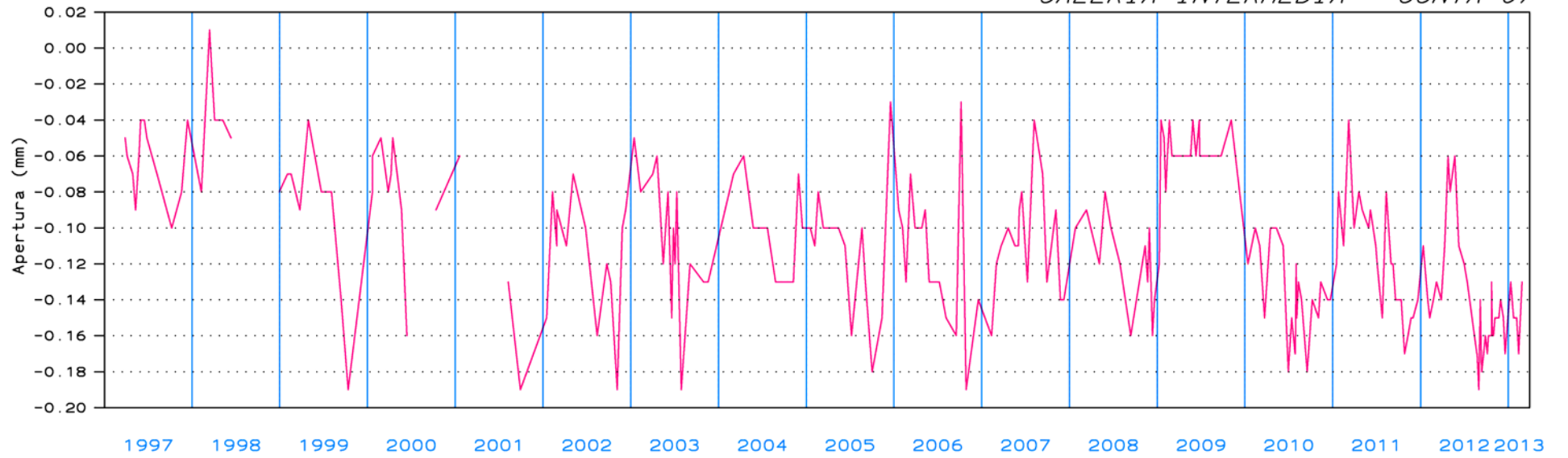
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 07*



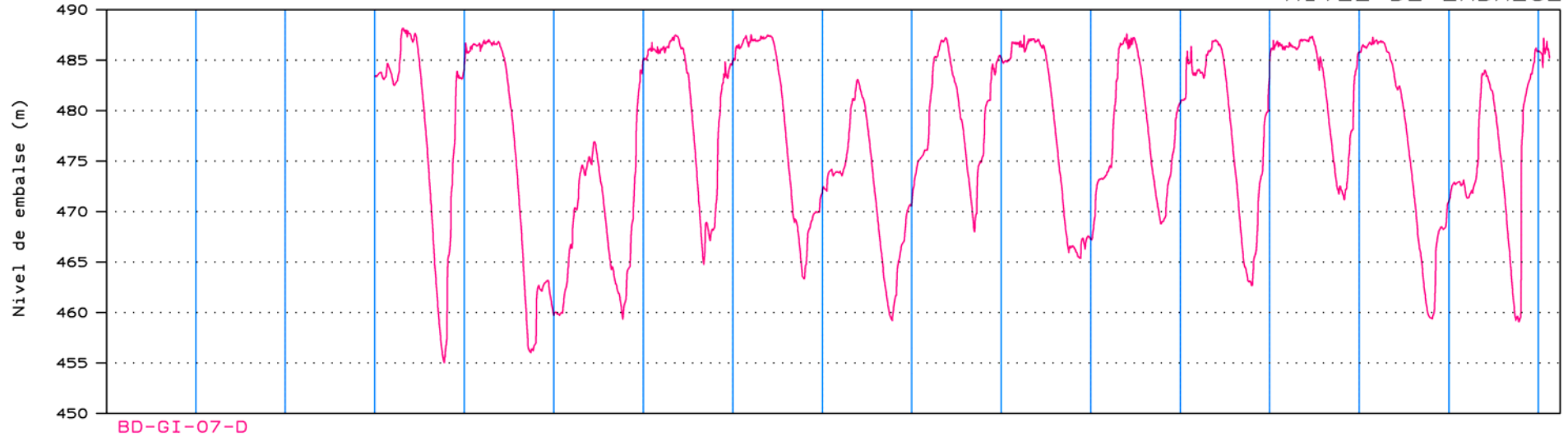
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

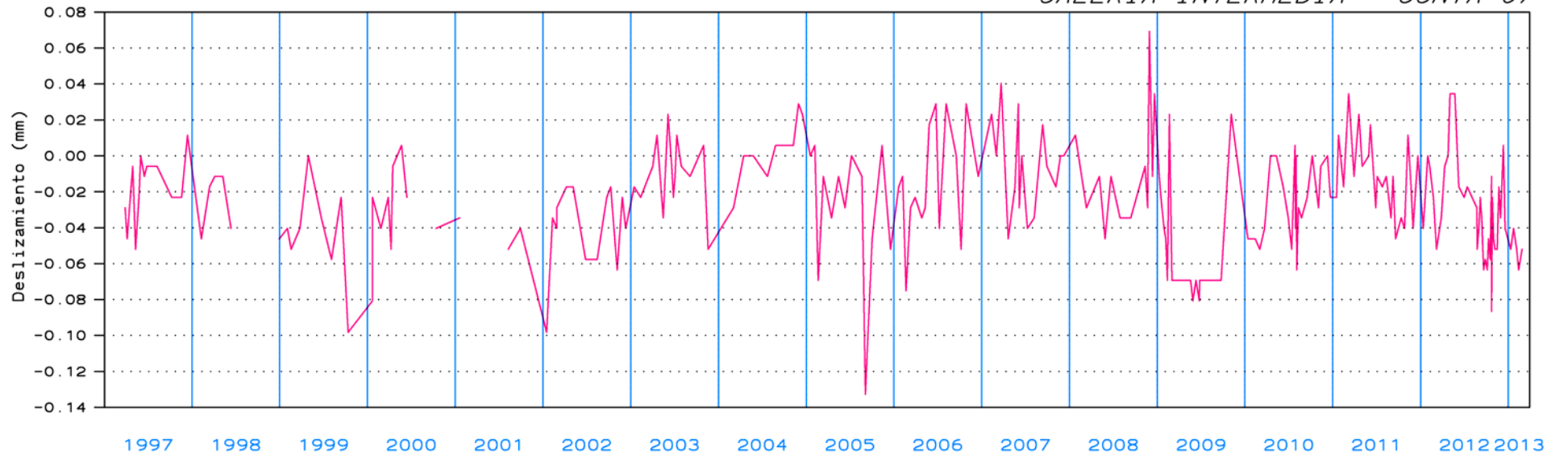
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 07*

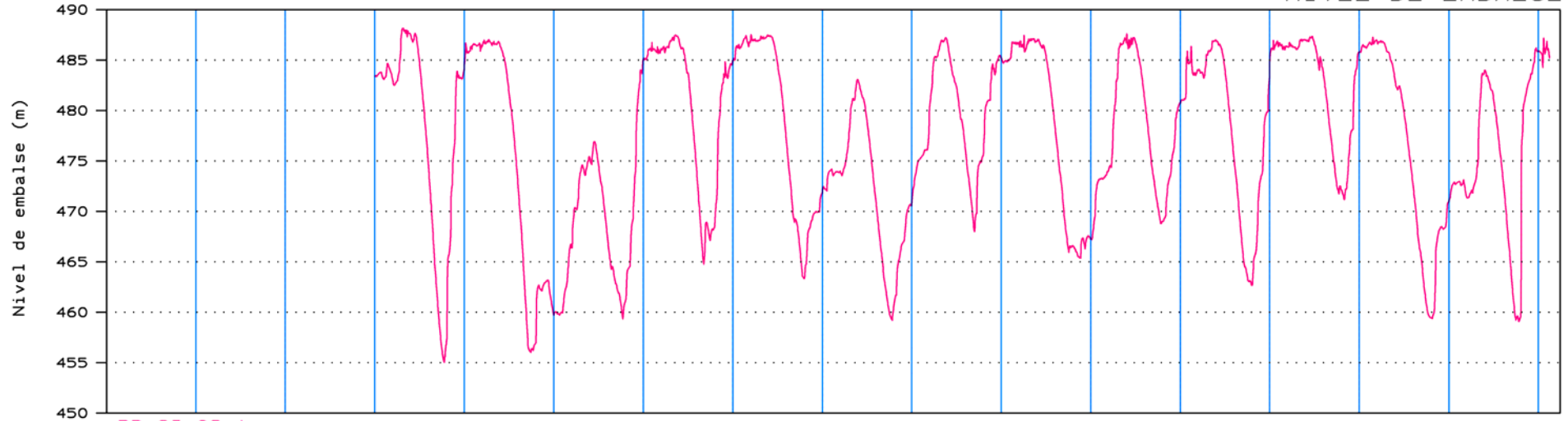


# TERNAS DE BASE

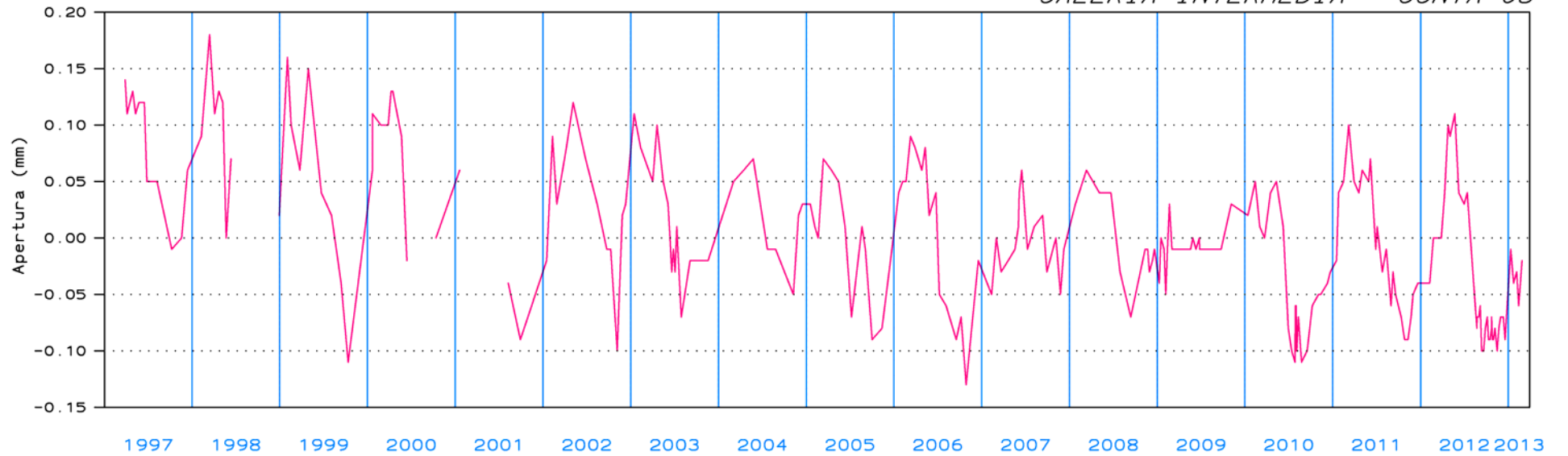
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 08*



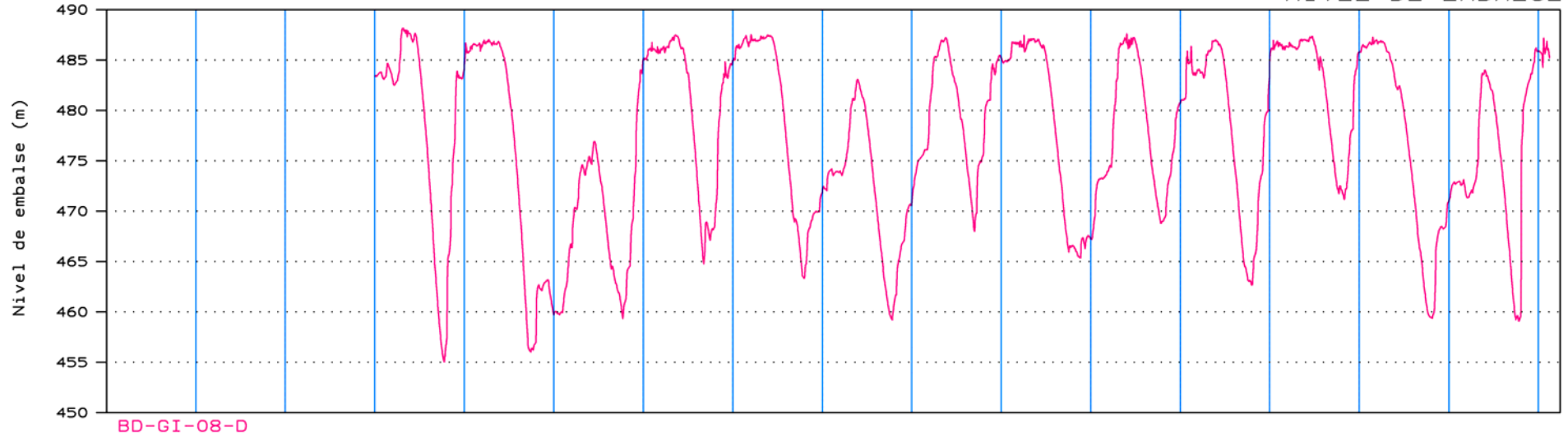
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

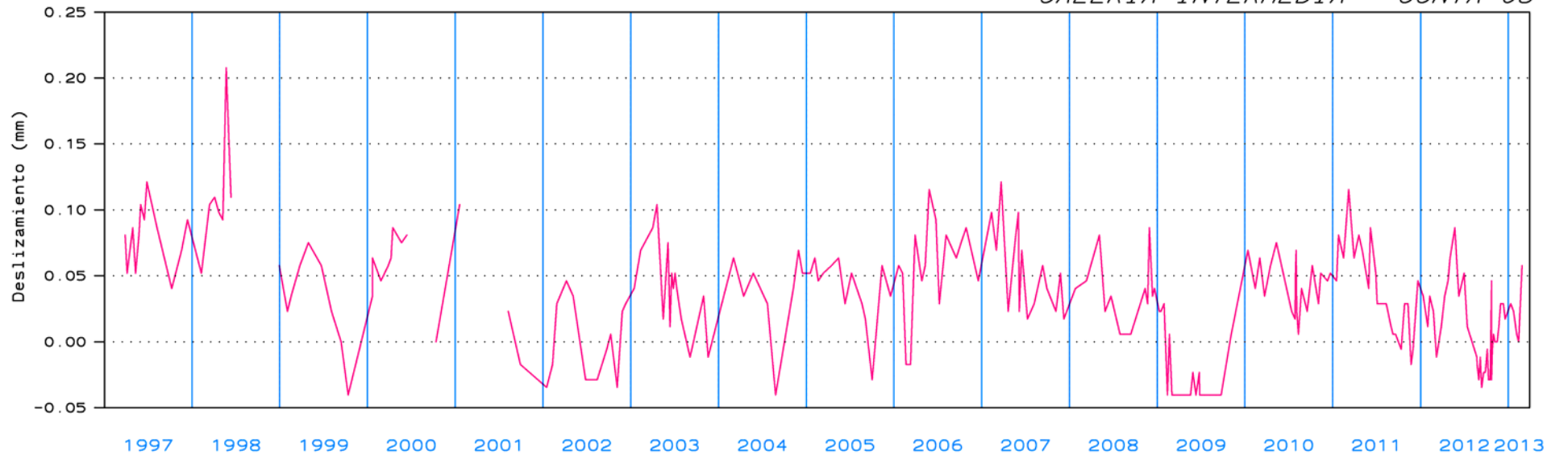
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 08*

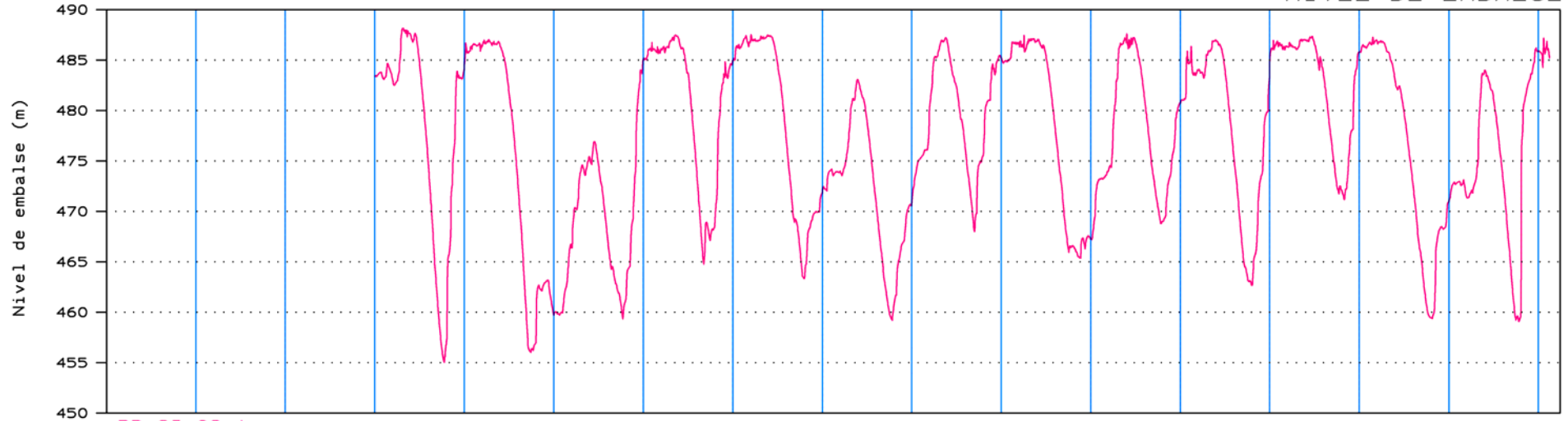


# TERNAS DE BASE

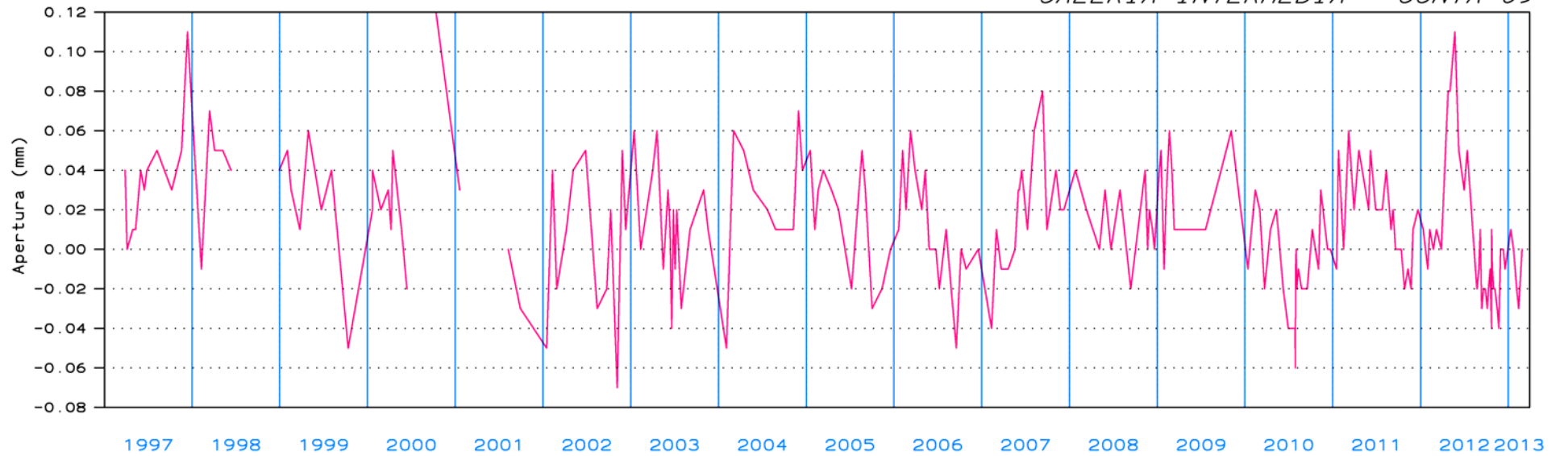
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 09*



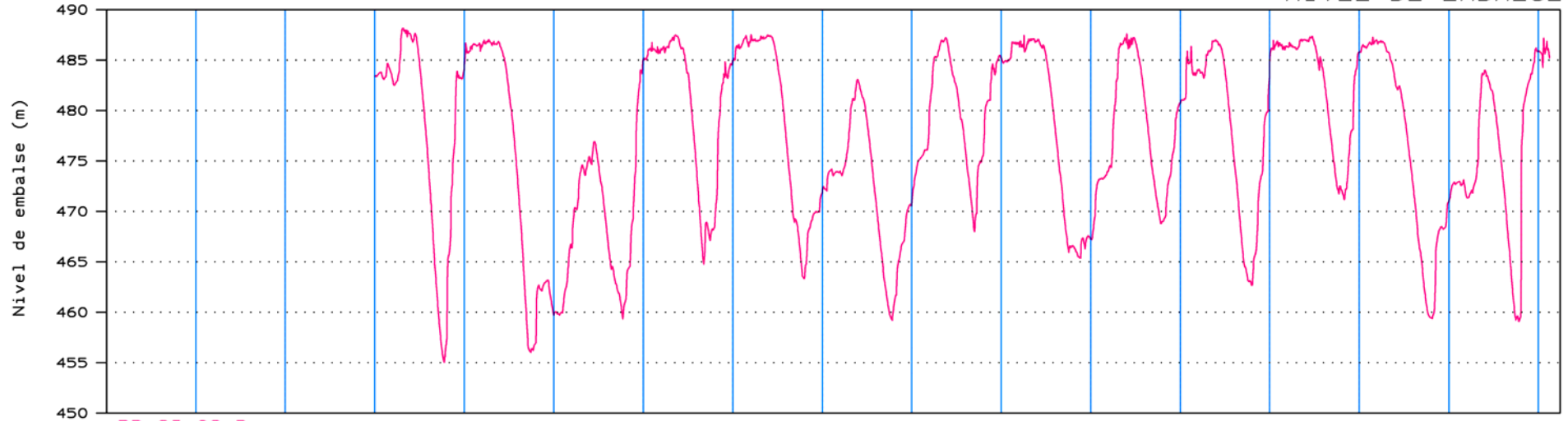
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

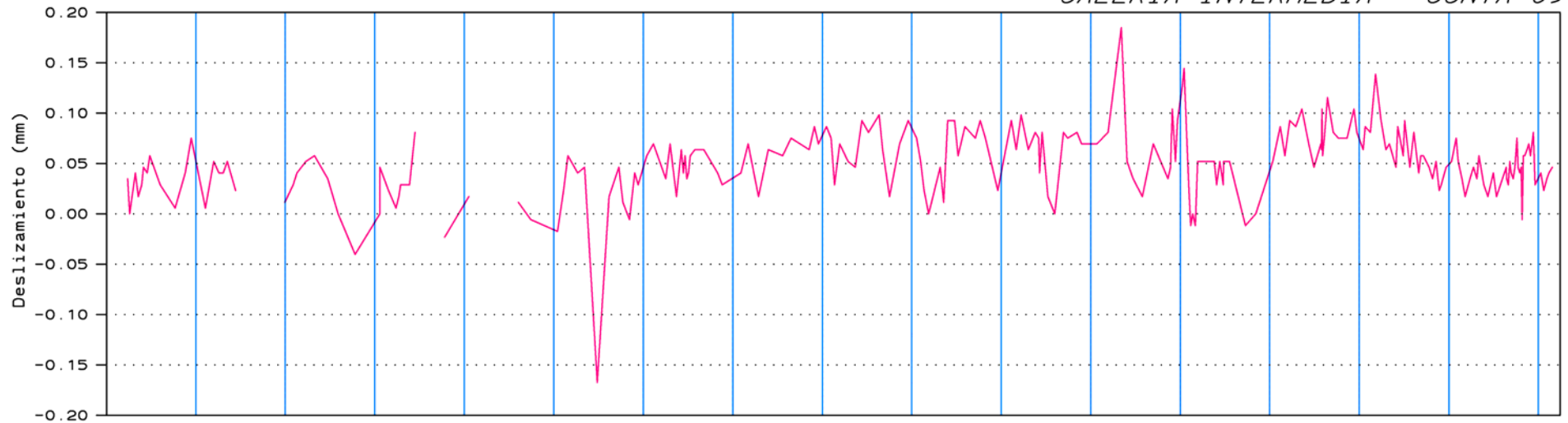
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GI-09-D

*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 09*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

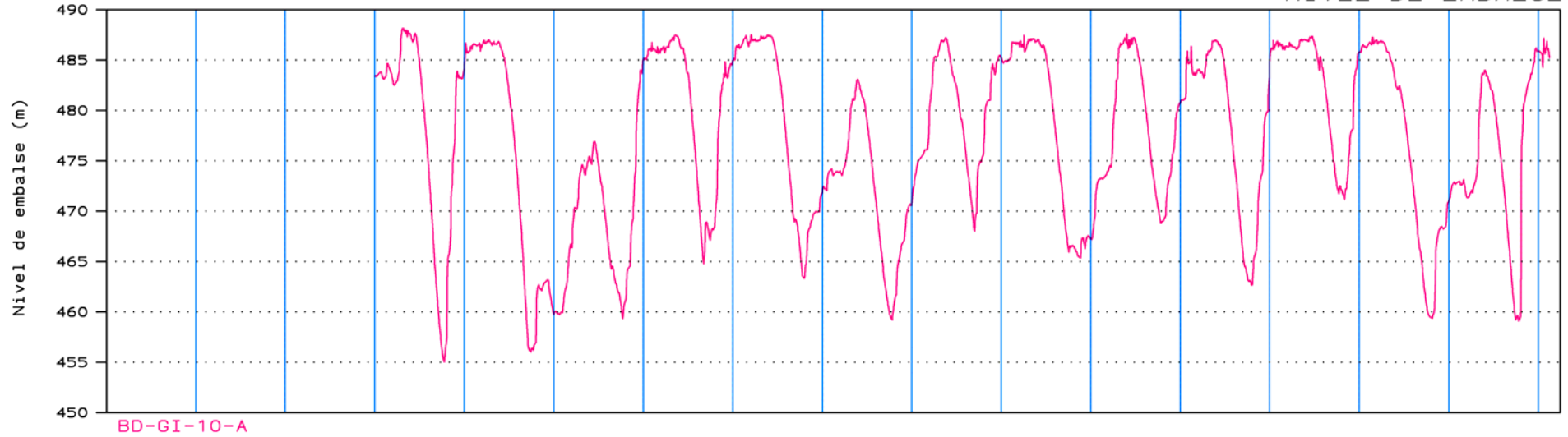


# TERNAS DE BASE

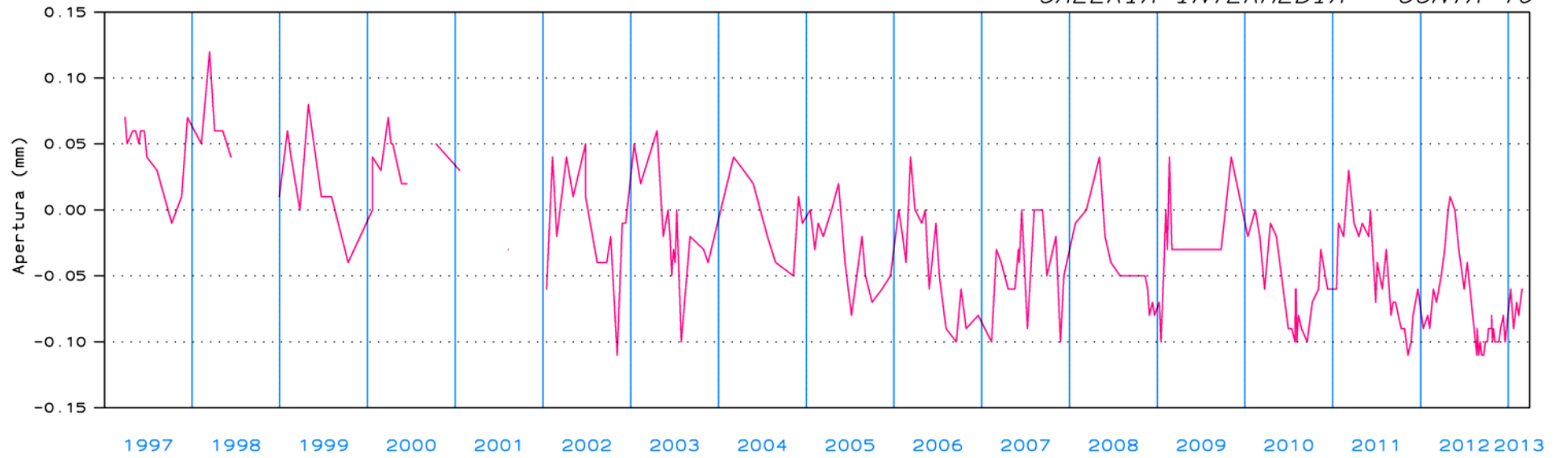
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 10*



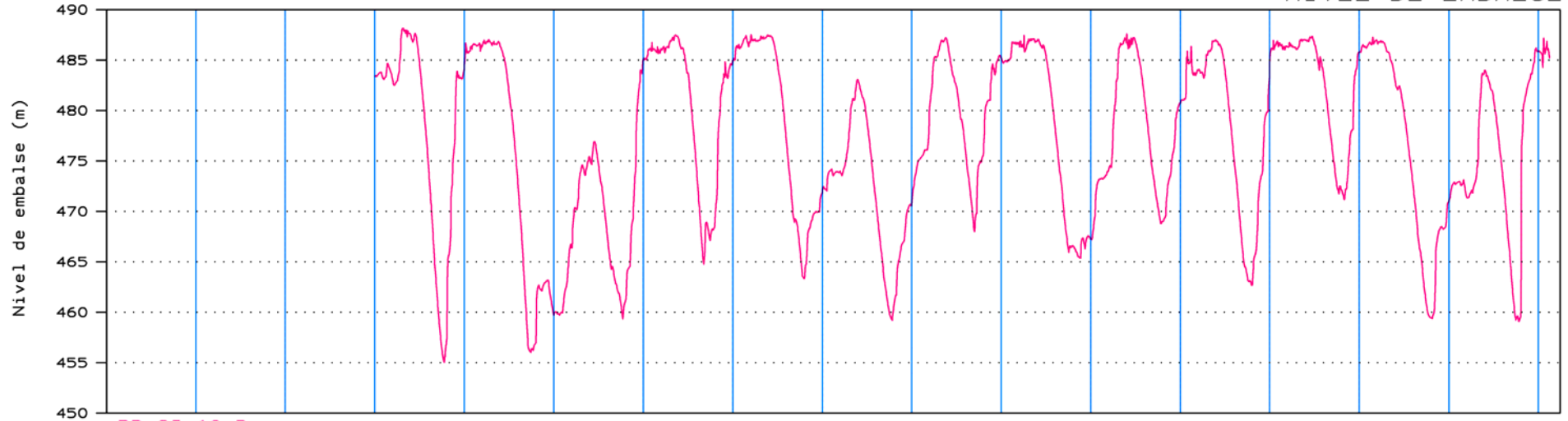
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

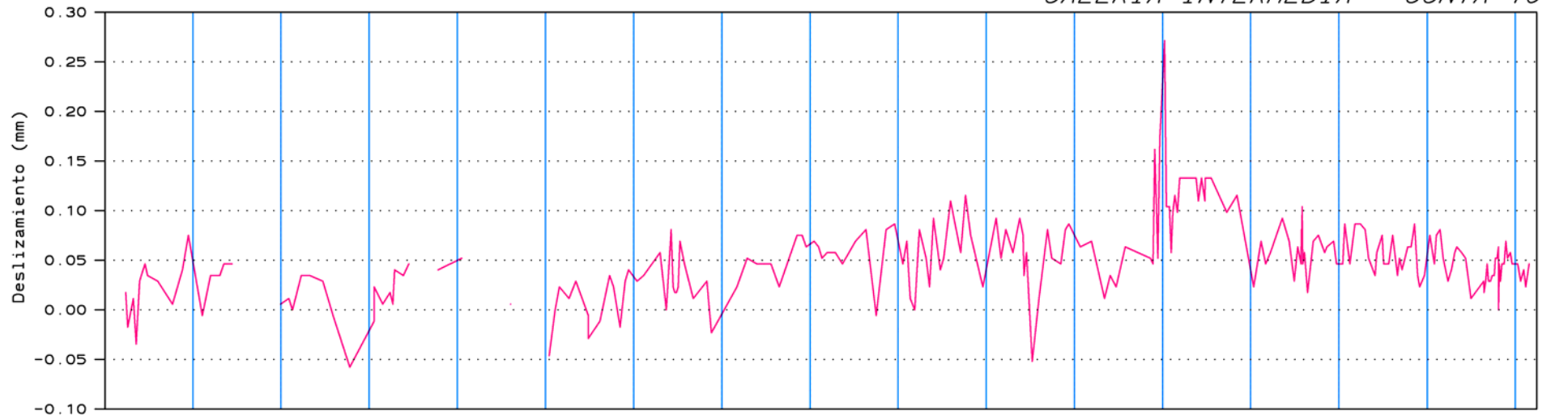
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GI-10-D

*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 10*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

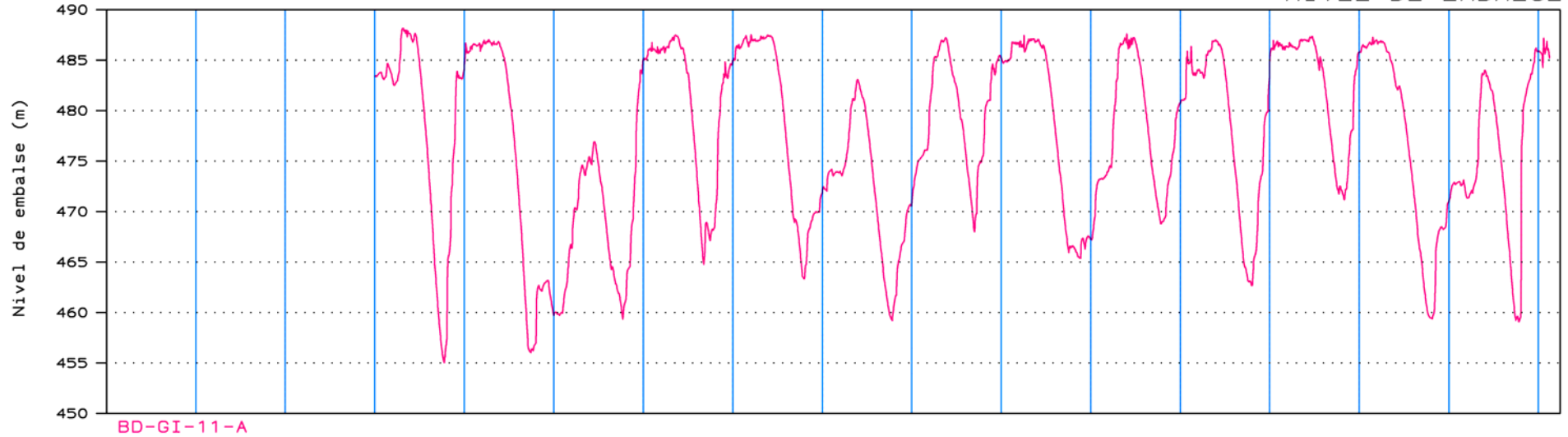
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

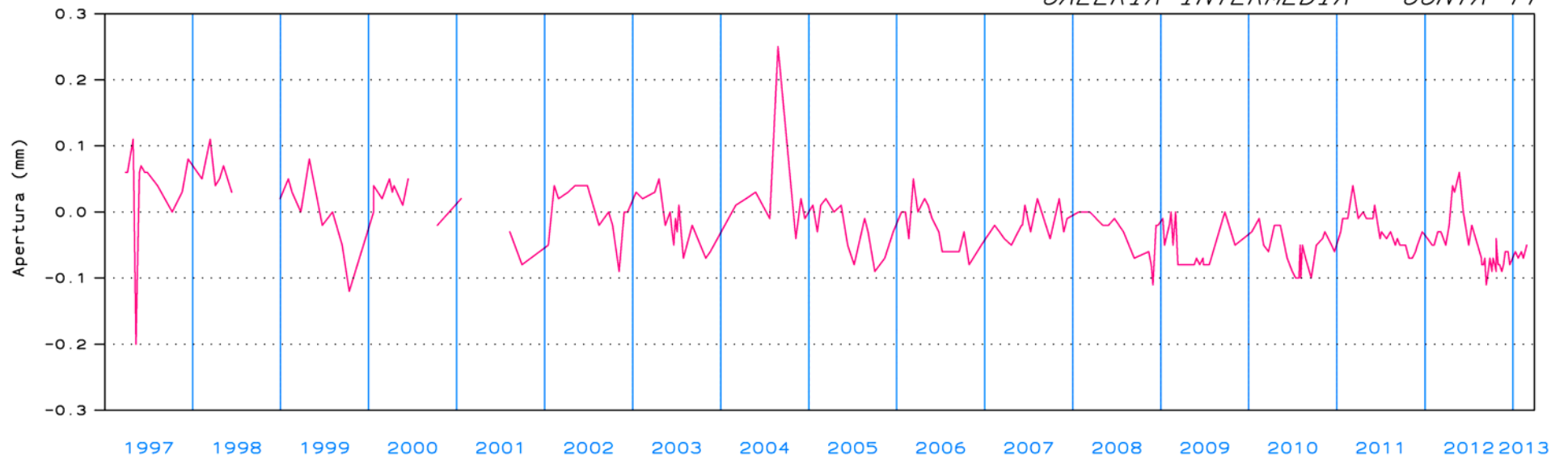
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 11*



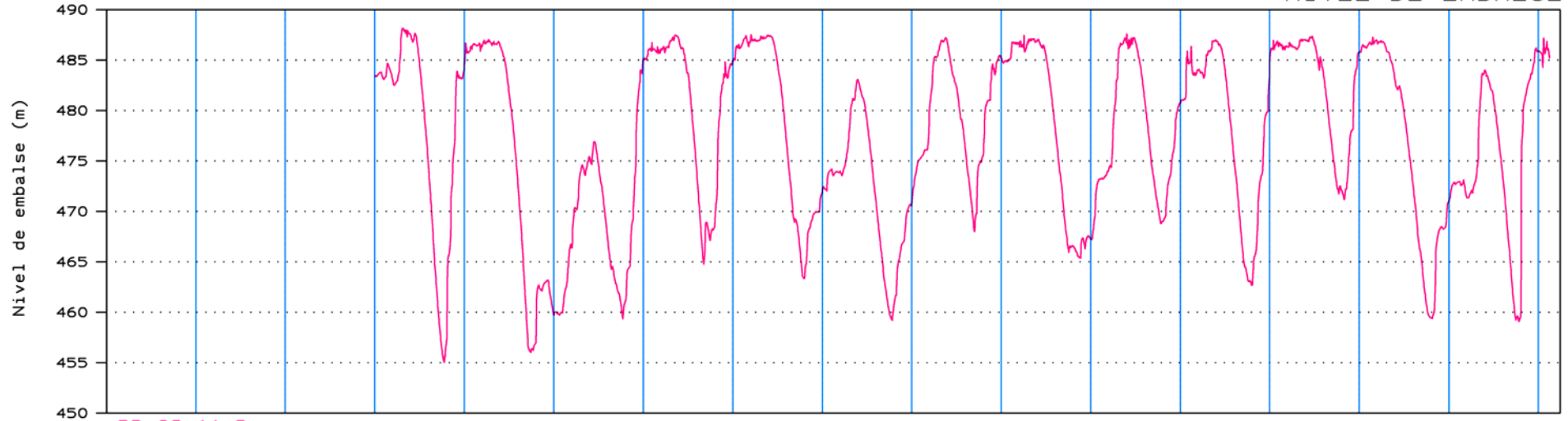
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

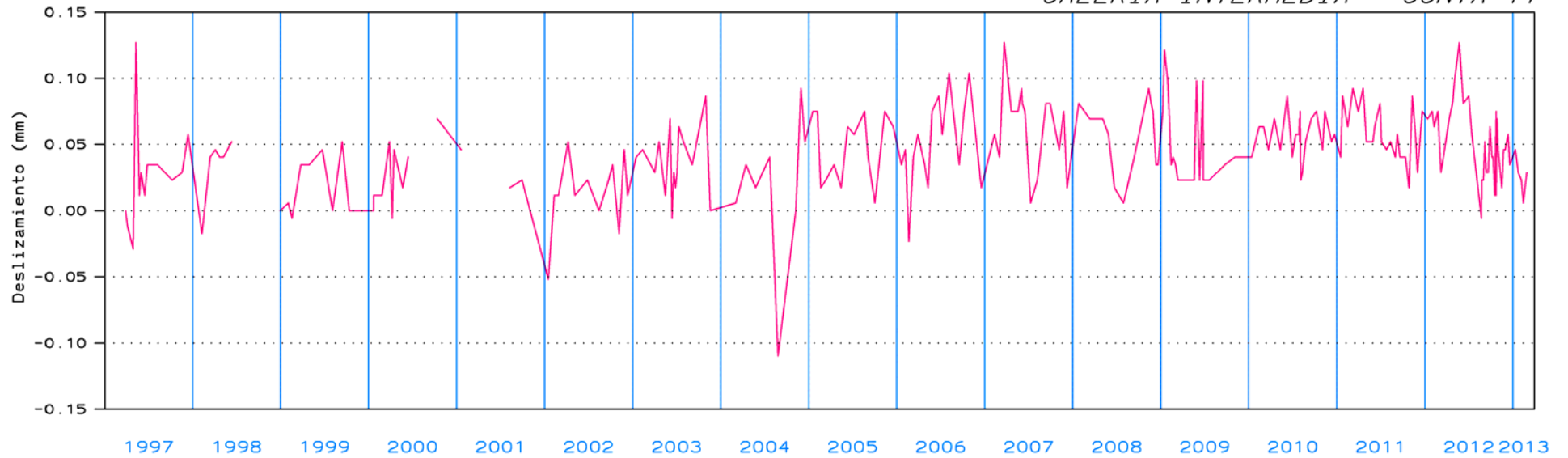
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GI-11-D

*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 11*



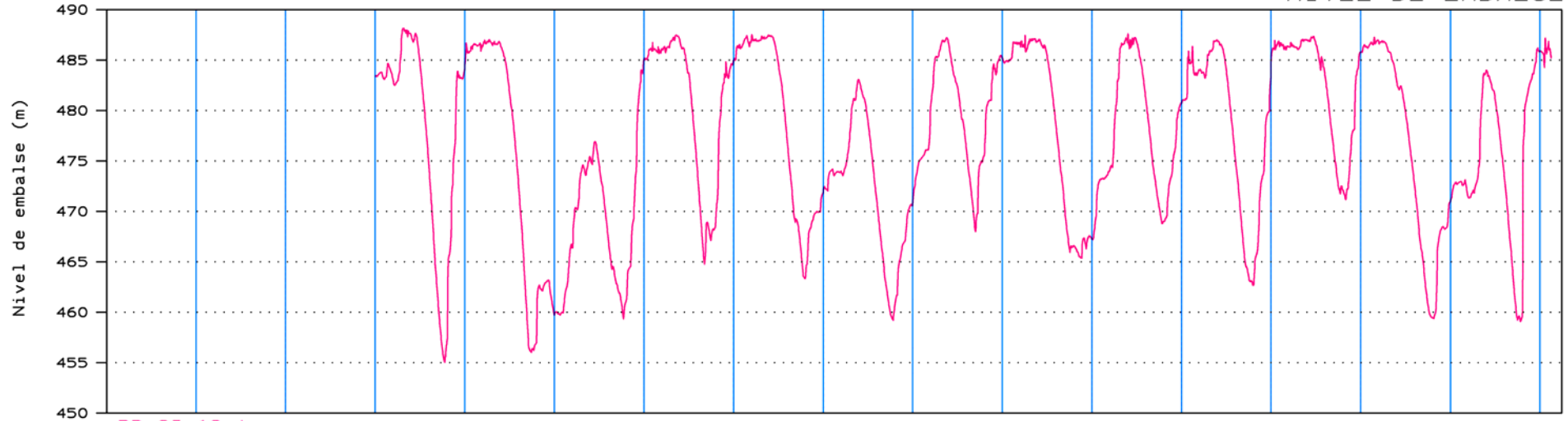
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

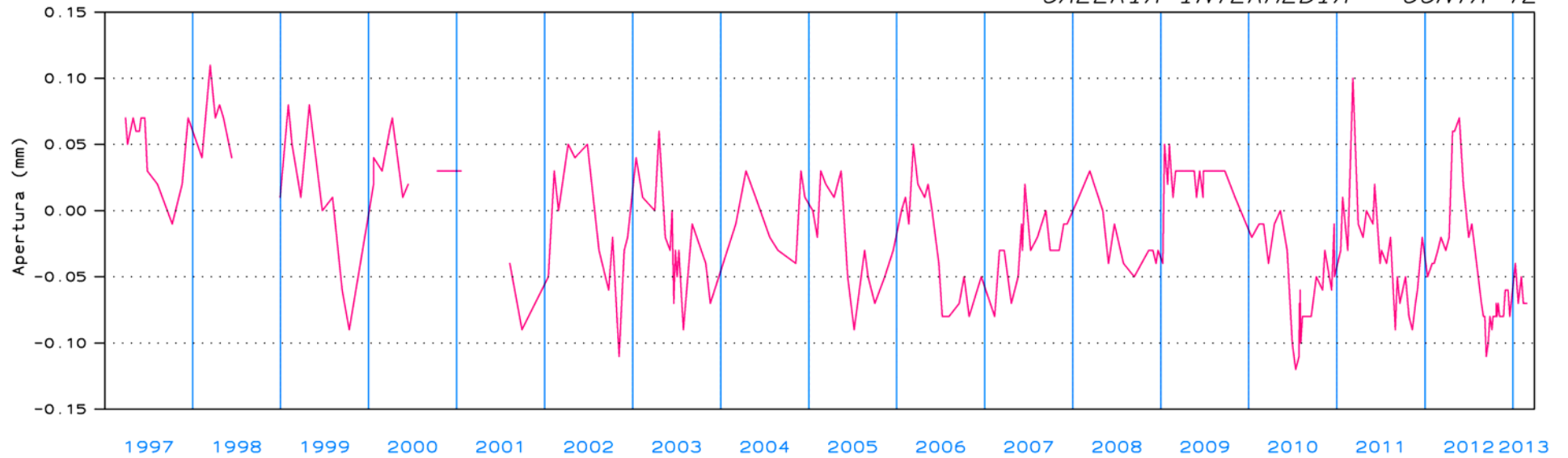
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 12*



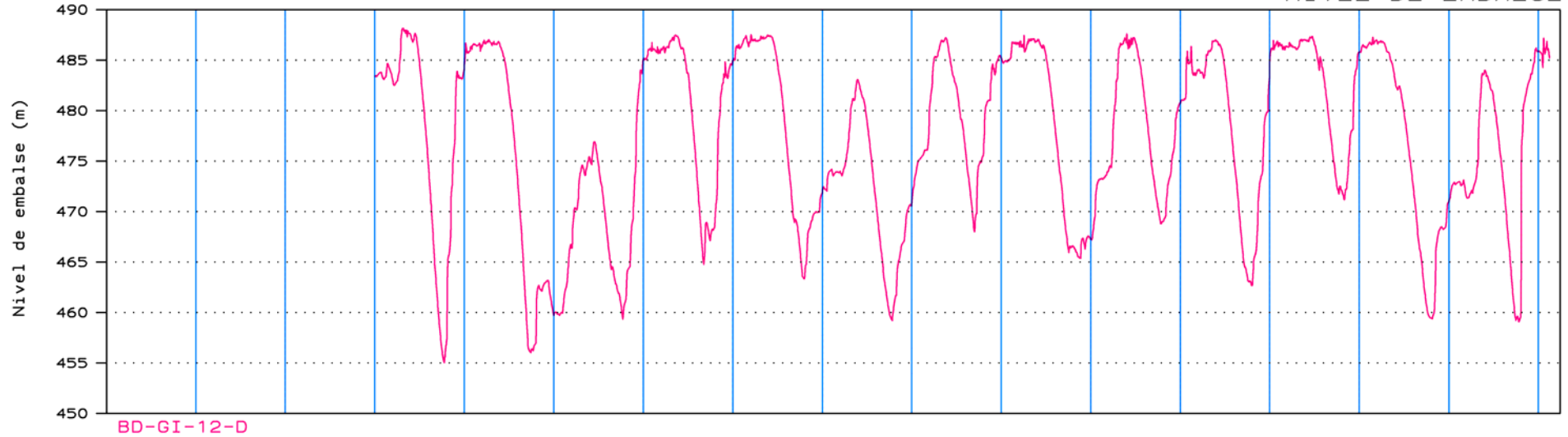
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

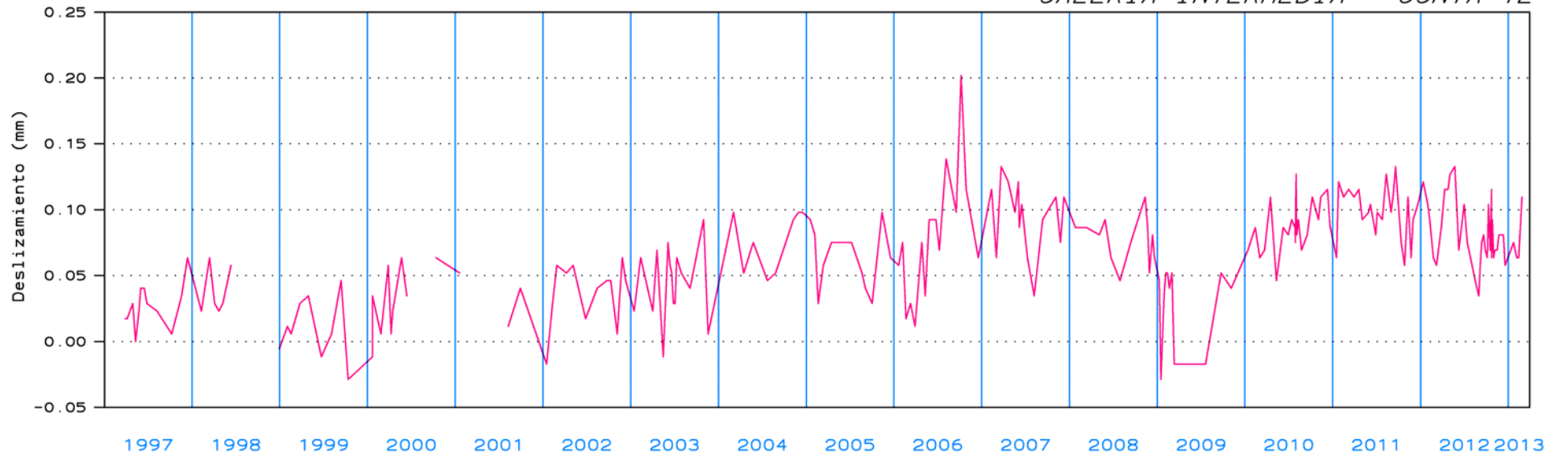
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 12*



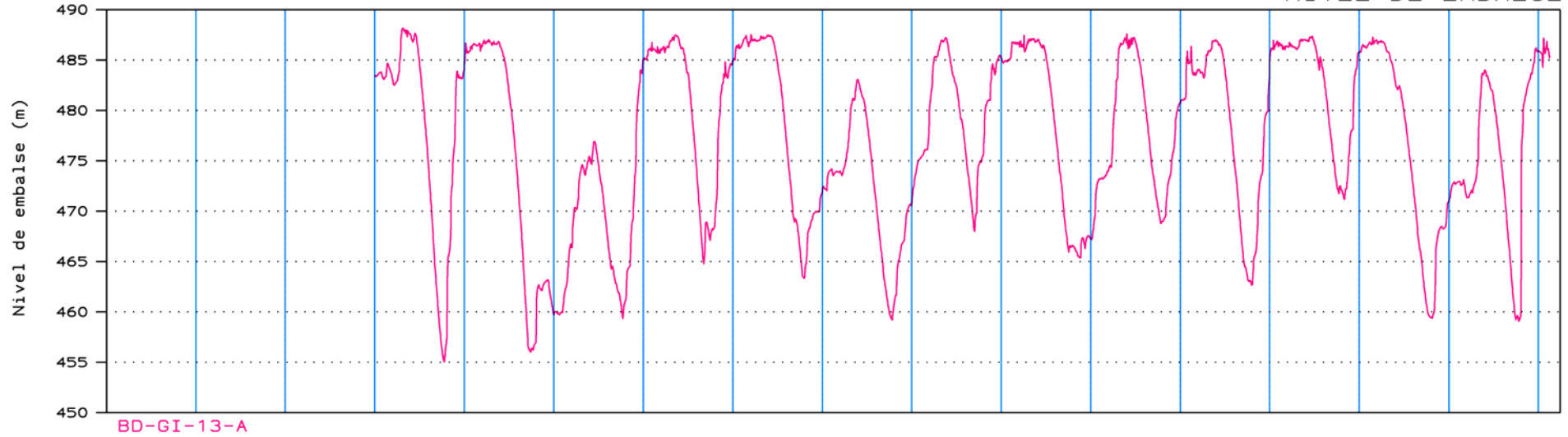
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

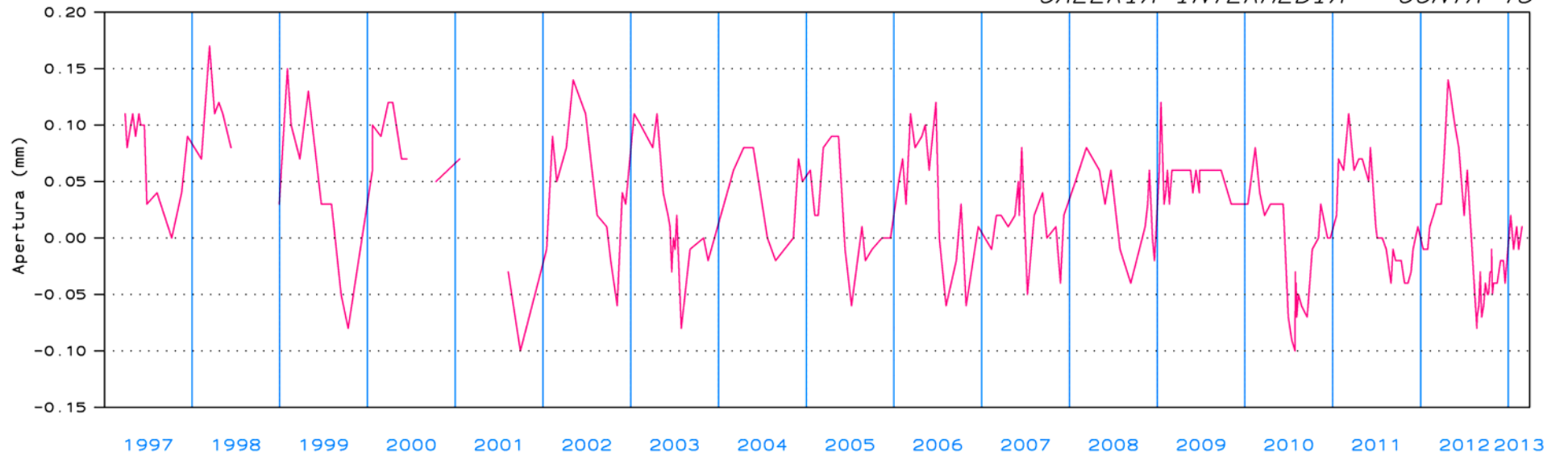
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 13*



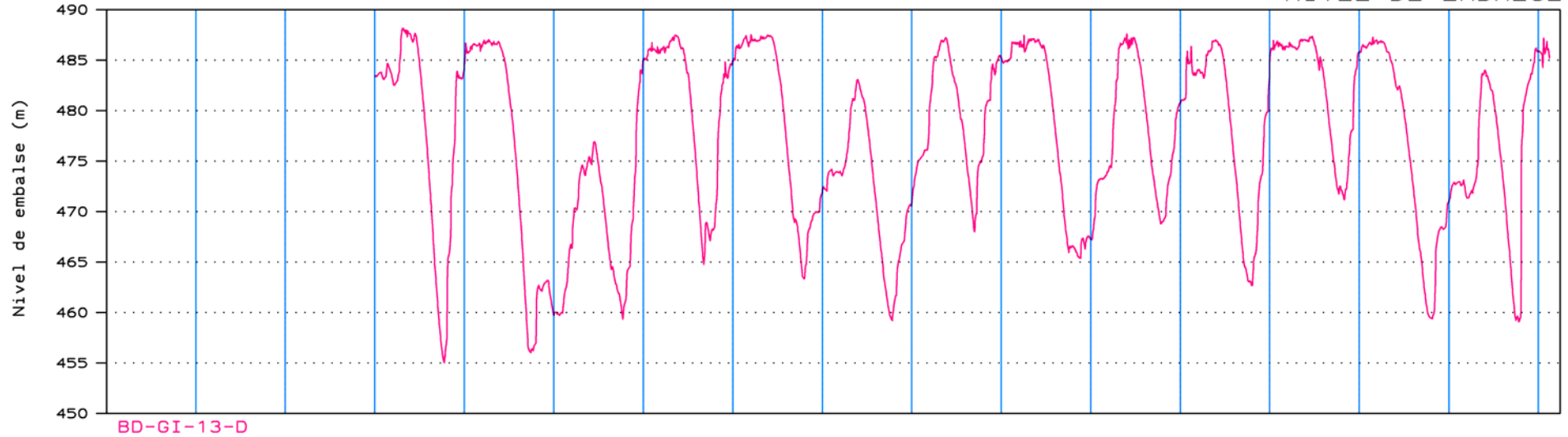
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

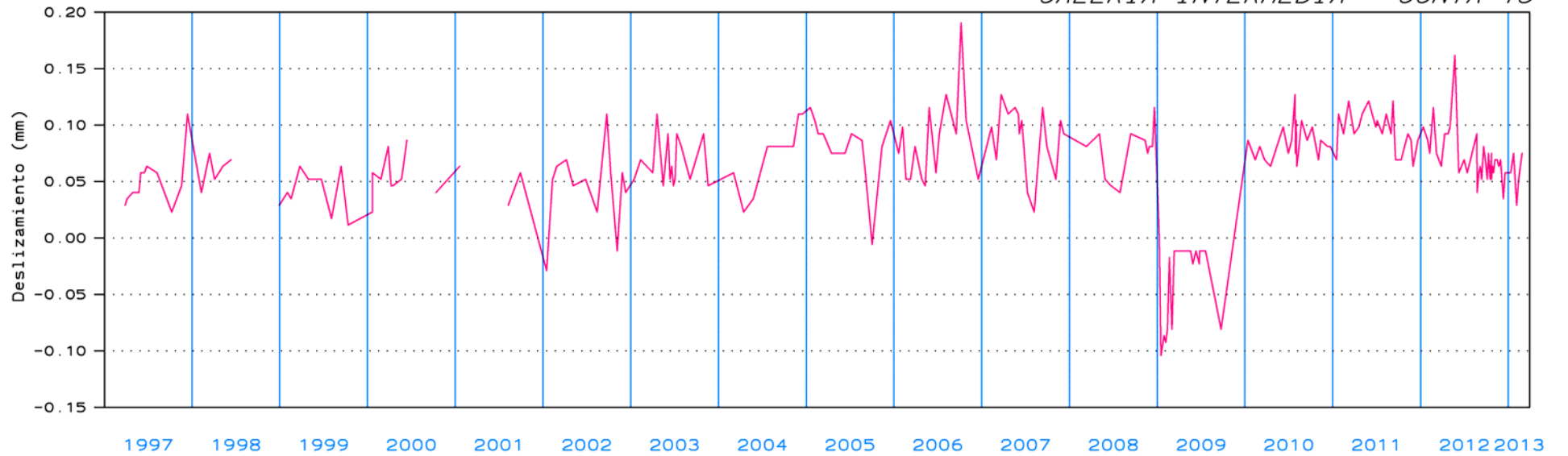
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 13*



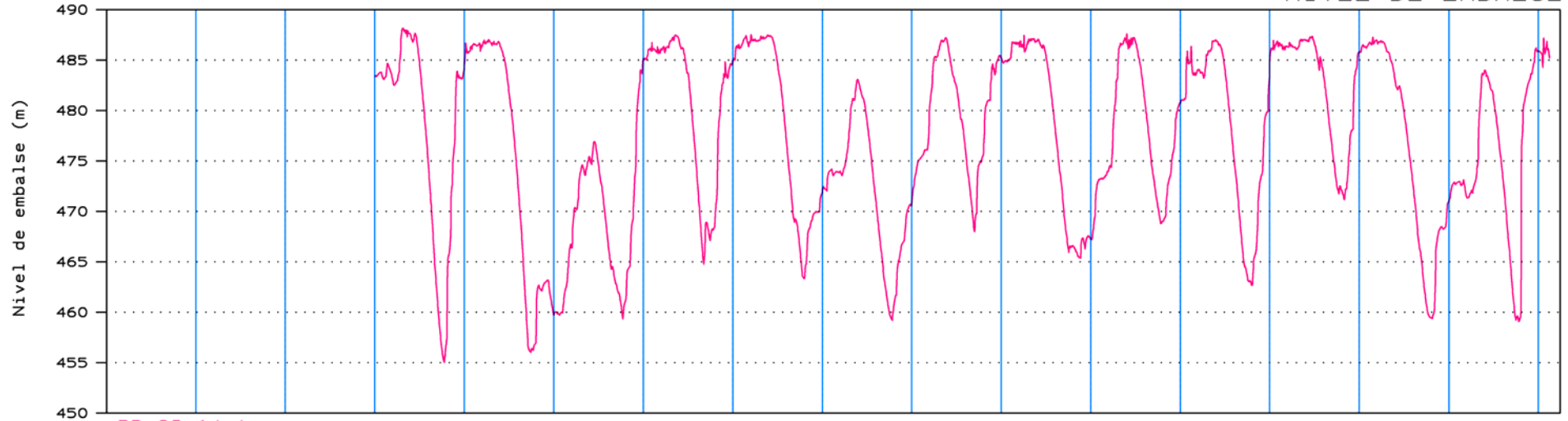


# TERNAS DE BASE

# PRESA DE YESA

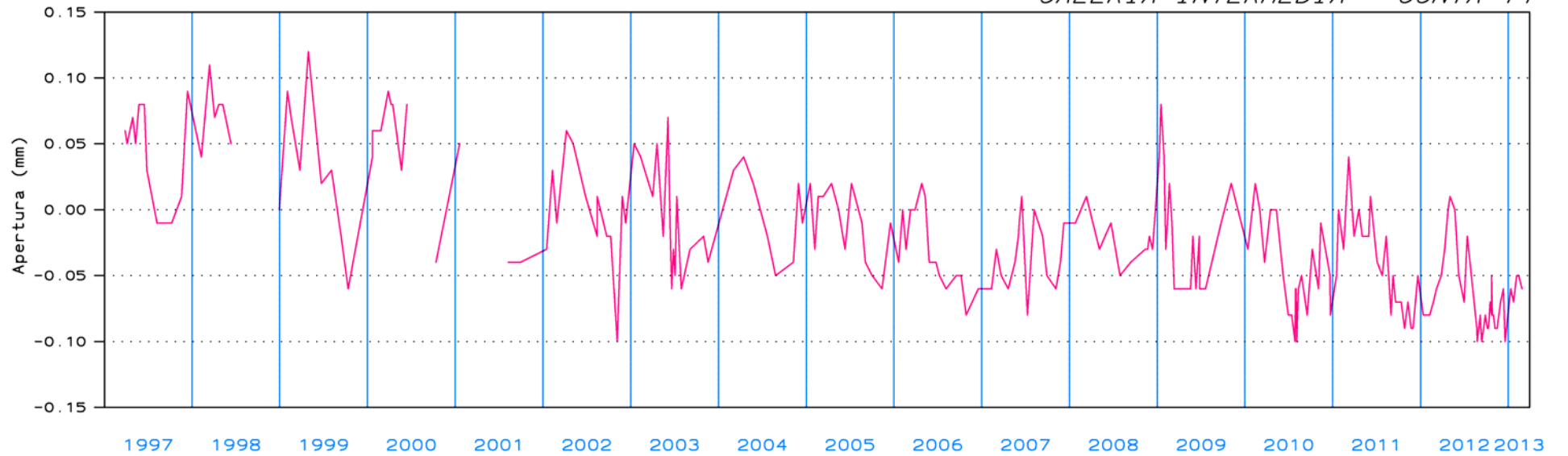
Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



BD-GI-14-A

*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 14*



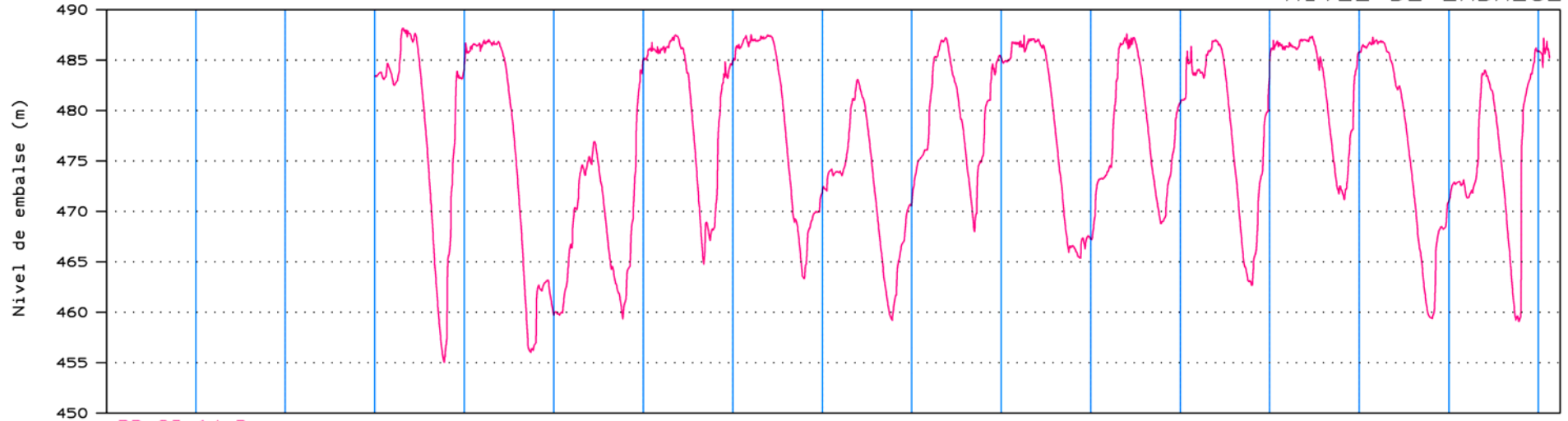
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

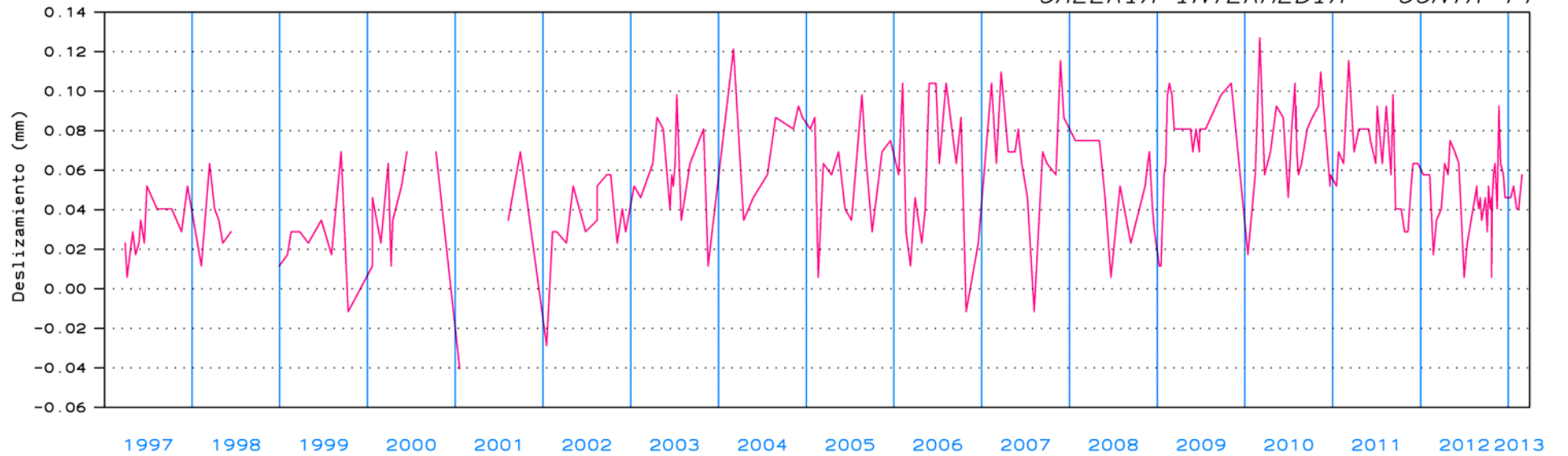
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 14*



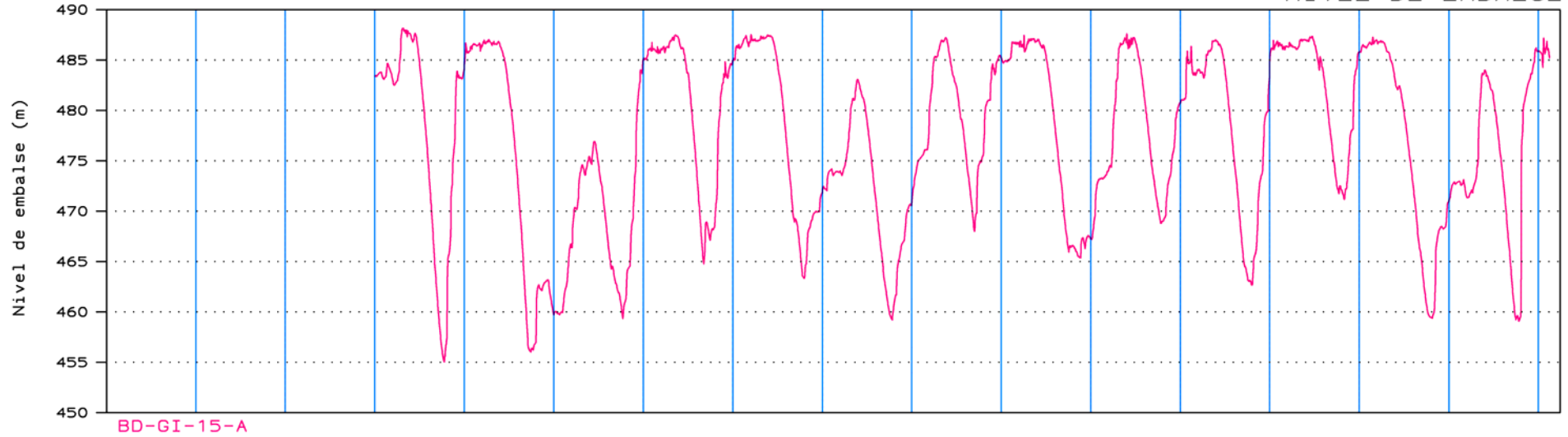
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

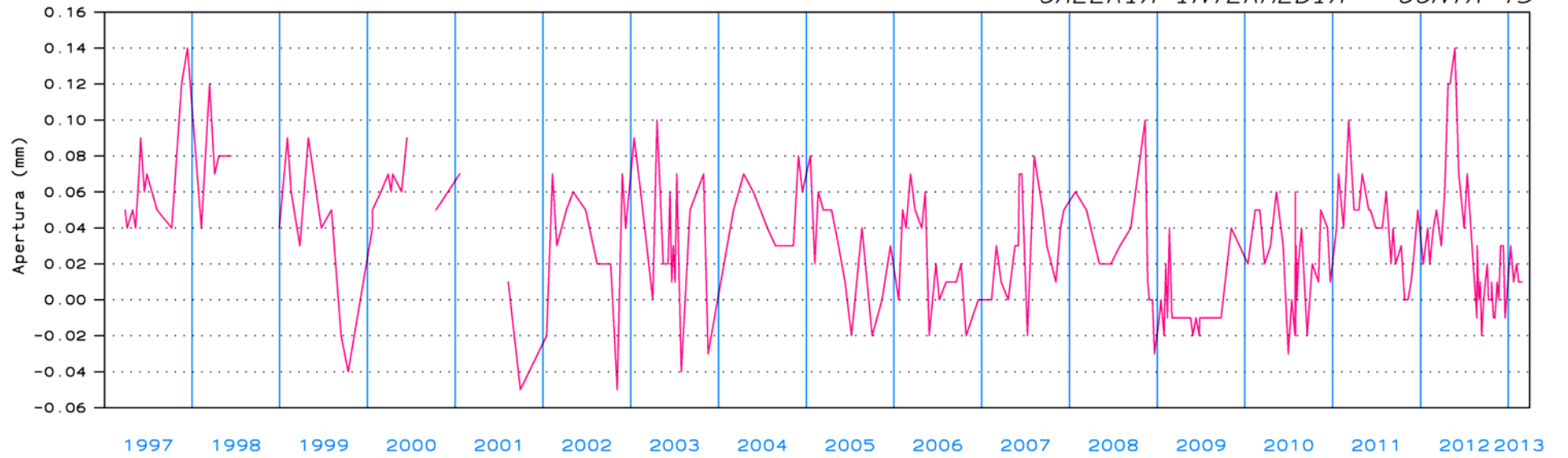
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 15*



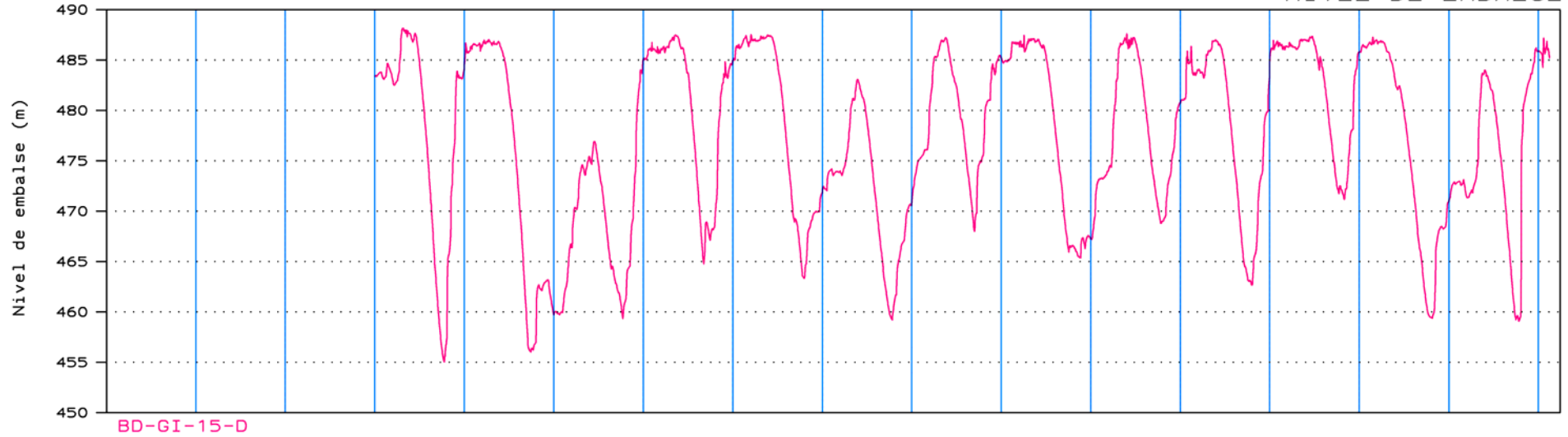
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

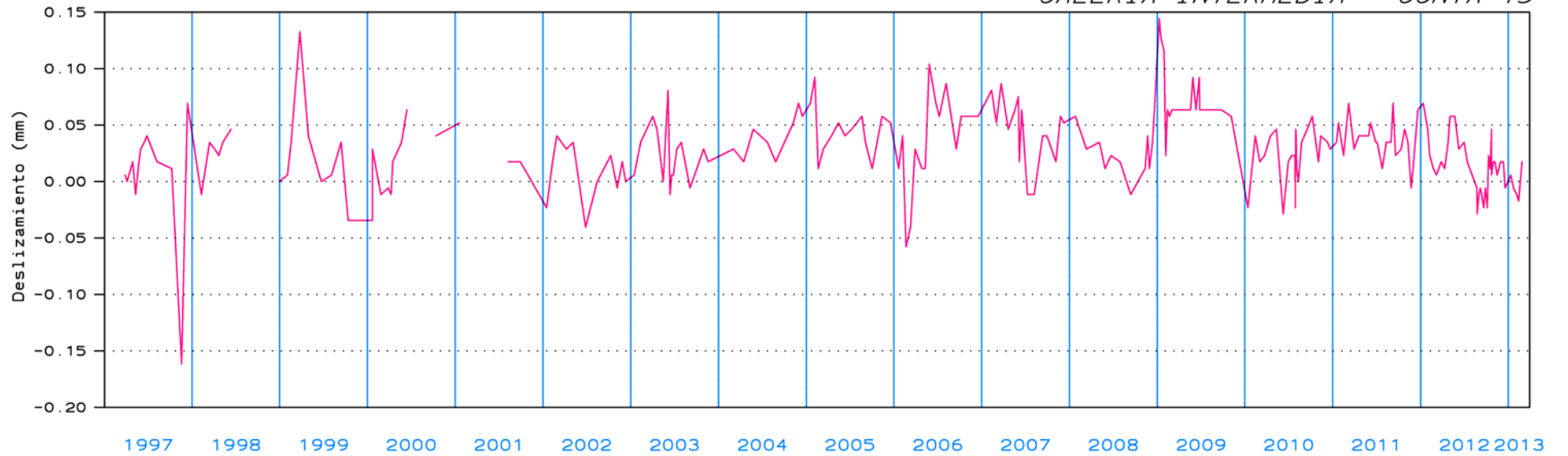
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 15*

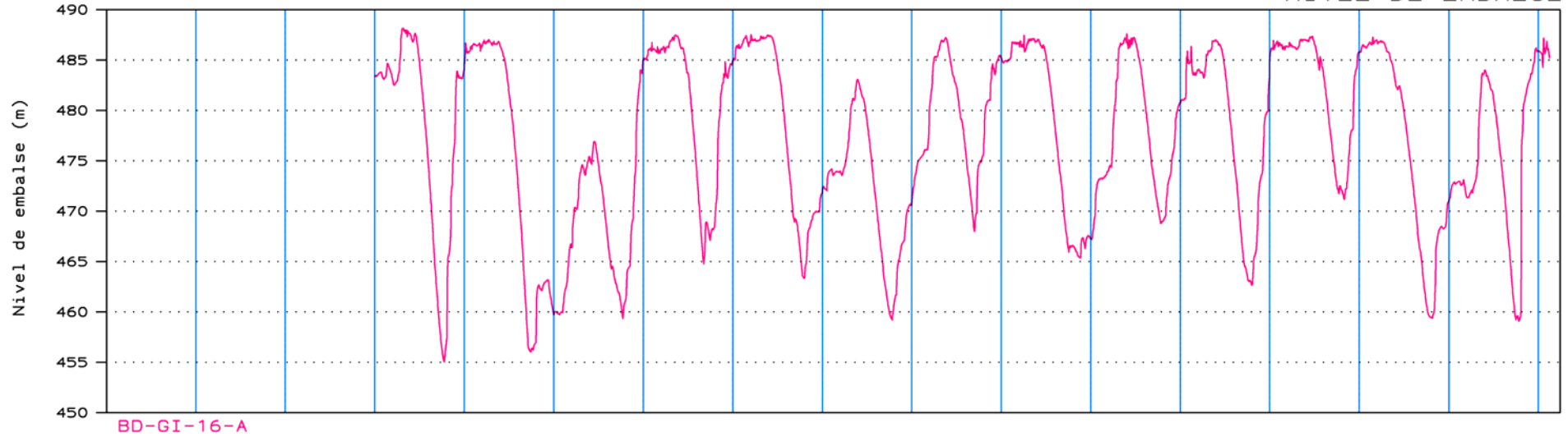


# TERNAS DE BASE

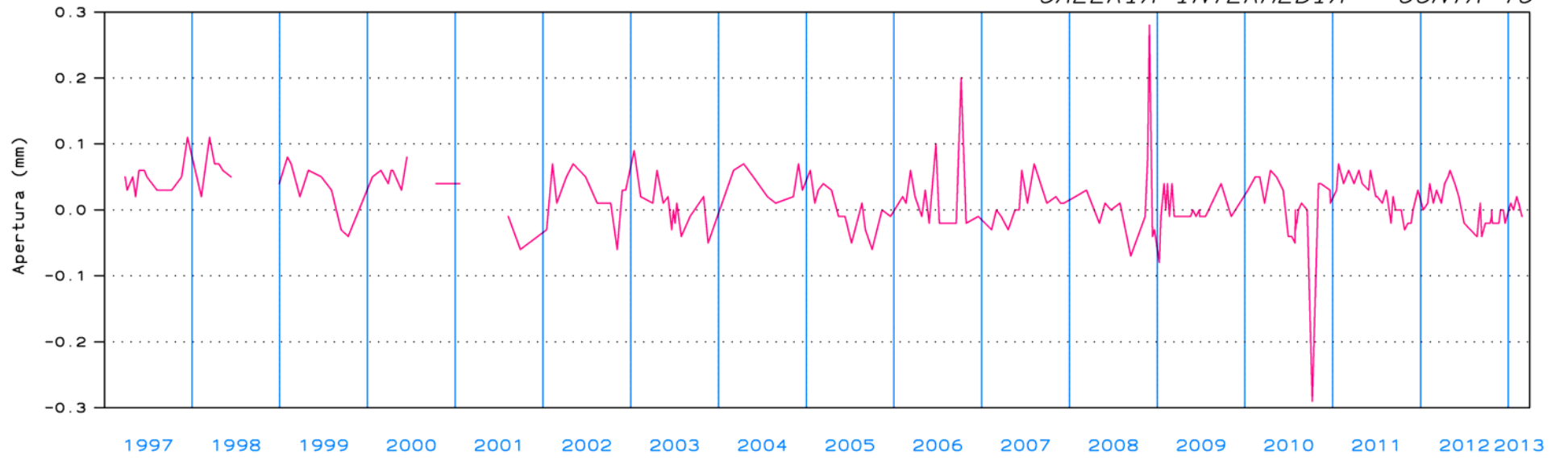
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 16*

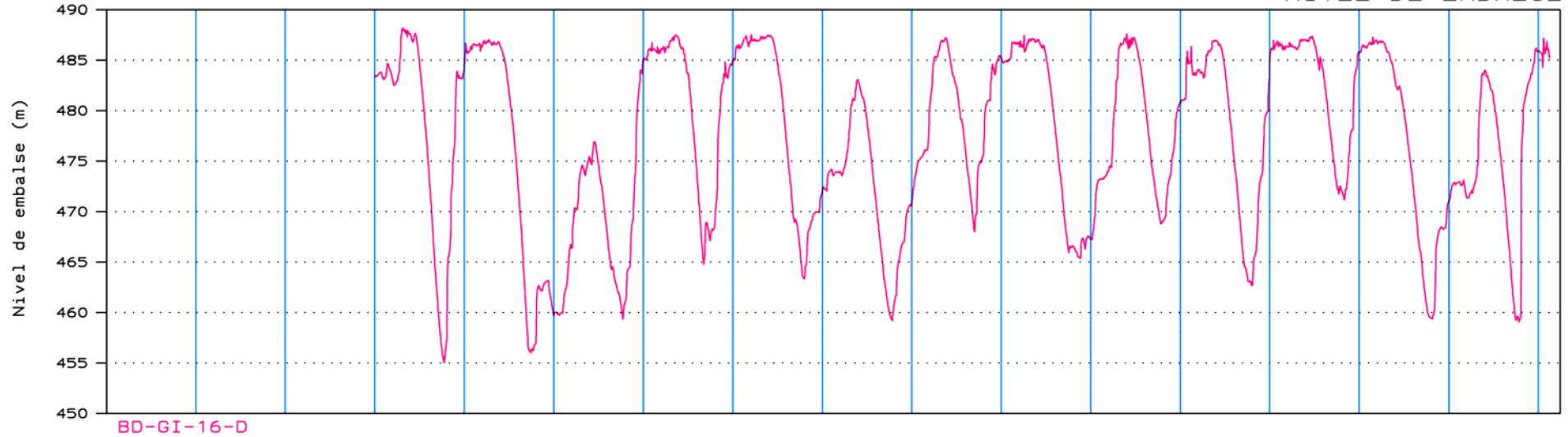


# TERNAS DE BASE

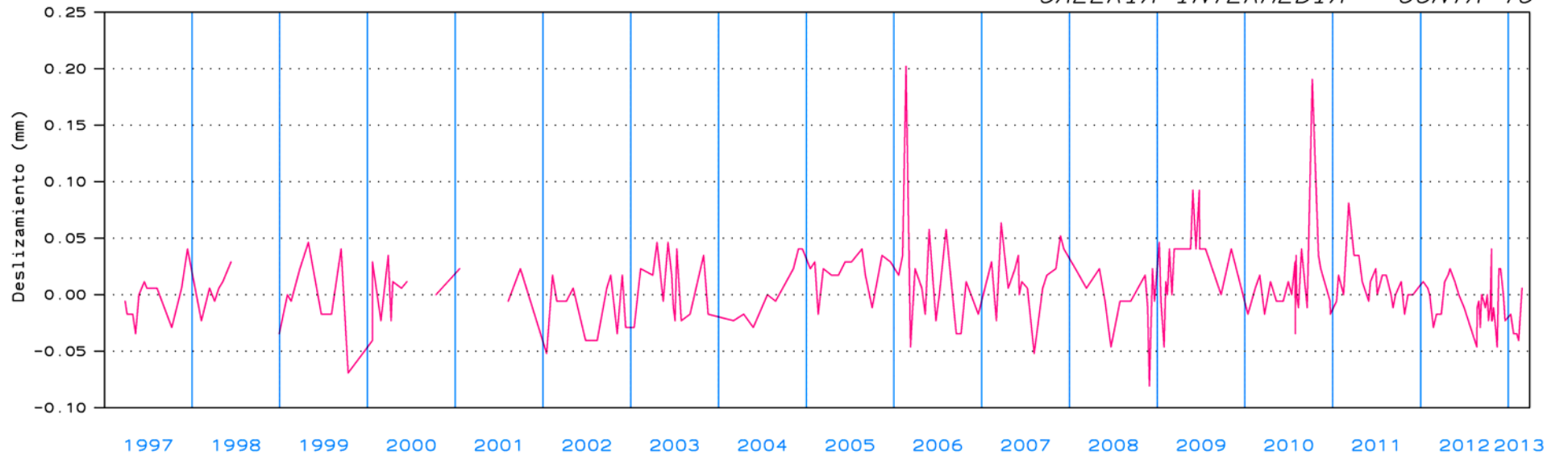
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 16*



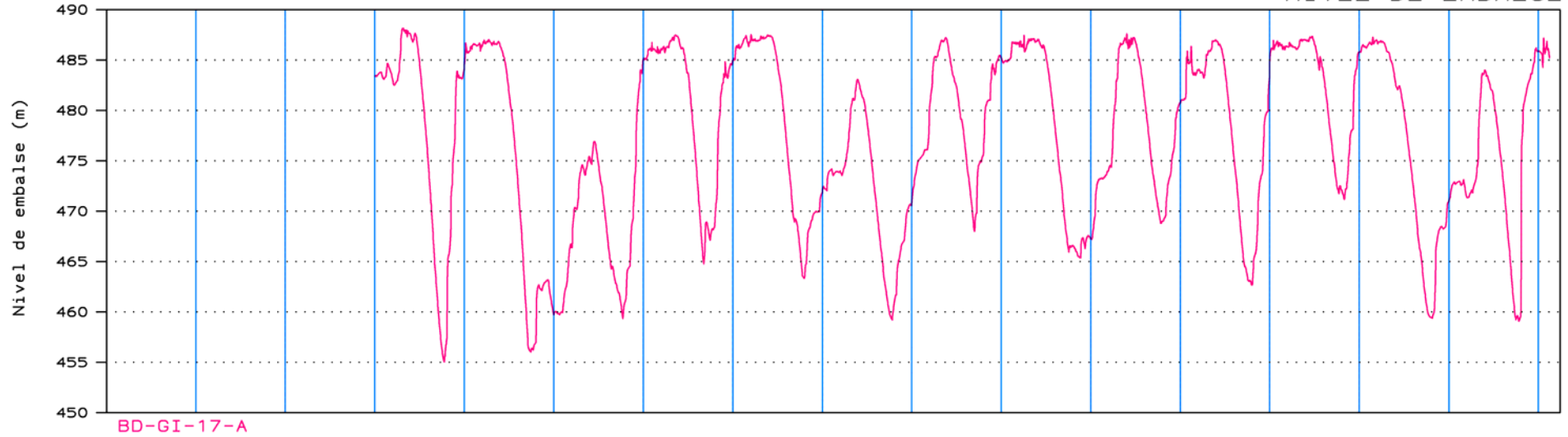
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

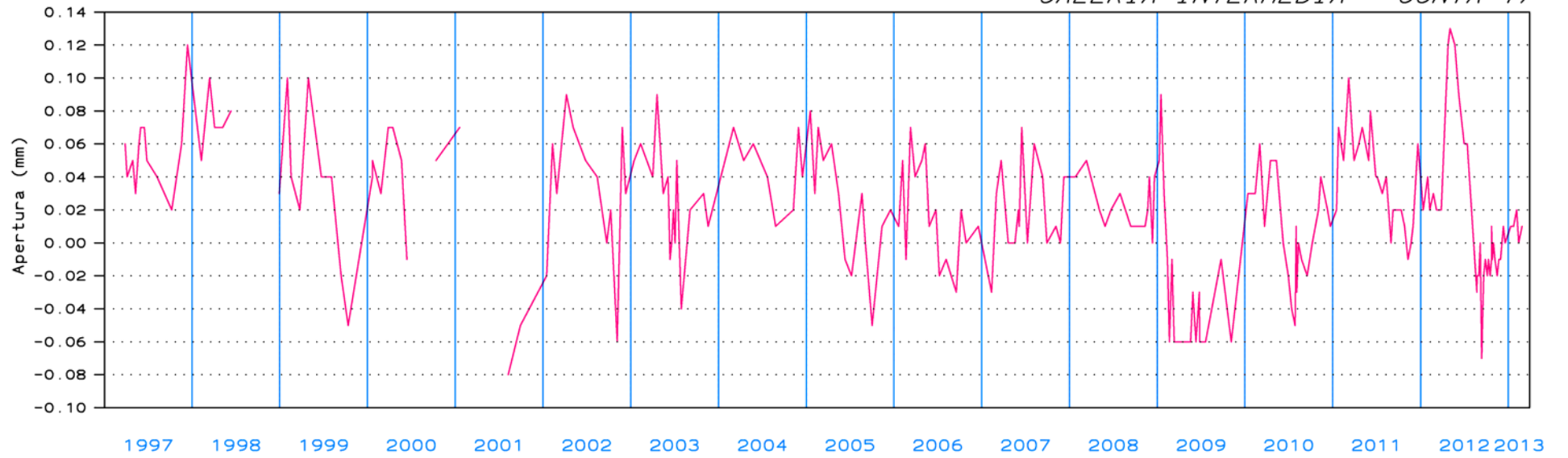
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 17*



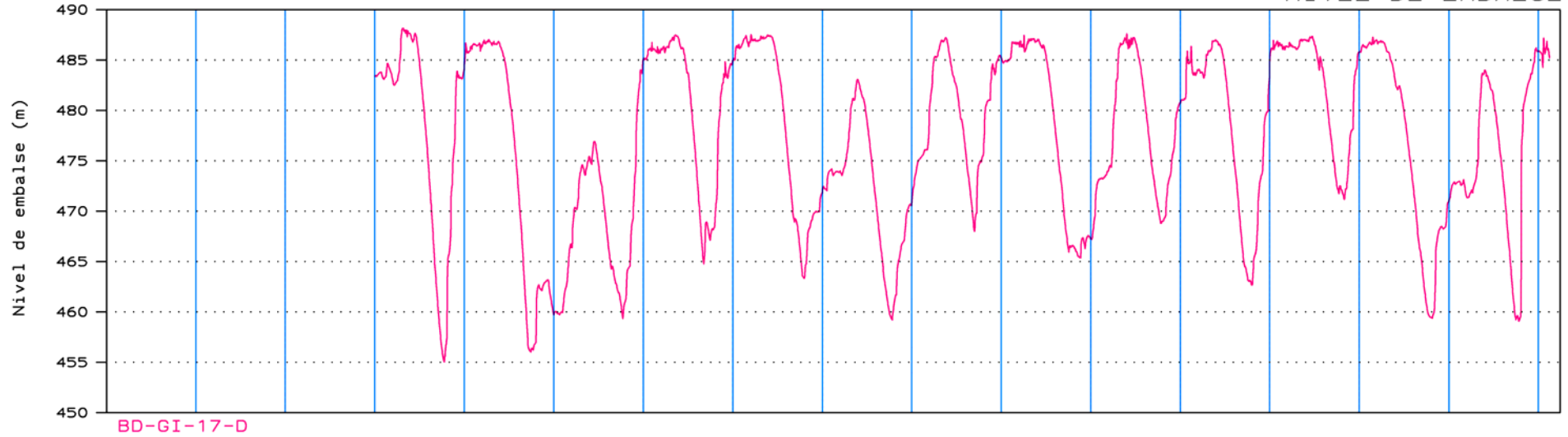
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

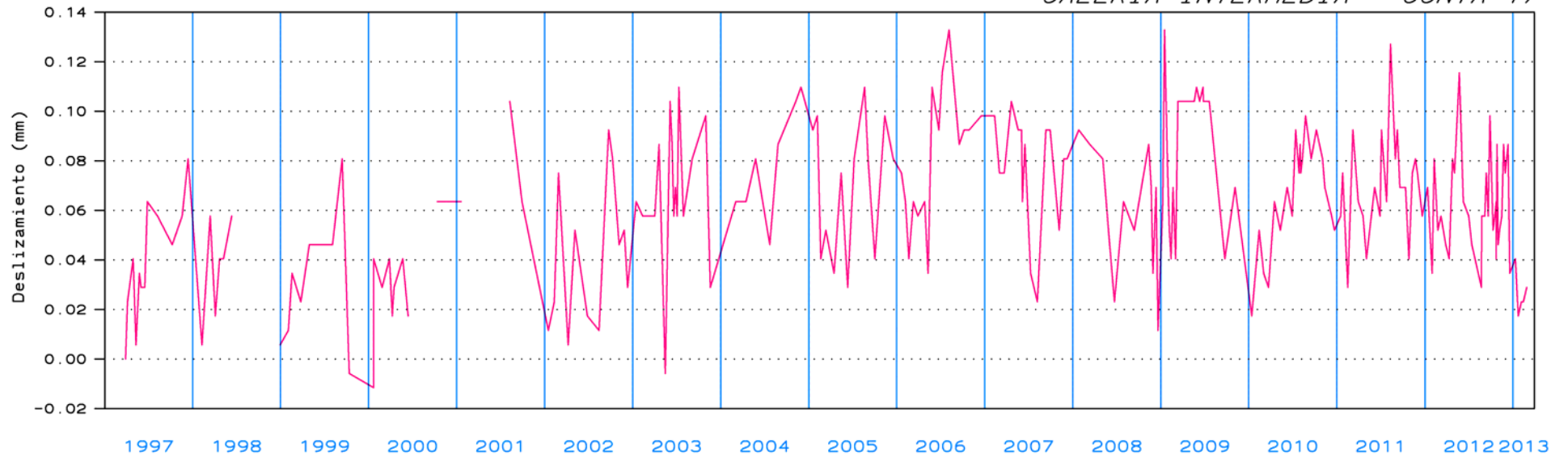
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 17*



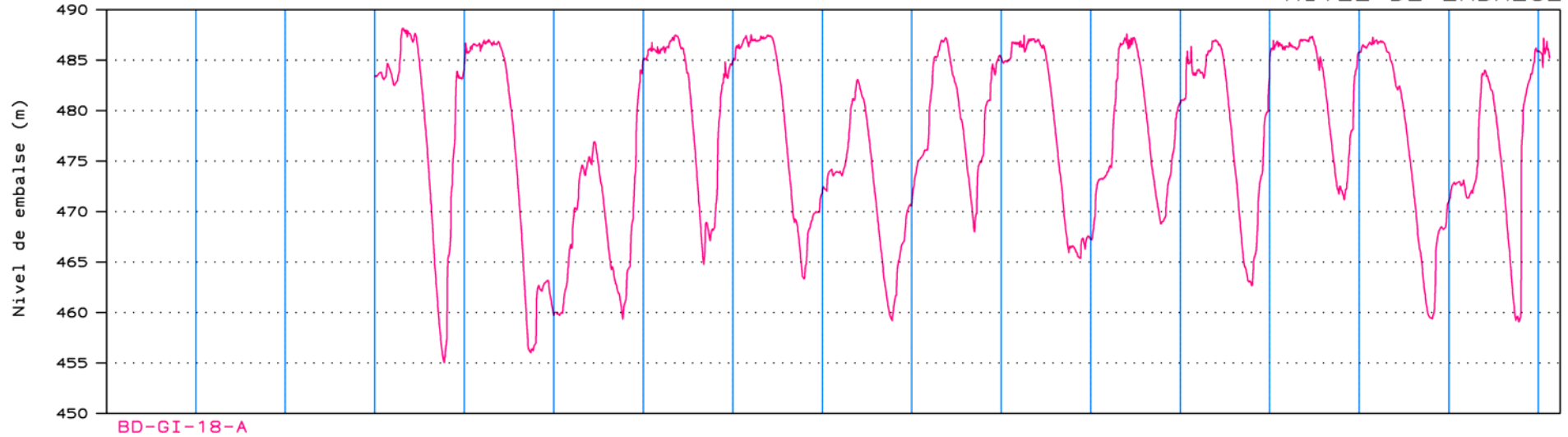


# TERNAS DE BASE

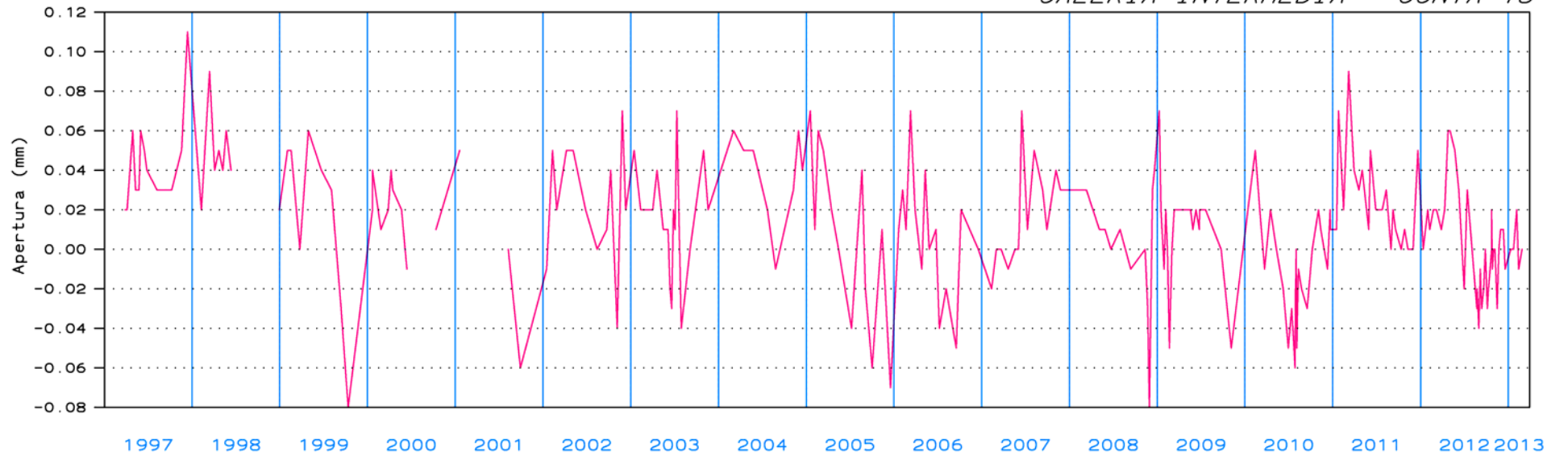
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 18*



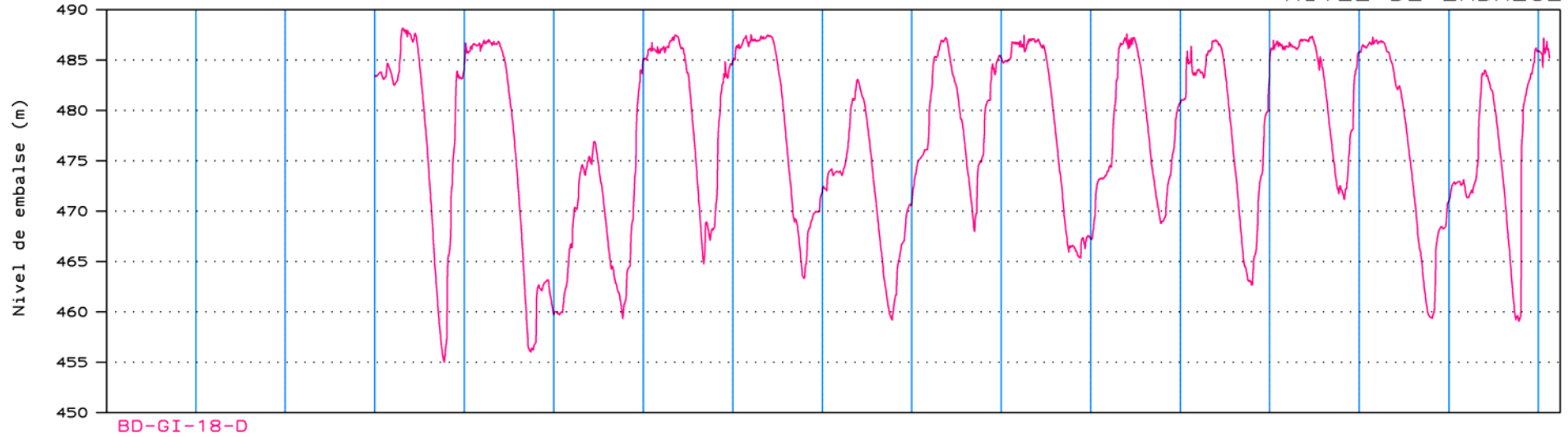
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

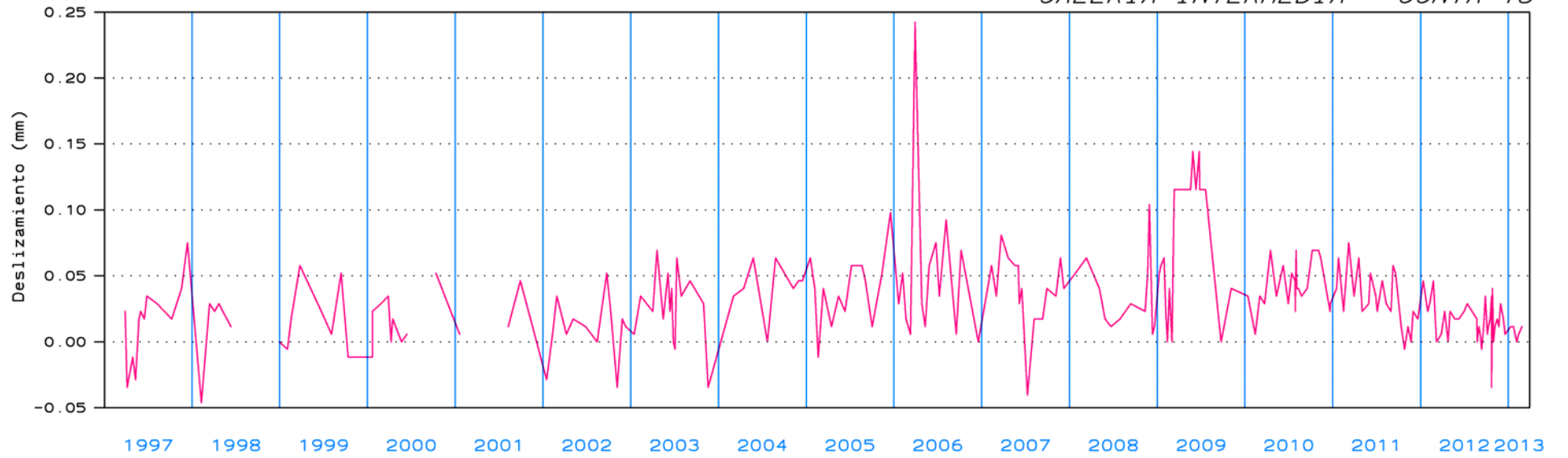
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 18*



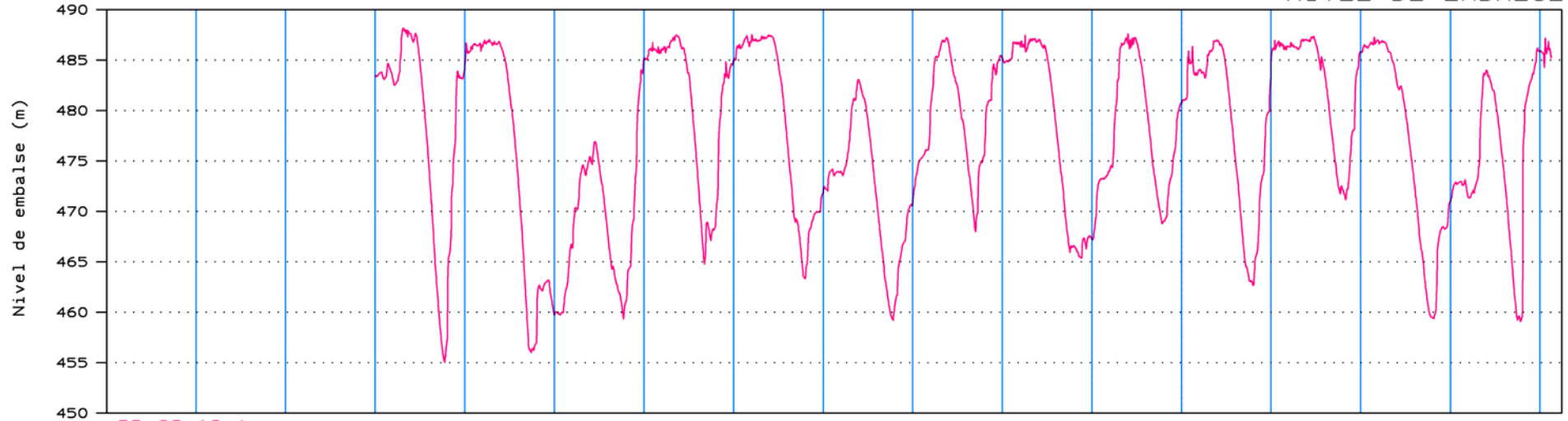
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

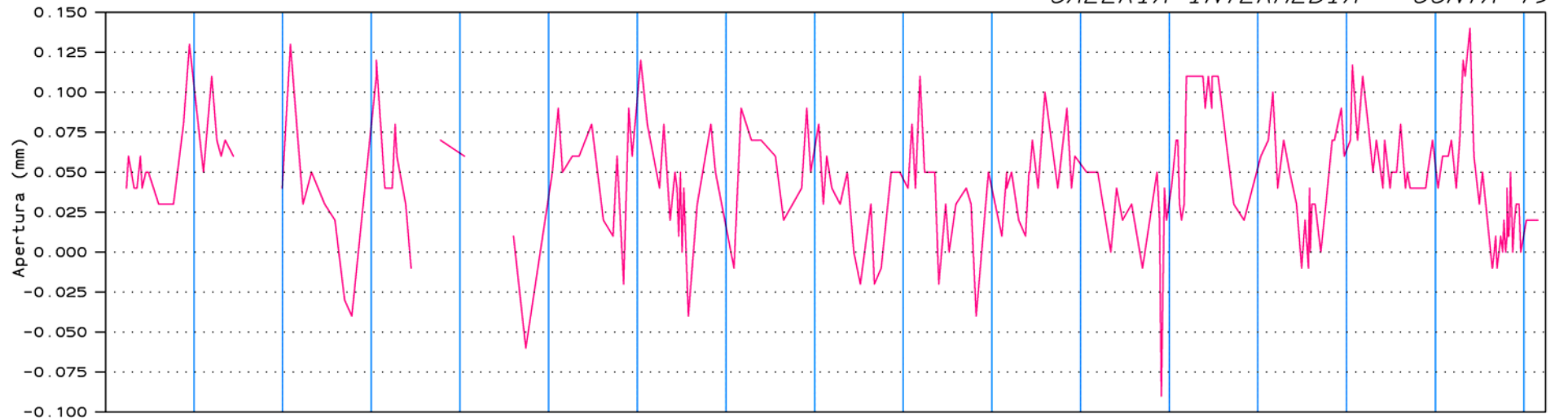
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 19*



1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

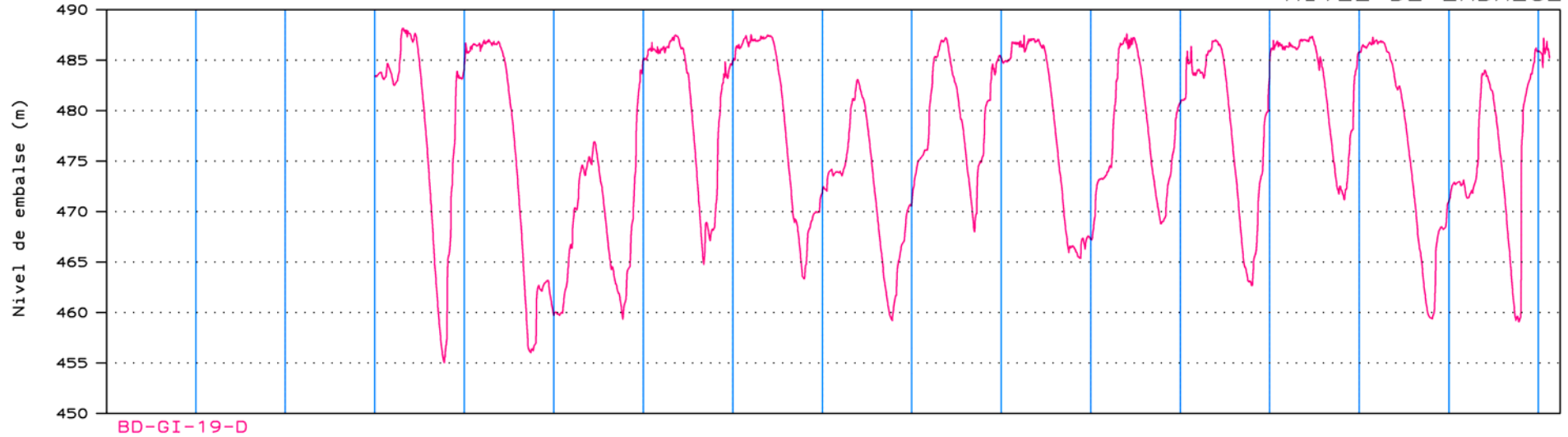
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

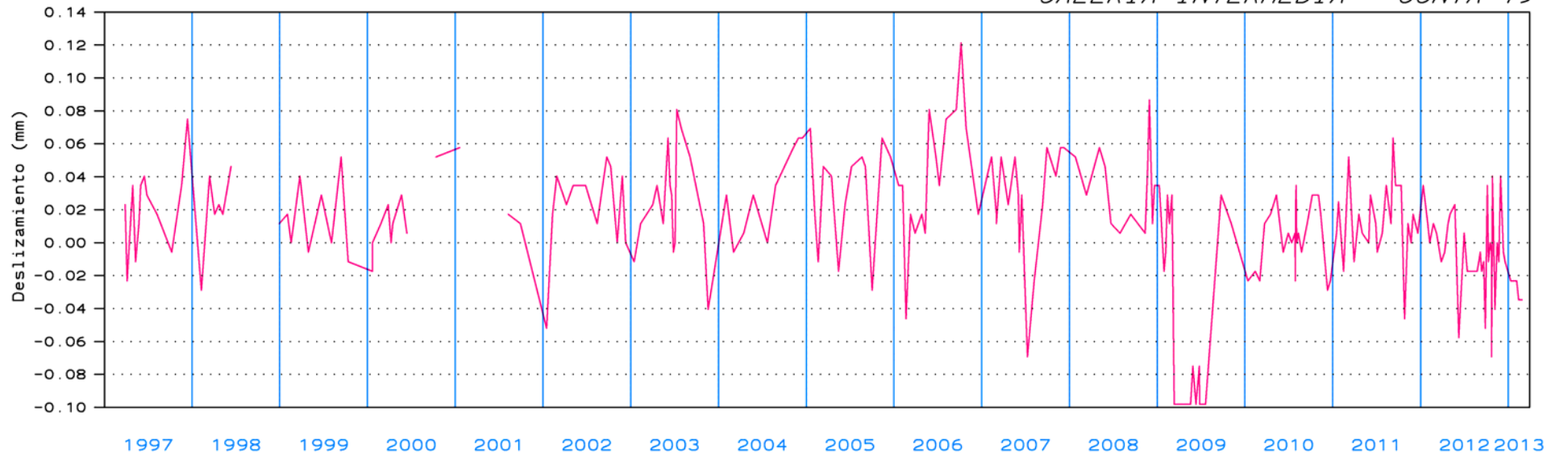
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 19*



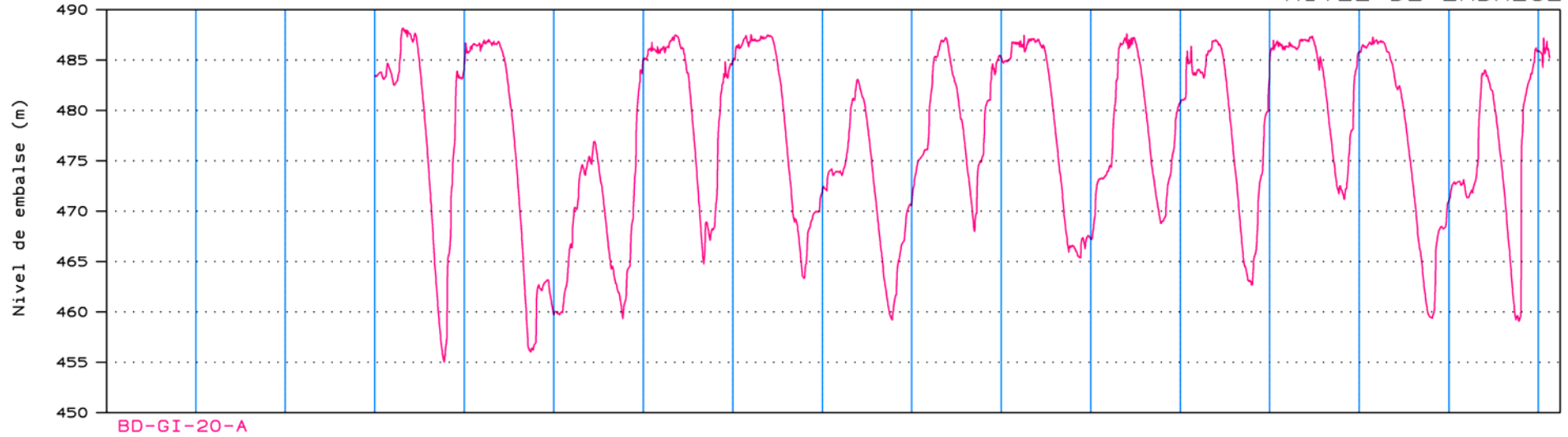
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

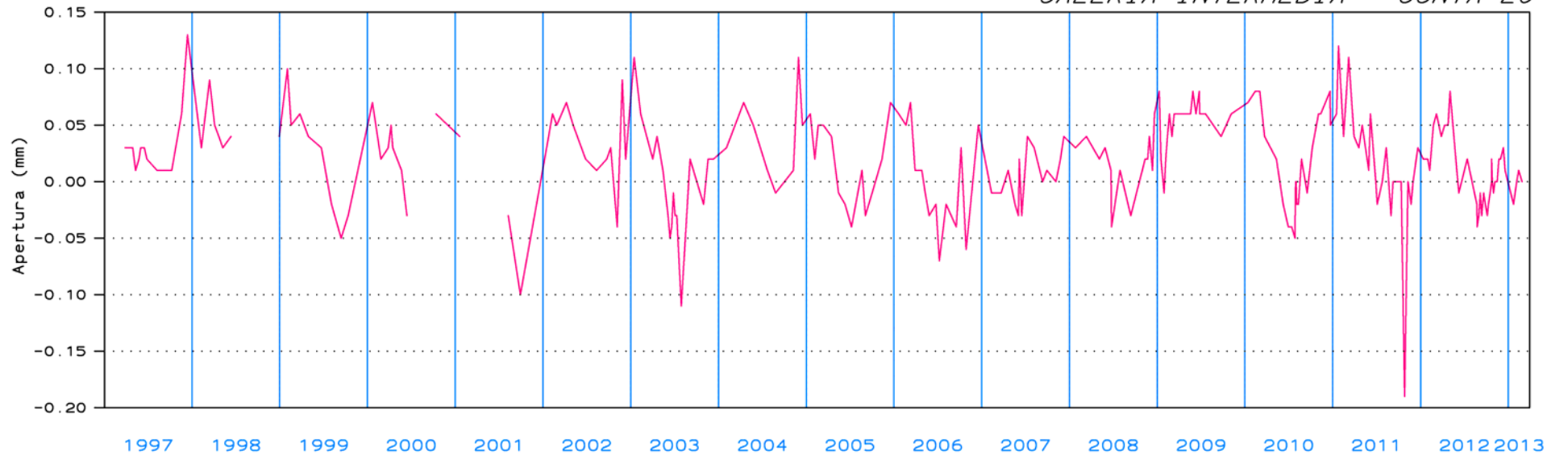
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 20*



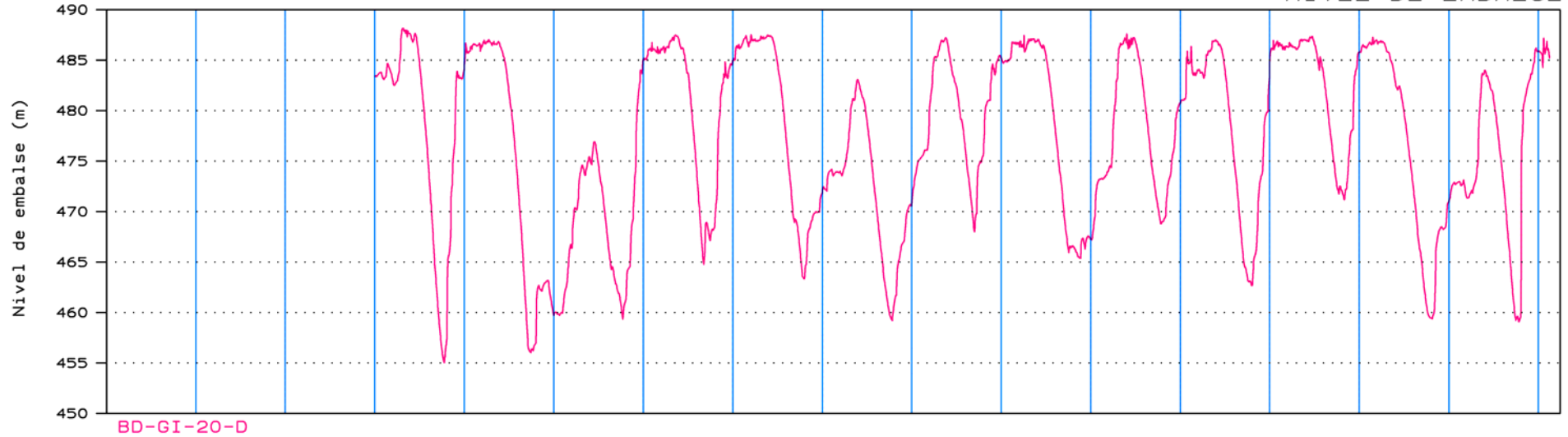
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

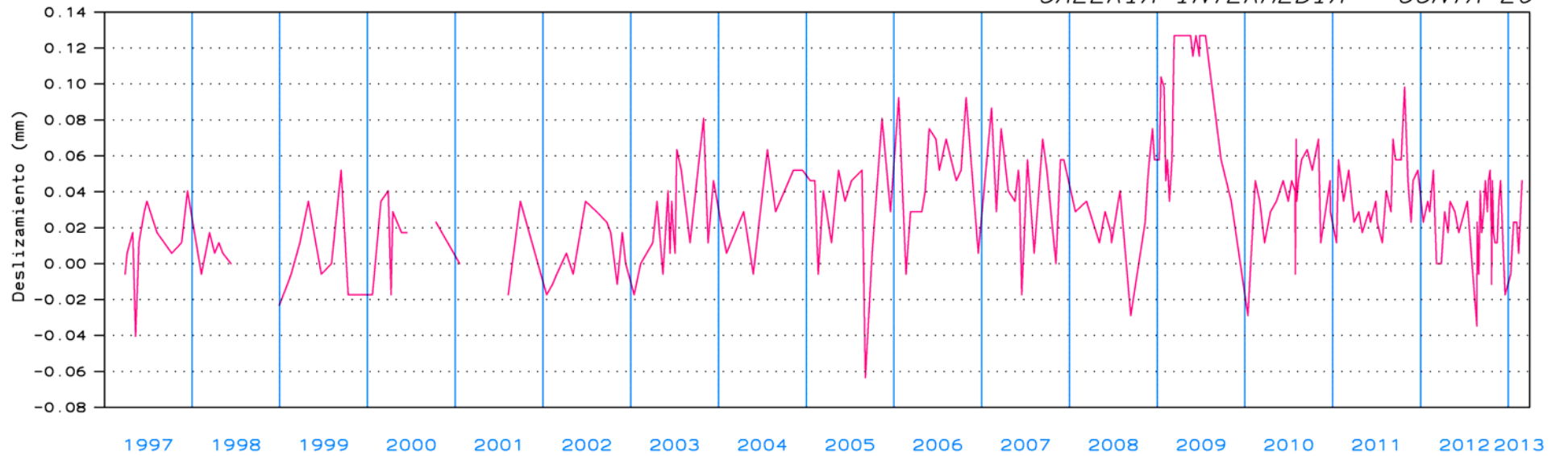
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 20*

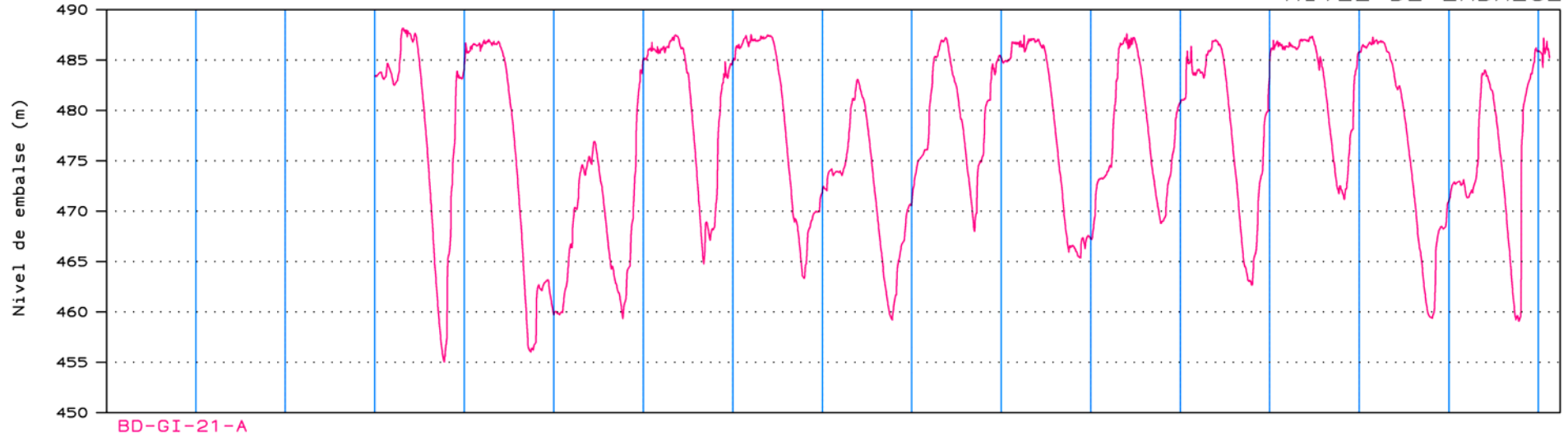


# TERNAS DE BASE

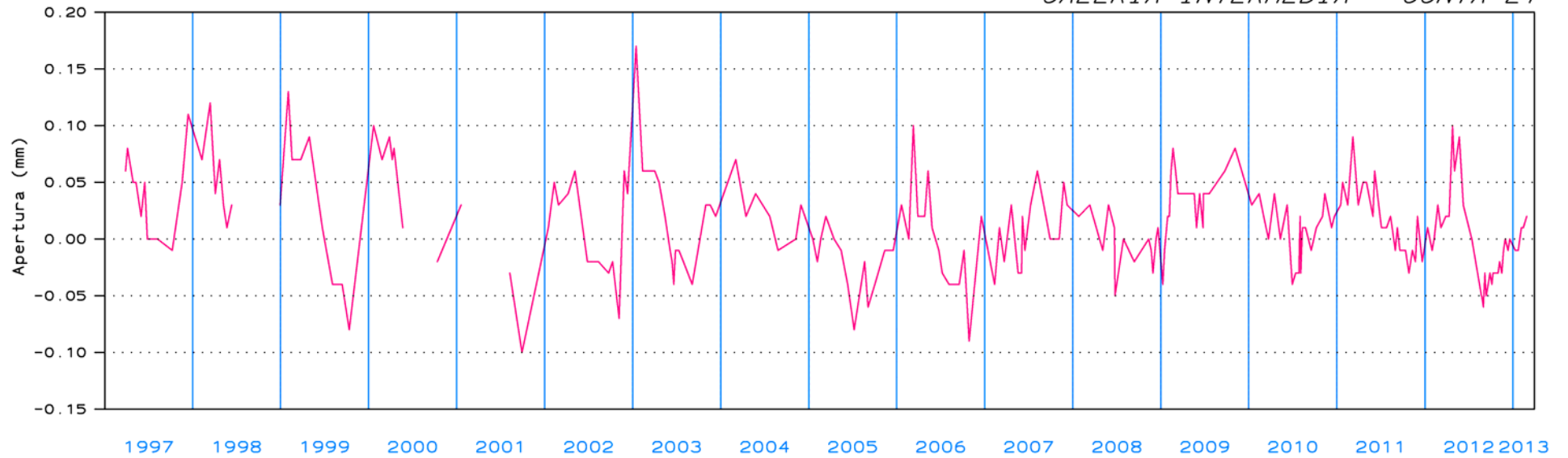
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 21*



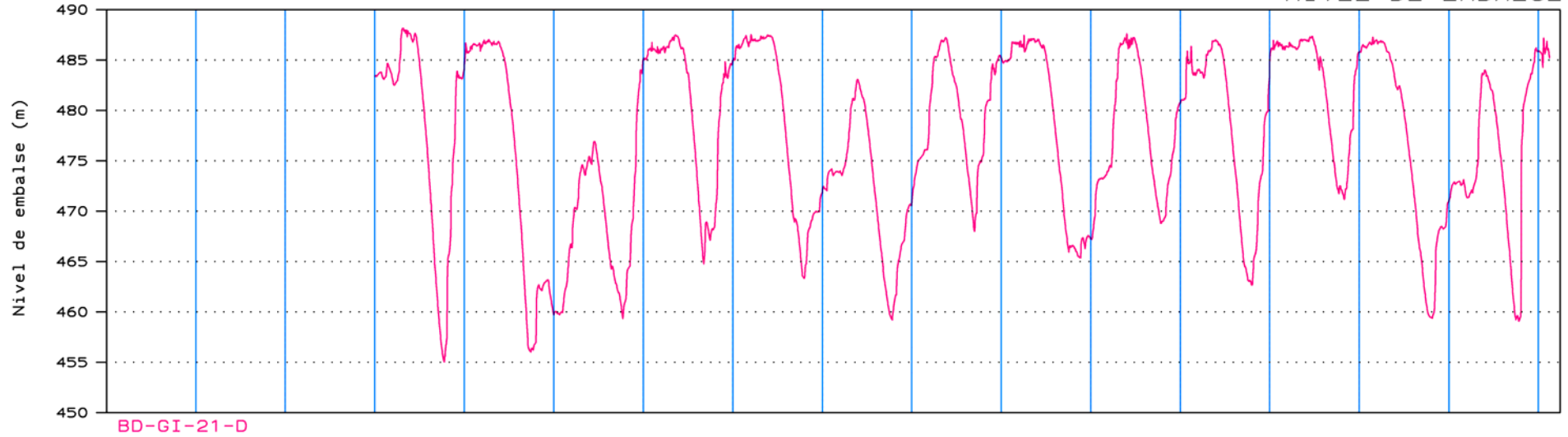
PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

# TERNAS DE BASE

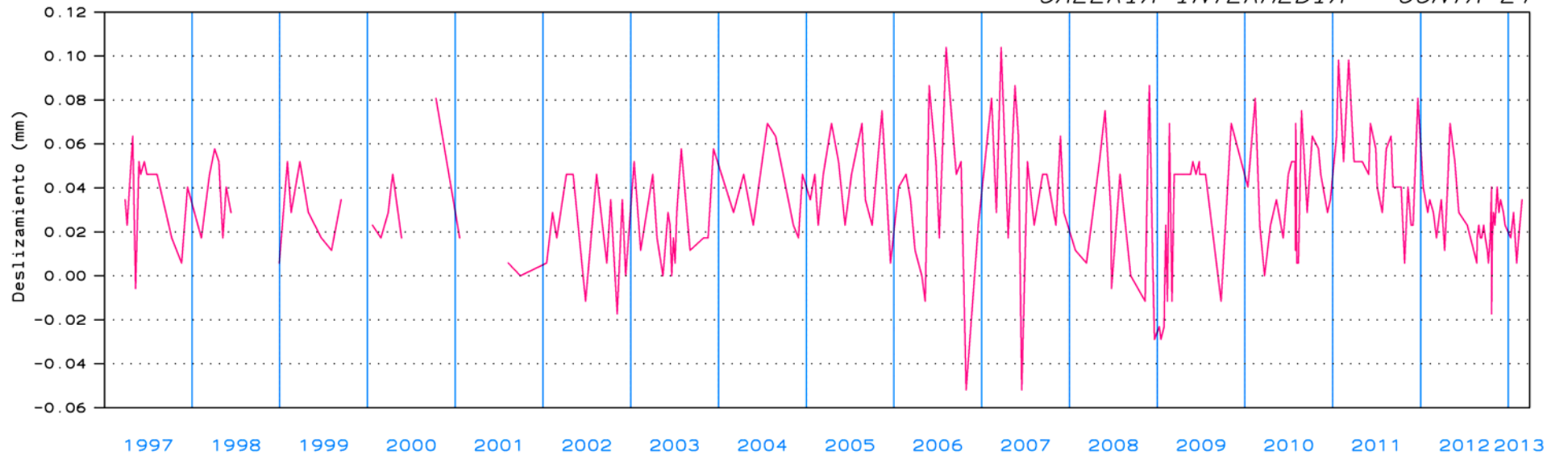
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA INTERMEDIA - JUNTA 21*



PERIODO = DEL 01/01/97 AL 31/03/13

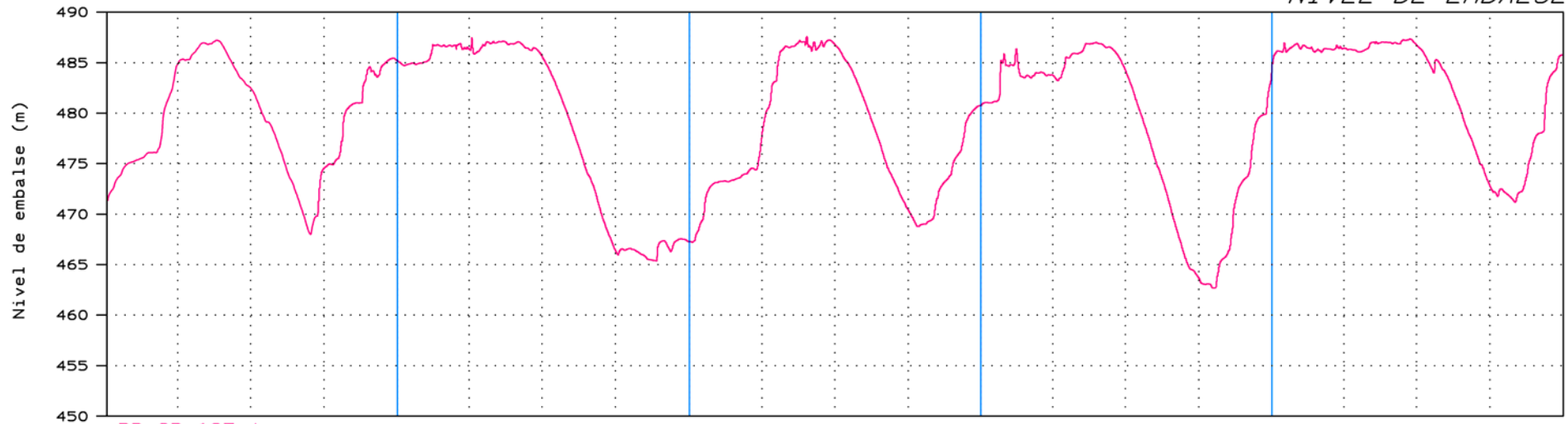


# TERNAS DE BASE

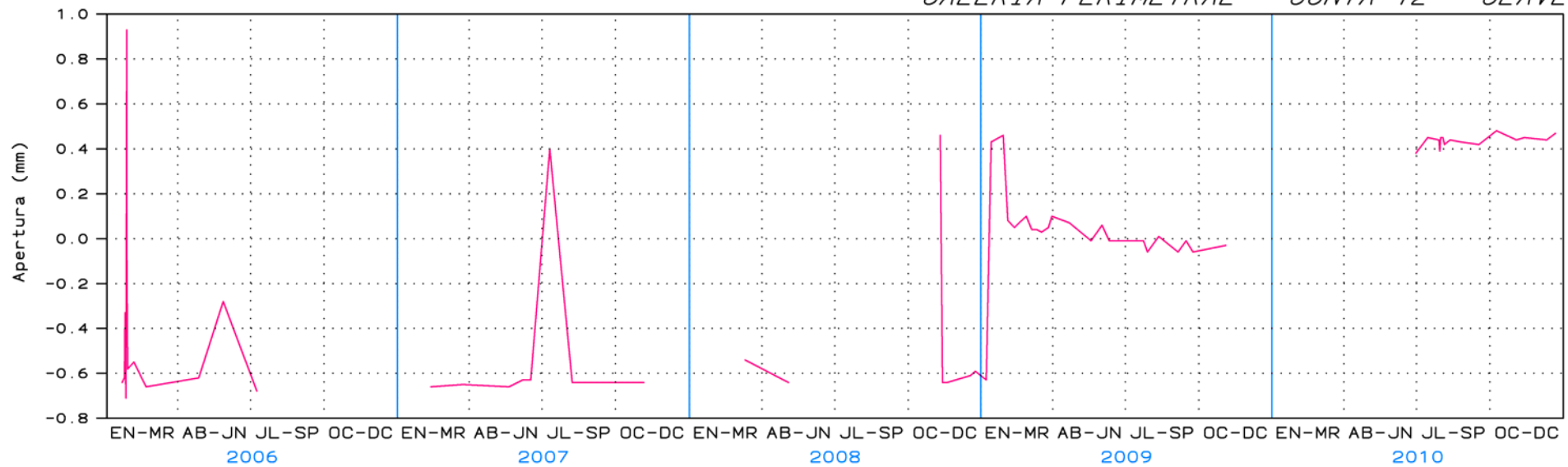
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 12 - CLAVE*



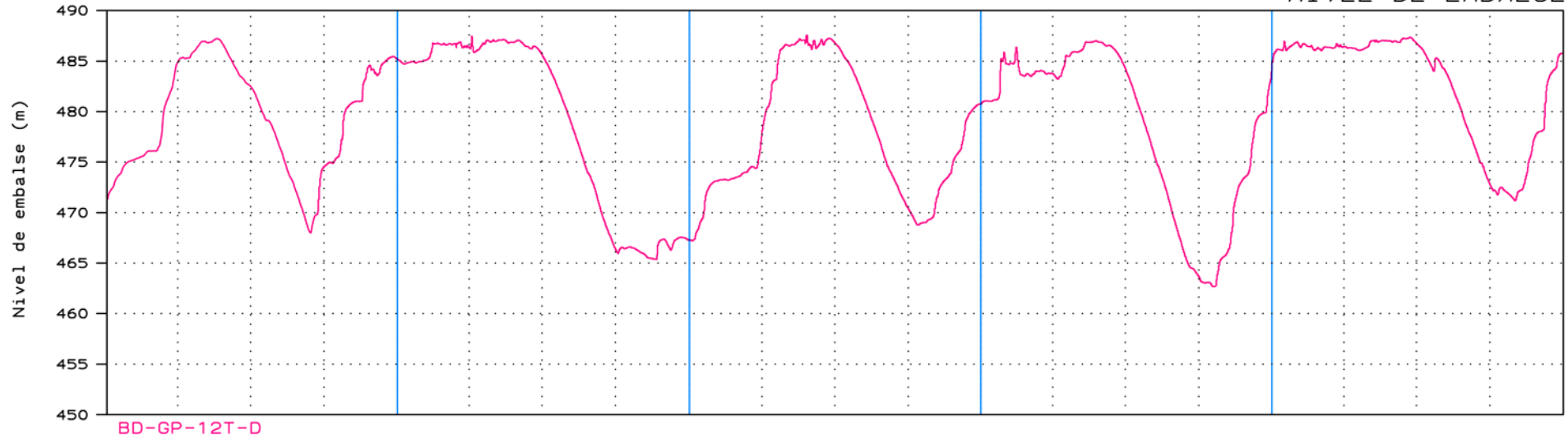
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

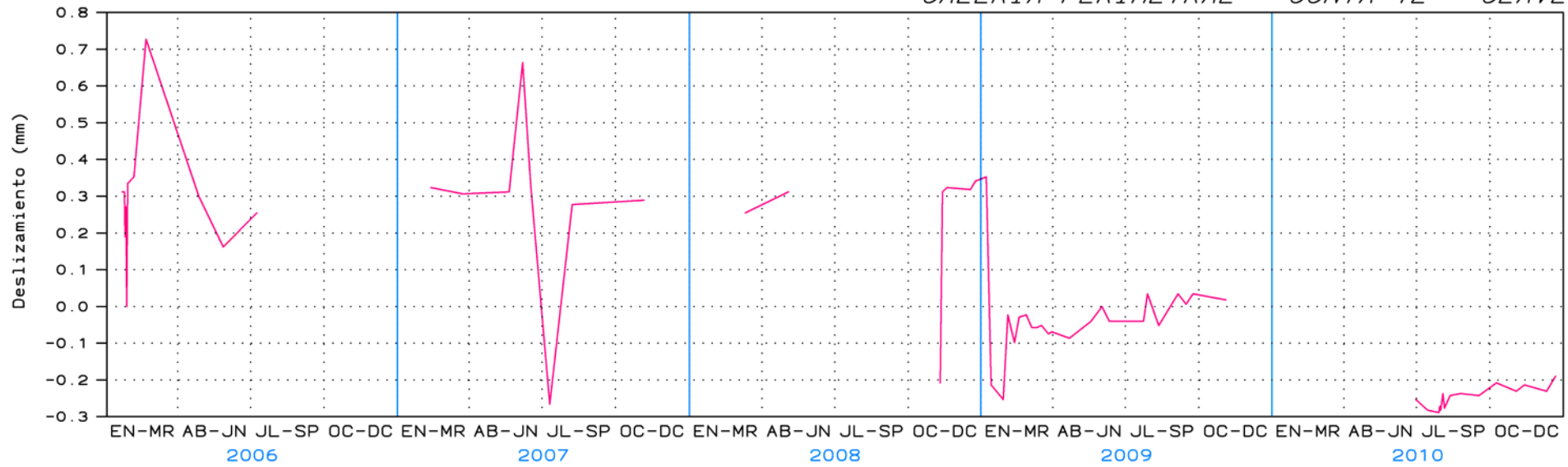
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 12 - CLAVE*



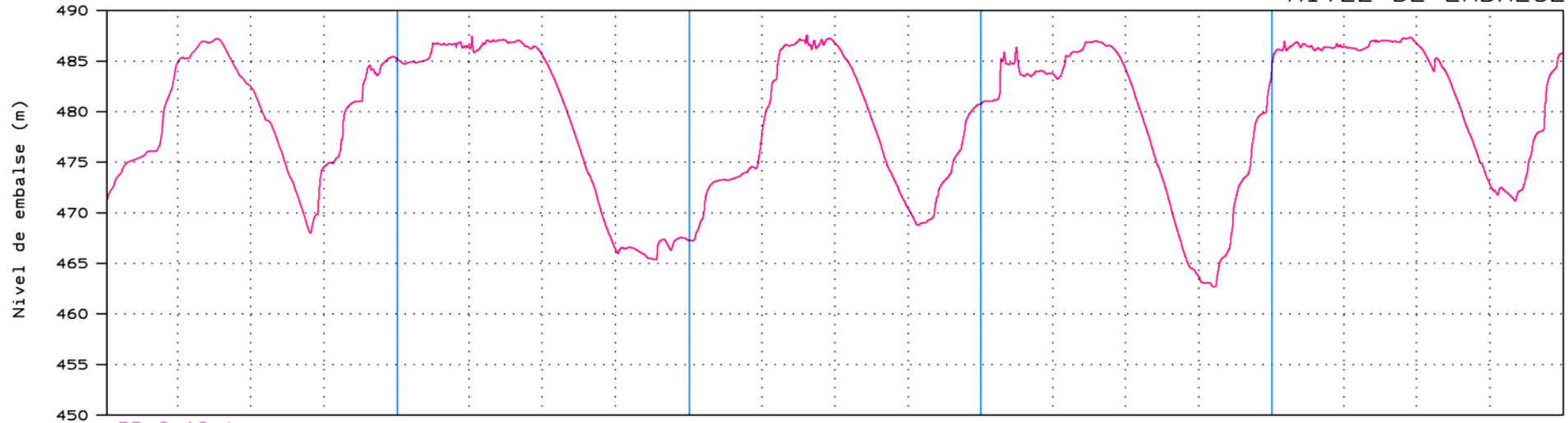
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

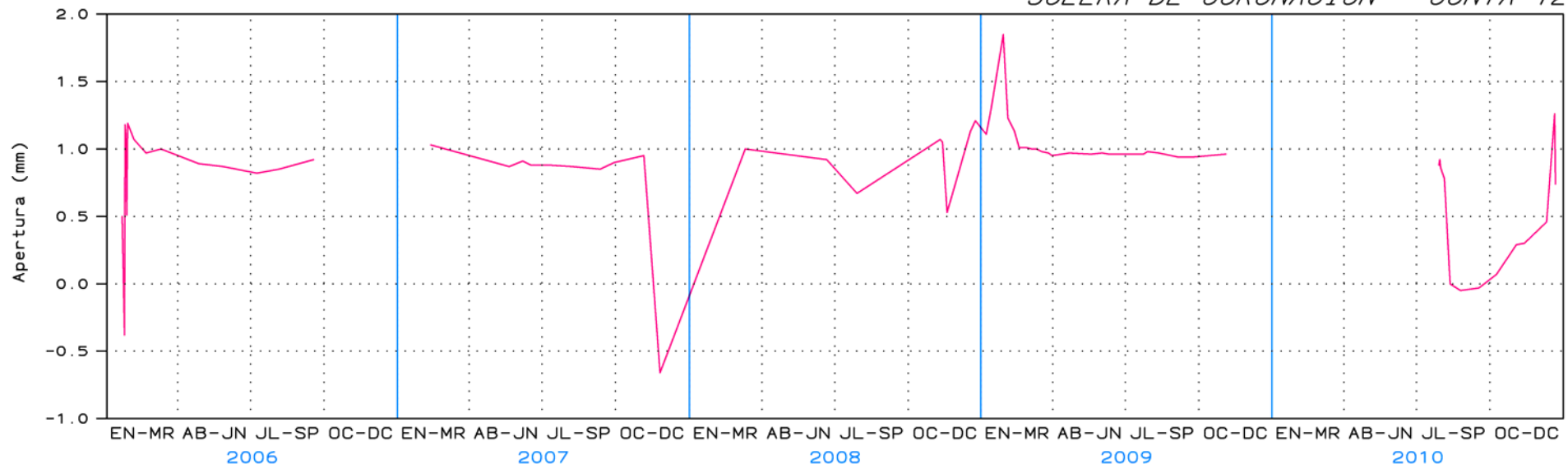
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*SOLERA DE CORONACION - JUNTA 12*



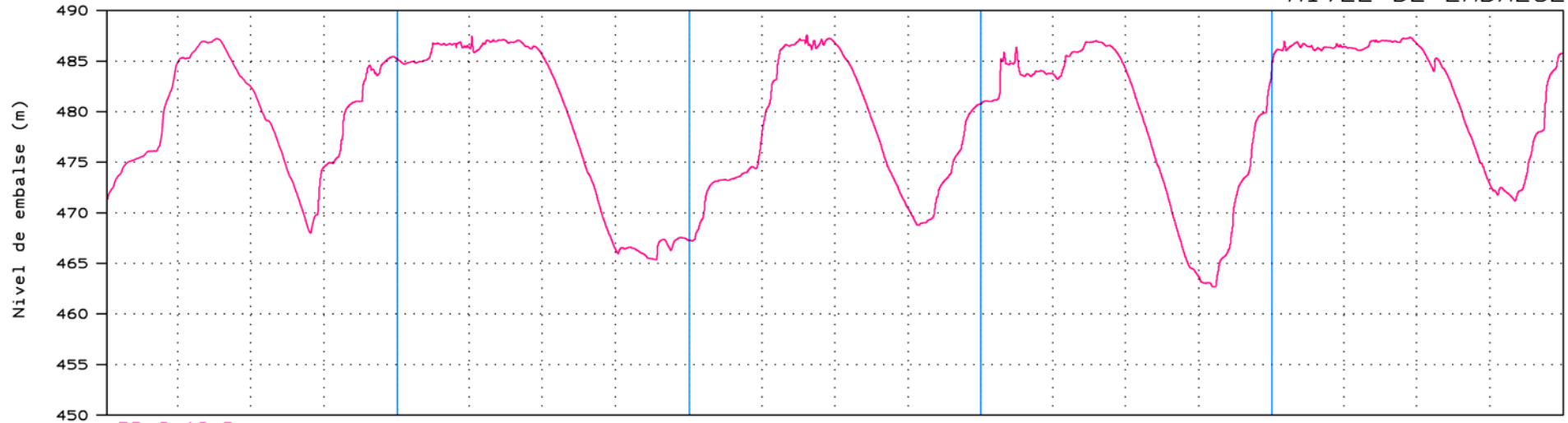
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

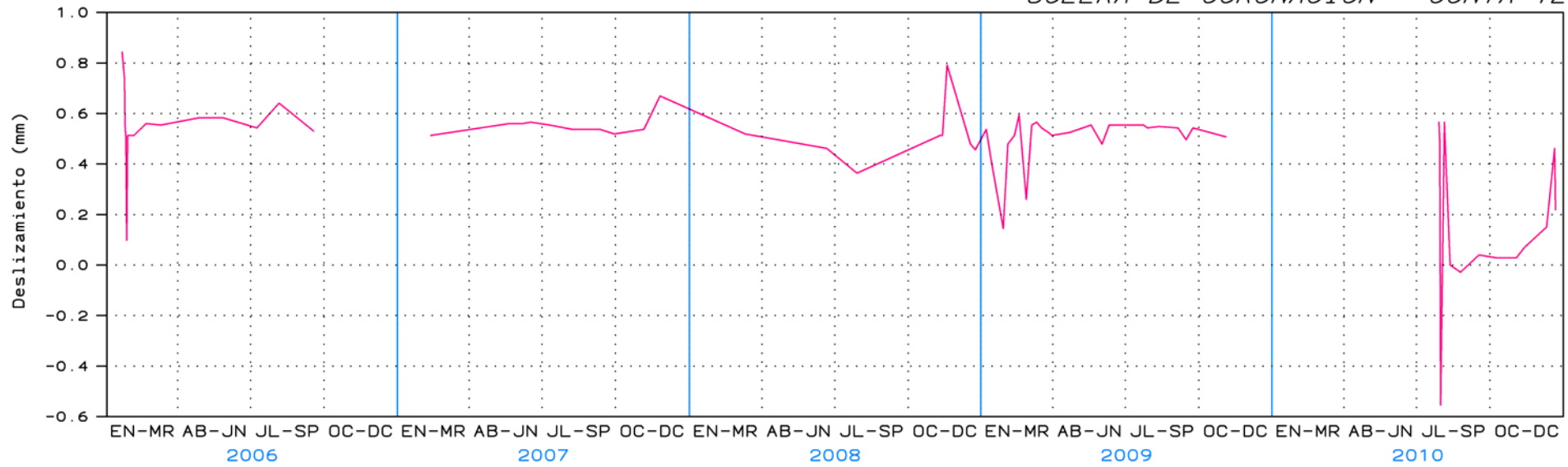
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*SOLERA DE CORONACION - JUNTA 12*



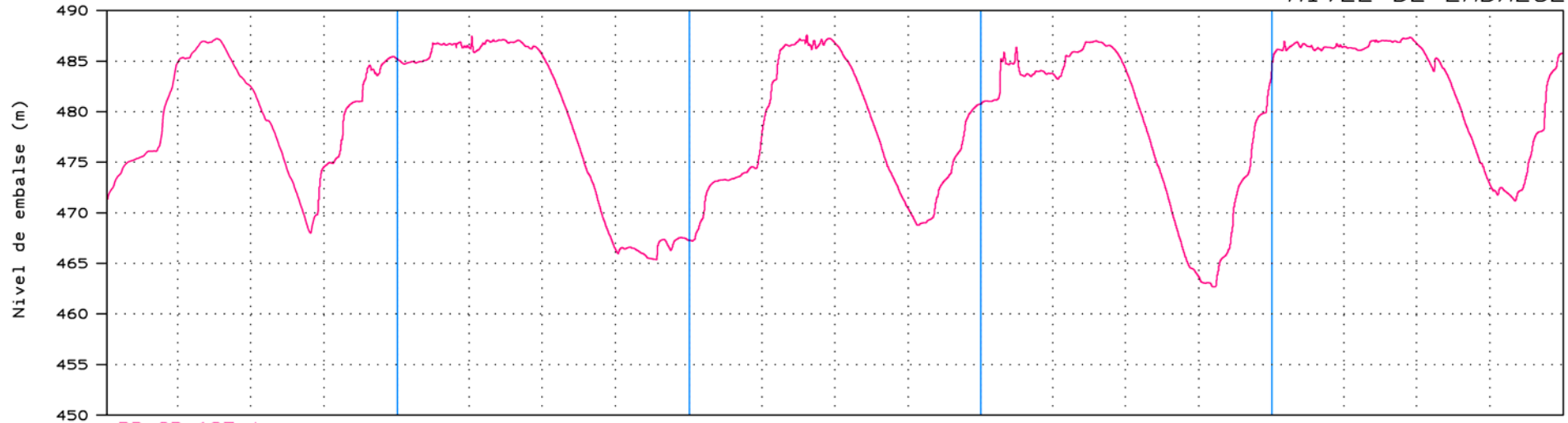
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

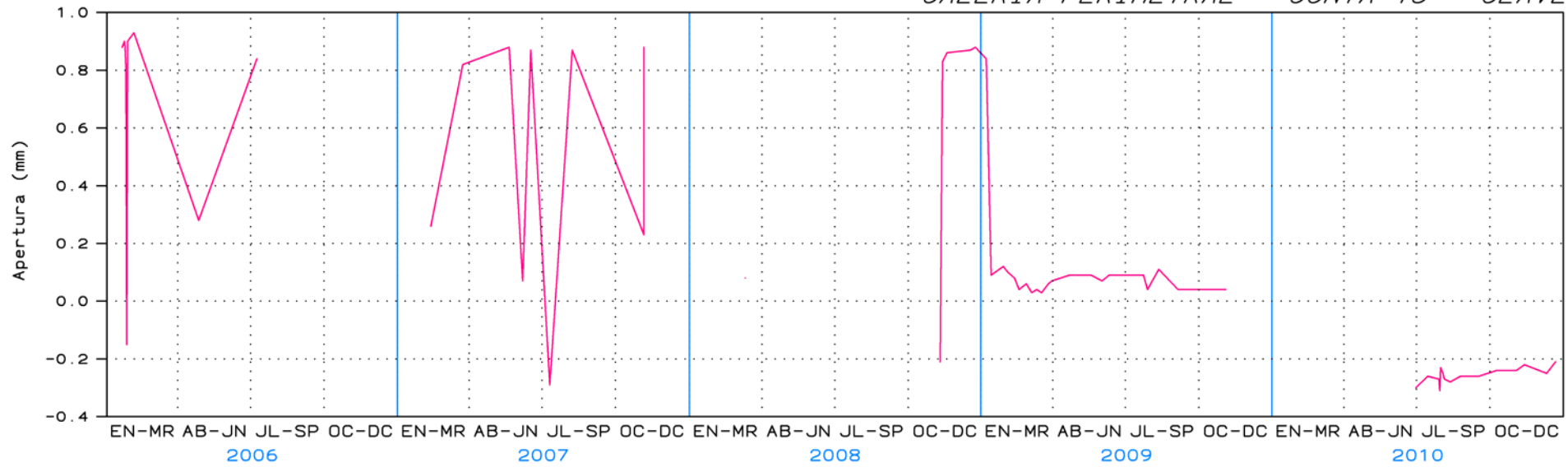
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 13 - CLAVE*



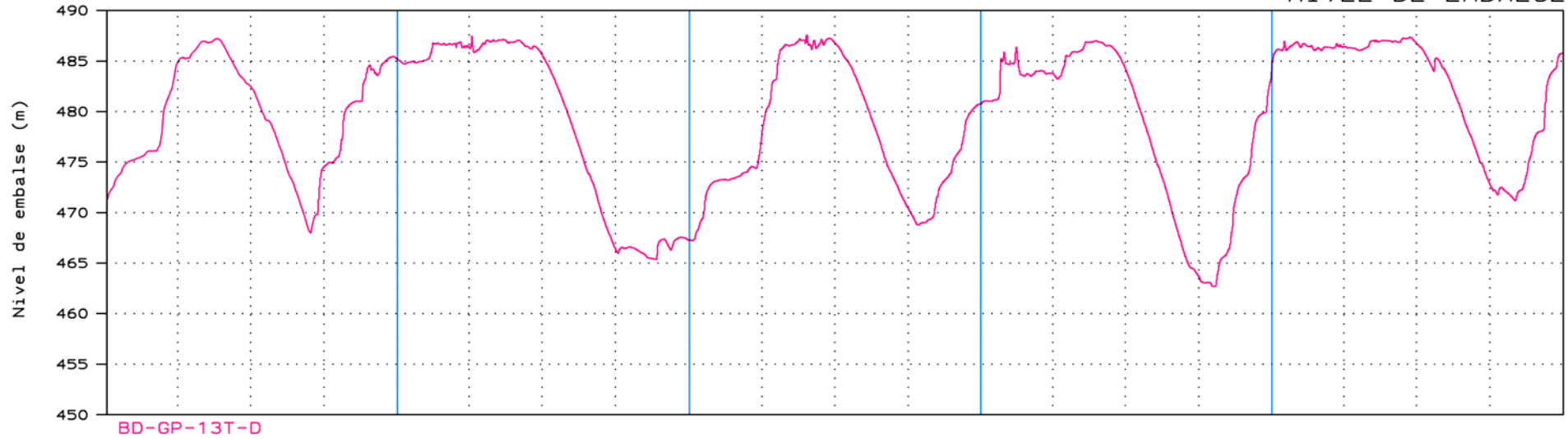
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

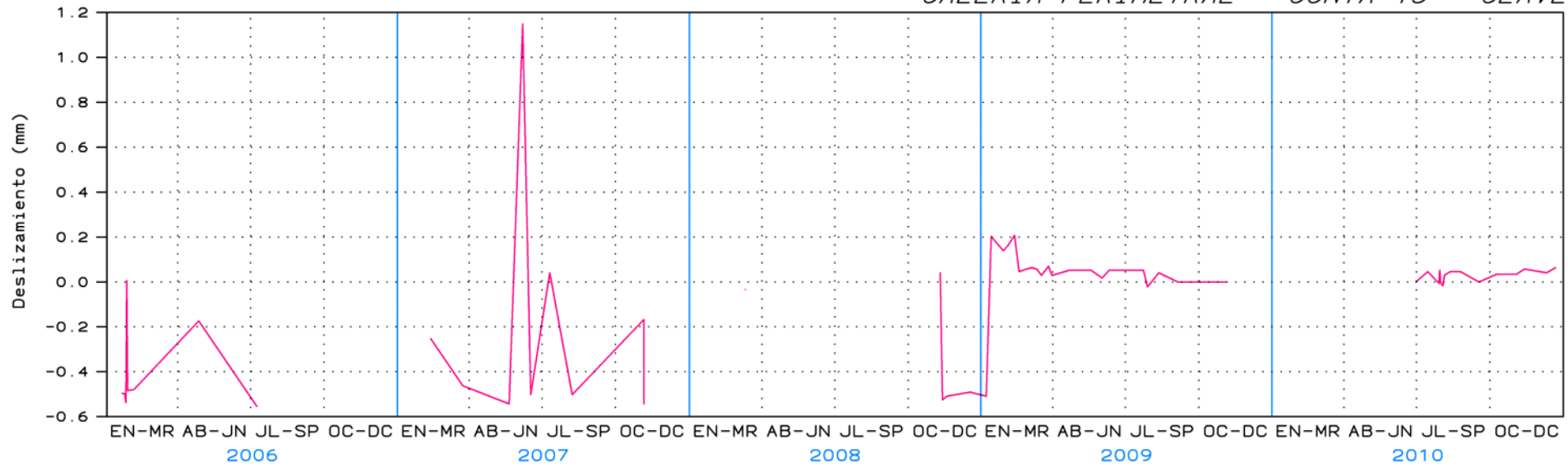
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

NIVEL DE EMBALSE



GALERIA PERIMETRAL - JUNTA 13 - CLAVE



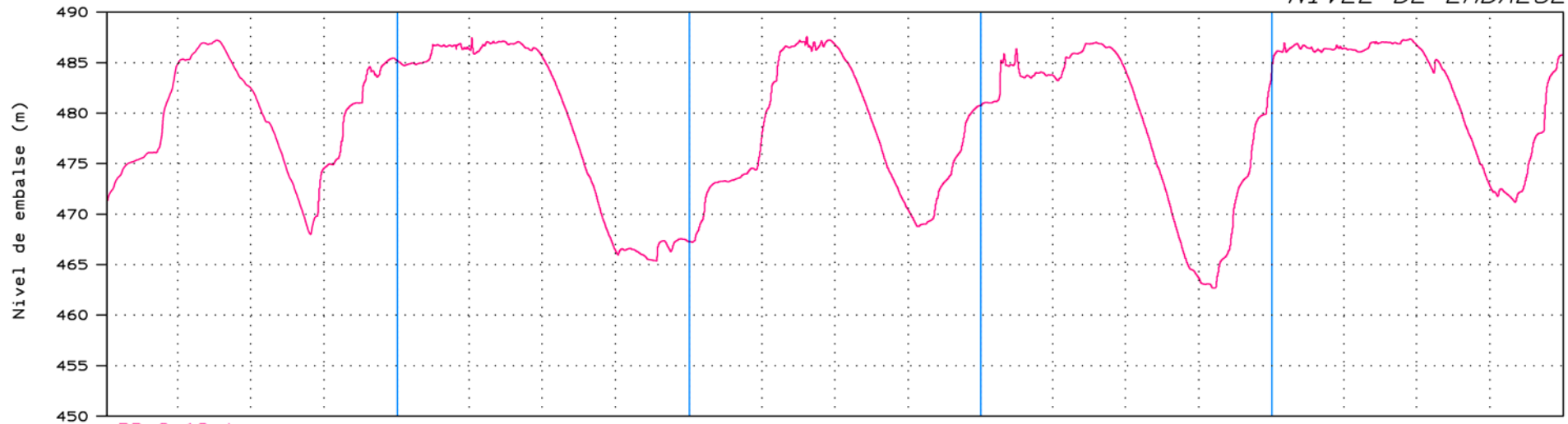
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

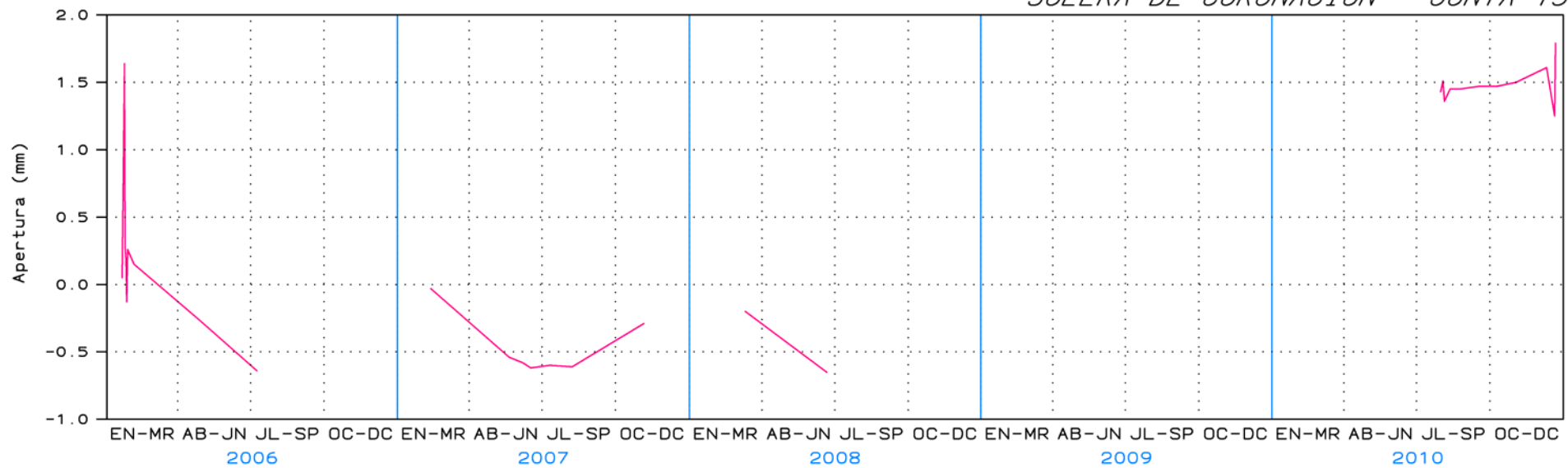
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*SOLERA DE CORONACION - JUNTA 13*



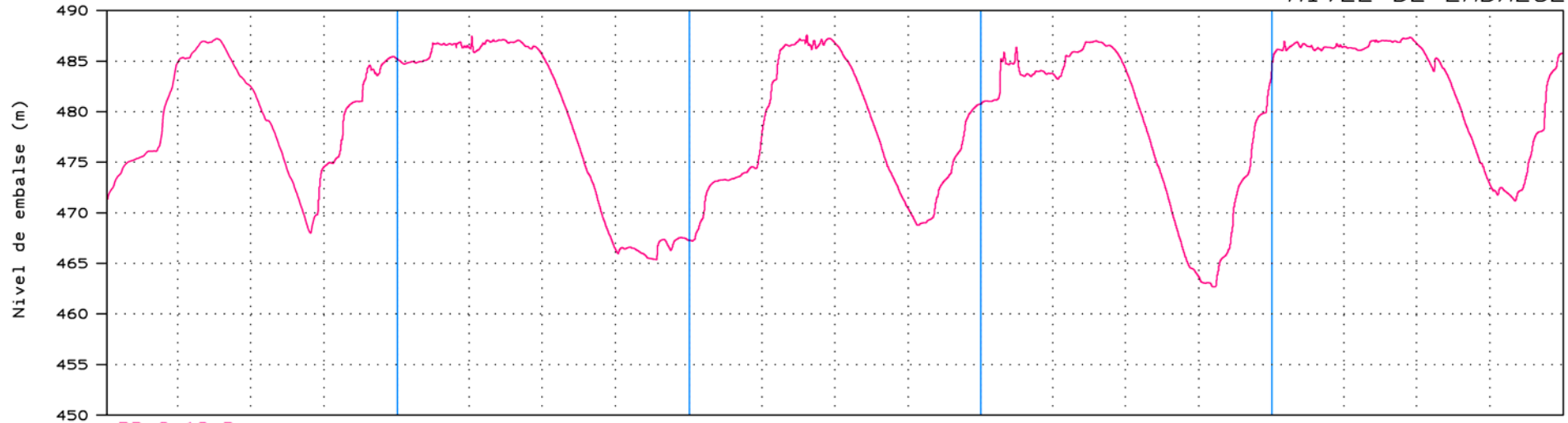
PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10

# TERNAS DE BASE

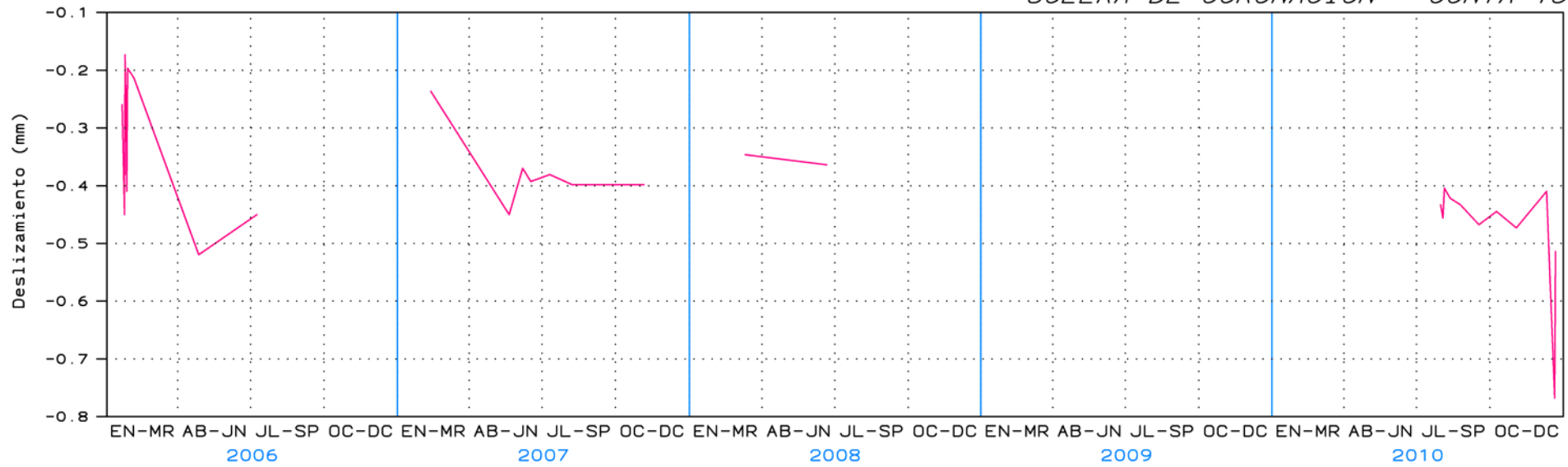
# PRESA DE YESA

Nivel Embalse

*NIVEL DE EMBALSE*



*SOLERA DE CORONACION - JUNTA 13*



PERIODO = DEL 01/01/06 AL 31/12/10