

**INFORME SEMESTRAL DE SEGUIMIENTO DE LOS ELEMENTOS SINGULARES
DEL TÚNEL DE ABDALAJÍS CONTROLADOS POR EL SISTEMA DE AUSCULTACIÓN
EN LOS ANILLOS DE REFUERZO DEL TÚNEL ESTE (PP. KK 112+070 a 113+200) Y
DEL TÚNEL OESTE (PP. KK 112+026 y 113+191)**

INFORME JUNIO 2024

JUNIO 2024

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.	4
2.	SISTEMA DE AUSCULTACIÓN Y PROTOCOLO DE ACTUACIÓN VIGENTE.	5
3.	UMBRALES DE REFERENCIA.	7
4.	PROTOCOLO DE ACTUACIÓN INECO 2012.	8
5.	DESCARGA Y ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DE INSTRUMENTACIÓN DEL SAI.	9
5.1.	PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE.	11
5.2.	APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA LOS PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE.	17
5.3.	CONVERGENCIAS AUTOMÁTICAS.	24
5.4.	CONVERGENCIAS MEDIDAS CON CINTA INVAR Y CON TOPOGRAFÍA TÚNEL ESTE (VÍA I).	27
6.	CORRELACIÓN DE RESULTADOS ENTRE PZCV Y CONVERGENCIAS.	29
7.	COMENTARIOS GENERALES RESPECTO AL ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL TÚNEL.	33
8.	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PZCV DEL TÚNEL.	33
9.	CONCLUSIONES.	48

ANEJOS

ANEJO 1. PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE Y CONVERGENCIAS AUTOMATIZADAS

ANEJO 2. CONVERGENCIAS MANUALES TOPOGRAFÍA

ANEJO 3. COMENTARIOS GENERALES RESPECTO AL ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL TÚNEL EN ANTERIORES INFORMES

ANEJO 4. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PZCV DEL TÚNEL EN ANTERIORES INFORMES

Índice de figuras

Figura 1. Resumen del protocolo de actuación.	8
Figura 2. Sección de instrumentación de piezómetros de contacto.	11
Figura 3. Sección de instrumentación de piezómetros en el trasdós del anillo de dovelas.	14
Figura 4. Perfil de presiones (PZT y PZC) distribuidas por bóvedas en el túnel Este.	20
Figura 5. Perfil de presiones (PZT y PZC) distribuidas por bóvedas en el túnel oeste.	23
Figura 6. Convergencias automatizadas.	24
Figura 7. Secciones de convergencias.	27
Figura 8. Secciones de convergencias con topografía. Evolución S4 y S9.....	29
Figura 9. Estaciones meteorológicas en el entorno del túnel	34
Figura 10. Registro de precipitaciones estaciones meteorológicas próximas al trazado hasta junio de 2024	35
Figura 11. Pluviometría mensual de las estaciones AEMET de Álora y Antequera de 2021 a 2024.	36
Figura 12. Comparativa entre las precipitaciones diarias registradas en Antequera y Álora en marzo de 2024	37
Figura 13. Influencia de las precipitaciones en los PZT del anillo TO-83	37
Figura 14. Respuesta observada en el PZT del anillo TE-66 (izquierda) y del anillo TO-79 (derecha) con escala vertical de 40 m en ambos.....	39
Figura 15. Evolución de la presión en los piezómetros de trasdós en las bóvedas TE-87 (arriba) y TO-83 (abajo) hasta mayo de 2024.	40
Figura 16. Evolución de la presión en los piezómetros de contacto en las bóvedas TE-87 (arriba) y TO-83 (abajo) hasta mayo de 2024.	40
Figura 17. Evolución de la presión en los piezómetros de Trasdós (arriba) y de contacto (abajo) en el anillo TE-46.	41
Figura 18. Evolución de la presión en los piezómetros de contacto en la bóveda TE-30	43
Figura 19. Evolución del nivel de agua en el pozo B de Abdalajís.....	44
Figura 20. Detalle de la evolución del nivel de agua en el pozo B de Abdalajís.....	44
Figura 21. Evolución de los caudales de drenaje en la boca Sur, en el túnel Este (QTU) y el túnel oeste (QCV) en junio del 2024.	45
Figura 22. Detalle con escala ampliada de la evolución de los caudales de drenaje del túnel oeste (QCV) en junio del 2024.	45

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla resumen de la instrumentación del túnel Este.	6
Tabla 2. Tabla resumen de la instrumentación del túnel oeste.	6
Tabla 3. Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-80.	7
Tabla 4. Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-55.	7
Tabla 5. Umbrales de control para Presión máxima HA-80.	7
Tabla 6. Umbrales de control para Presión máxima HA-55.	7
Tabla 7. Umbrales de control para diferencia de presión entre hastiales.	7
Tabla 8. Tabla resumen de piezómetros de contacto del túnel Este.	12
Tabla 9. Tabla resumen de piezómetros de contacto del túnel oeste.	13
Tabla 10. Tabla resumen de piezómetros del trasdós túnel Este.	15
Tabla 11. Tabla resumen de piezómetros del trasdós túnel oeste.	16
Tabla 12. Tabla resumen de piezómetros y protocolo de actuación para el túnel Este.	19
Tabla 13. Tabla resumen de piezómetros y protocolo de actuación para el túnel oeste.	22
Tabla 14. Tabla resumen convergencias automatizadas túnel Este.	25
Tabla 15. Tabla resumen convergencias automatizadas túnel oeste.	26
Tabla 16. Tabla resumen de la medición de convergencias.	28
Tabla 17. Tabla resumen de correlación de la instrumentación instalada en las bóvedas túnel Este.	31
Tabla 18. Tabla resumen de correlación de la instrumentación instalada en las bóvedas túnel oeste.	32
Tabla 19. Tabla resumen de precipitaciones (máximos del 2024 sombreados en amarillo).	38
Tabla 20. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel Este entre los años 2022 y 2024 (en rojo series incompletas).	46
Tabla 21. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel oeste entre los años 2022 y 2024 (en rojo series incompletas).	47

1. INTRODUCCIÓN.

Tras la finalización en septiembre de 2021 del contrato **“SERVICIO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE E INSTRUMENTACIÓN DE LOS TÚNELES DE ABDALAJÍS (P.K. 113). L.A.V. CÓRDOBA - MÁLAGA”** por parte de GEOCISA, que daba soporte al control y seguimiento del Sistema Automatizado de Auscultación (SAI) y a las labores de mantenimiento del sistema de drenaje del túnel, se redactó el **“Plan de mantenimiento específico del túnel de Abdalajís”** INSTRUCCIÓN TÉCNICA: ADIF-IT-301-001-VIA-36, en el cual se dividían las responsabilidades entre las dos subdirecciones implicadas en el mantenimiento del túnel:

- Subdirección de Operaciones AV.
- Subdirección de Infraestructura y Vía.

El alcance de los trabajos correspondiente a la Subdirección de Infraestructura y Vía se centra en el seguimiento de la instrumentación instalada en el túnel de Abdalajís, concretamente en los anillos de refuerzo situados entre los siguientes PP.KK.:

- Túnel este (Vía I):
 - Anillo H-55 entre los PP. KK 112+070 y 112+641.
 - Anillo H-80 entre los PP. KK 112+641 y 113+195.
- Túnel oeste (Vía II):
 - Anillo H-55 entre los PP. KK 112+050 y 112+650.
 - Anillo H-80 entre los PP. KK 112+650 y 113+215.

Para cumplir con estos objetivos se licita por parte de la Gerencia de Área de Ingeniería del Terreno (GAIT) el contrato de Servicios para el control y auscultación del revestimiento estanco de los túneles de Abdalajís (Málaga). Línea de Alta Velocidad Córdoba- Málaga.

En el periodo transitorio entre que se licita y se adjudica este contrato, la GAIT se encarga de realizar las siguientes tareas:

- Mantener el software específico en el que se integra la instrumentación automática y la manual y se generan las correspondientes alarmas, además de permitir la visualización y representación de la información.
- Realizar la lectura manual de los elementos del sistema de auscultación no automatizados.
- Elaborar el “Informe semestral de seguimiento de los elementos singulares del túnel de Abdalajís controlados por el sistema de auscultación”.

El objetivo del presente informe es dar cumplimiento a las tres tareas mencionadas anteriormente.

2. SISTEMA DE AUSCULTACIÓN Y PROTOCOLO DE ACTUACIÓN VIGENTE.

El estado tensional del túnel de Abdalajís , derivado de las altas presiones de agua que éste debe soportar, ha requerido de la elaboración de unos protocolos de actuación basados en una serie de modelizaciones que definen las actuaciones a llevar a cabo en caso de superarse ciertos umbrales de tensiones o deformaciones en el túnel, controlados mediante una serie de dispositivos de monitorización incluidos en un Plan de Auscultación, según se detalla en el documento “SITUACIÓN ACTUAL Y PREVISIÓN DE FUTURO DE LOS TÚNELES DE ABDALAJÍS. INECO 2012”. (Geocisa 2010 y revisión posterior de INECO en 2012), anexo a este Plan de Mantenimiento Específico del Túnel de Abdalajís.

En este contexto, el revestimiento estanco está monitorizado por un sistema de auscultación formado por los siguientes elementos:

- Red de sensores instalados en el revestimiento estanco organizados en secciones de instrumentación (denominadas secciones de control, SC). En cada sección hay un equipo de adquisición de datos automático que realiza las mediciones y un primer tratamiento de datos, los almacena y los transmite al servidor instalado en la boca del túnel. Este servidor es controlado en remoto desde la oficina técnica, a donde se transmite la información.
- Red de mediciones de convergencia manuales que son instaladas en puntos de interés, y cuya evolución se deja de seguir una vez que las convergencias se estabilizan dentro de los rangos establecidos en el plan de auscultación o son sustituidos por una instrumentación automatizada.
- Red de mediciones de convergencias automatizadas.
- Red de control hidrogeológico (formada por una serie de piezómetros, caudalímetros y una estación meteorológica) encargada de recoger información para controlar, analizar y pronosticar el comportamiento y la efectividad del revestimiento estanco. Originalmente, esta red registraba el comportamiento de los acuíferos afectados por el túnel, en la disposición actual esta capacidad es parcial y accesorio.
- Ordenador situado en oficina técnica y software específico que integra tanto la instrumentación automática como la manual facilitando un seguimiento remoto en tiempo real de la evolución del túnel. El software permite supervisar los datos, realizar los últimos tratamientos de datos, comprobar y comunicar los niveles de alarma.
- Portal de Internet donde se presenta la información obtenida por el software de forma gráfica y en formato electrónico.
- Red de comunicaciones para conectar los equipos de las secciones de control.
- El suministro de energía eléctrica del sistema lo proporciona la red de baja tensión del túnel.

En las siguientes tablas se presenta un resumen de los sensores y secciones de control que componen este sistema para cada una de las bóvedas del túnel, datos obtenidos tras la revisión y actualización de la instrumentación registrada en el servidor del túnel.

Túnel este:

BÓVEDA	SENSORES						TOTAL
	COP	CTR	EXA	EXS	PZC	PZT	
TE-01				4	2	3	9
TE-08	3			4	2	2	11
TE-09	3						3
TE-10	3						3
TE-11	3			4	2		9
TE-12	3			4	2	2	11
TE-13	3				2		5
TE-14	3						3
TE-17		6	12	4	2		24
TE-18				4	2	2	8
TE-22				4	2	2	8
TE-25	3			4	2	2	11
TE-26	3			4	2	2	11
TE-30				4	2	2	8
TE-38		6	12				18
TE-46				4	2	2	8
TE-47	3						3
TE-55				4	2		6
TE-56						3	3
TE-59				4	2	2	8
TE-62				4	2	2	8
TE-63		6	12				18
TE-66				4	2	2	8
TE-87				4	2	3	9
TE-88		6	12				18
TE-94				4	2	3	9
	30	24	48	68	36	34	240

Tabla 1. Tabla resumen de la instrumentación del túnel Este.

Túnel oeste:

BÓVEDA	SENSORES						TOTAL
	COP	CTR	EXA	EXS	PZC	PZT	
TO-03		6	12			1	19
TO-08	3			4	2	4	13
TO-10	3			4	2	2	11
TO-12	3			4	2	4	13
TO-16	3	6	12				21
TO-22	3			4	2	2	11
TO-27				4	2	4	10
TO-30				4	2	2	8
TO-32		6	12				18
TO-57				4	2	4	10
TO-64	3			4	2	4	13
TO-67	3			4	2	2	11
TO-69	3			4	2	4	13
TO-79	3			4	2	2	11
TO-80		6	12				18
TO-83				4	2	4	10
TO-88		6	12				18
	27	30	60	48	24	39	228

Tabla 2. Tabla resumen de la instrumentación del túnel oeste.

Las siguientes siglas, se corresponden con las etiquetas de las tablas:

- COP: Convergencia óptica laser (mm).
- CTR: Célula de presión total (CV) (kpa).
- EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²).
- EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²).
- PZC: Piezómetro CV complementario (mca).
- PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca).

3. UMBRALES DE REFERENCIA.

Los Umbrales que se están utilizando como valores de referencia para los diferentes sensores instalados en el túnel de Abdalajís, son los definidos por Ineco (División de Ingeniería del Terreno) en el informe “Situación actual y recomendaciones de control y mantenimiento de los túneles de Abdalajís” en julio del 2012.

HA-80		Convergencias	CO _x
Valor		Umbral	
CO _c	CO _A		
3,5	1,6	Amarillo	
5,3	2,4	Naranja	
7,0	3,2	Rojo	

Tabla 3. Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-80.

HA-55		Convergencias	CO _x
Valor		Umbral	
CO _c	CO _A		
2,5	1,2	Amarillo	
3,8	1,8	Naranja	
5,0	2,4	Rojo	

Tabla 4. Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-55.

HA-80		Presión máxima	P _{Máx}
Valor		Umbral	
$\Delta P < 10$ m.c.a.	$\Delta P > 10$ m.c.a.		
180	115	Amarillo	
270	170	Naranja	
300	230	Rojo	

Tabla 5. Umbrales de control para Presión máxima HA-80.

HA-55		Presión máxima	P _{Máx}
Valor		Umbral	
$\Delta P < 10$ m.c.a.	$\Delta P > 10$ m.c.a.		
125	80	Amarillo	
185	120	Naranja	
200	160	Rojo	

Tabla 6. Umbrales de control para Presión máxima HA-55.

Diferencia de presión entre hastiales		ΔP
Valor	Umbral	
25 m.c.a.	Amarillo	
37 m.c.a.	Naranja	
50 m.c.a.	Rojo	

Tabla 7. Umbrales de control para diferencia de presión entre hastiales.

Actualmente están siendo sometidos a revisión en base a una revisión de todos los equipos instalados y un estudio estructural, lo que podrá traducirse en nuevos umbrales y protocolos de actuación.

Los umbrales actualmente vigentes se representan en las gráficas que se incluyen en este informe mediante líneas horizontales discontinuas (en el caso de presión máxima m.c.a. y apertura y cierre en mm. de convergencias) que se corresponden con cada uno de los intervalos definidos en los cálculos.

4. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN INECO 2012.

El siguiente protocolo de actuación se aplica en aquellos casos en los que se produzca una superación de las alertas de control definidas en los cálculos estructurales del túnel:

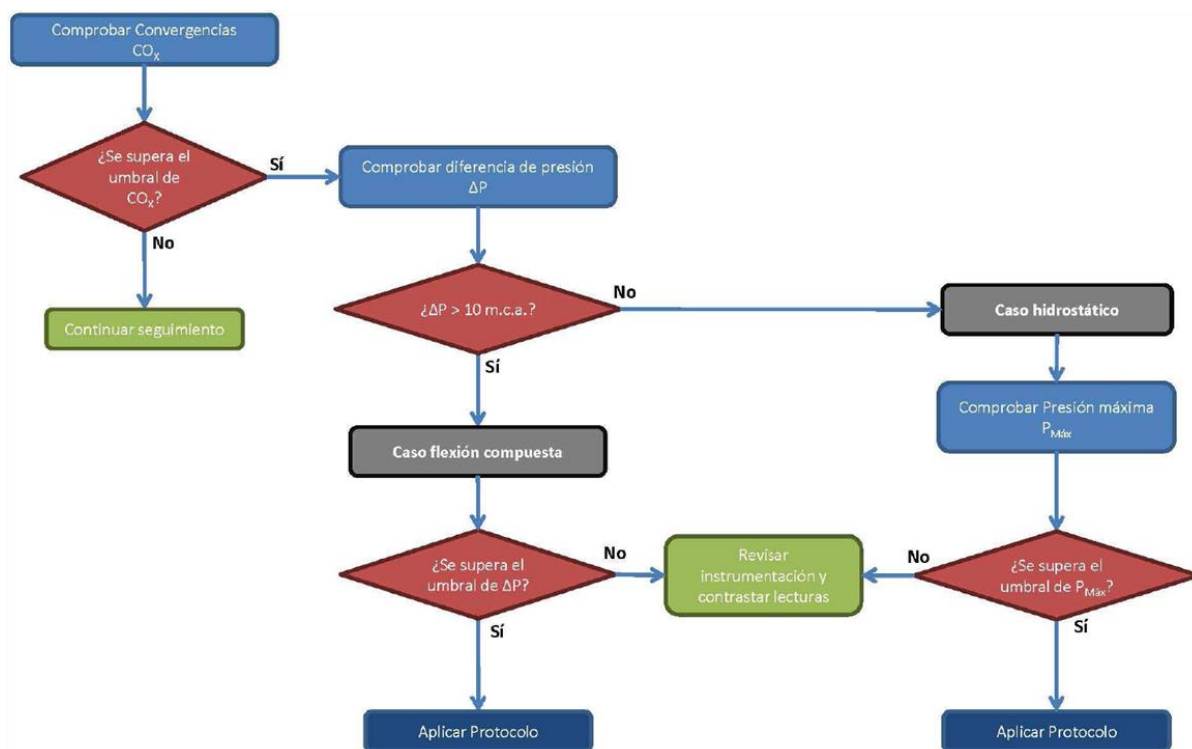


Figura 1. Resumen del protocolo de actuación.

En base a éste, y tras la comprobación, filtrado y descarte de los datos registrados en los diferentes aparatos de instrumentación del túnel (PZCV y convergencias) se procede de la siguiente manera:

- 1) Comprobación de los valores de las convergencias.
 - a) Medidas con cinta invar, mediante topografía y automatizadas.
 - i) Designación de los umbrales de control.
- 2) Control de la diferencia de presión entre hastiales ΔP .
 - a) Designación de los umbrales de control.
 - i) Sólo para los piezómetros de contacto del túnel.
- 3) Control de la presión máxima de todos los piezómetros de cuerda vibrante de la bóveda correspondiente, tanto de los piezómetros de contacto como de los del trasdós, partiendo como base de la diferencia de presión entre hastiales ΔP , registrada por los piezómetros de contacto.
 - a) Designación de los umbrales de control.
 - i) Para todos piezómetros de contacto del túnel.

5. DESCARGA Y ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DE INSTRUMENTACIÓN DEL SAI.

Para la obtención de los datos de instrumentación que actualmente se están registrando en el SAI, se ha tenido que acceder en remoto al ordenador que actualmente está siendo utilizado como servidor, el cual se encuentra alojado dentro de la caseta situada a la salida Sur del túnel de Abdalajís.

También, y como consecuencia de los problemas de comunicación desde principios del año 2024, se tuvo que acceder físicamente al Túnel oeste, para poder descargar las tablas directamente de los equipos de adquisición automática de datos, para posteriormente procesarlos y tratarlos.

Una vez descargados los datos, se ha procedido al análisis de los datos históricos registrados por el SAI, para posteriormente realizar una ardua labor de procesado y filtrado de parte de la información almacenada en el servidor, ya que se han encontrado múltiples anomalías en los registros, bien por exceso o por defecto de datos, así como valores de medición completamente fuera de rango. Debido a que la cantidad de datos que han sido procesados ha sido ingente, en dicho servidor se encuentran almacenados todos los datos medidos desde el inicio de la monitorización de los anillos de refuerzo, y con la finalidad de facilitar el trabajo de procesado de este informe, sólo se presentarán los datos correspondientes a los años 2021, 2022, 2023 y 2024, y sólo los correspondientes a los piezómetros de cuerda vibrante, convergencias automatizadas, y de los caudalímetros.

A continuación, se indican los diferentes conceptos que posteriormente son expuestos en las tablas resumen de las mediciones de los piezómetros de cuerda vibrante y en las gráficas correspondientes.

- Bóveda.
 - TE-01: Túnel este, bóveda nº1.
- Tipo de hormigón.
 - HA-80 / HA-55.
- Tipo y número de sensores instalados en bóveda.
 - COP: Convergencia óptica laser (mm)
 - CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)
 - EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)
 - EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)
 - PZC: Piezómetro CV complementario (mca)
 - PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)
- Datos representados en las gráficas:
 - Registros Salvas medianas.
 - Mediana diaria de los datos del servidor, en color independiente por nombre de sensor.
 - Registros WEB promedio. No se han utilizado en este informe:
 - Descargados de la página WEB de Geocisa, corresponde con la mediana diaria, pero están filtrados. Se desconoce el filtro utilizado
 - No se representan en las gráficas.
 - Se utilizaron como referencia de validación de los datos brutos descargados del servidor.
 - Permitiría observar la coherencia/incoherencia de los datos registrados en el servidor y los representados en la página WEB, detección de lecturas cero, ajustes, etc.

- Gráficas.
 - Diferencia de presión de agua en el trasdós de la bóveda entre piezómetros enfrentados.
 - Número de bóveda.
 - Identificación de los sensores LCMABESICOO1PZC0001 / LCMABESICOO1PZC0002.
 - Línea Córdoba Málaga Boca Este Sección Instrumentada Anillo 001 PiezómetroCuerda Vibrante Contacto 001/002
 - Umbrales definidos en el protocolo.
 - Datos registrados.
 - Datos diferencia calculados a partir de los Salvas.
 - Presión (m.c.a.).
 - Gráficas con y sin umbrales de control.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R), errores de medición, etc.
 - ❖ Análisis mediante la superposición de todos los datos registrados y descargados.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes, tras un filtrado/ajusteprevio.
 - Presión de agua en el trasdós.
 - Número de bóveda.
 - Nombre del piezómetro de la bóveda.
 - Datos registrados.
 - ❖ Datos Salvas mediana.
 - Gráficas con y sin umbrales.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R.), errores de medición, etc.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes.
 - Convergencias ópticas laser (COP).
 - Número de bóveda.
 - Nombre de la convergencia automatizada y cuerda.
 - Datos registrados.
 - Datos Salvas mediana.
 - Valor de la convergencia en mm.
 - Gráficas con y sin restricciones.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R.), errores de medición, etc.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes.
 - Caudales instantáneos Boca Sur.
 - Caudales instantáneos (l/s) – fecha.

5.1. Piezómetros de cuerda vibrante.

Para conocer la presión intersticial del terreno se instalaron los siguientes instrumentos:

- Piezómetros de cuerda vibrante de contacto, instalados entre el anillo de refuerzo y las dovelas.

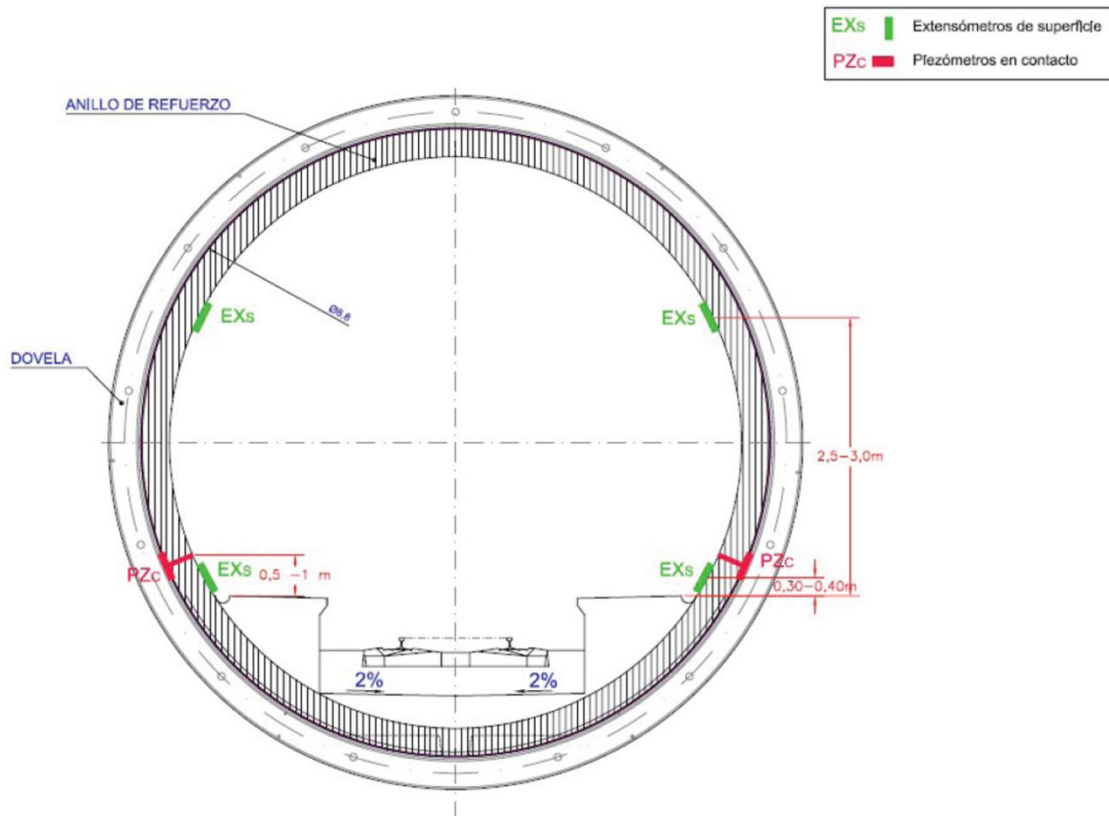


Figura 2. Sección de instrumentación de piezómetros de contacto.

En la siguiente tabla, se resume la información relativa a los piezómetros de contacto del túnel, especificándose:

- Tipo de hormigón.
- Número de bóveda.
- Código de identificación del sensor.
- Tipo de sensor.
- Denominación de bóveda.
- Fecha de última medición.
- Última medición
 - D.F.R.: datos fuera de rango
- Diferencia de Presión PZC, entre junio'24 y diciembre'23.
 - En las tablas adjuntas se destacan en diferentes colores, los umbrales definidos, según protocolo (ver punto 3), para la diferencia de presión entre hastiales ΔP .
- Diferencia de Presión semestral entre los PZC, entre junio'24 y diciembre'23.

Túnel este:

Tipo Hormigón	Bóveda	Sensor	Tipo	Fecha Junio'24	Medición Junio'24 m.c.a.	Diferencia Presión PZC Junio'24 m.c.a.	Diferencia Presión PZC Diciembre'23 m.c.a.	Diferencia Junio'24 - Diciembre'23 m.c.a.
HA-80	TE-01	LCMABESIC001PZC0001	PZC	27/05/2024	21,55	0,61	1,22	-0,62
		LCMABESIC001PZC0002	PZC	27/05/2024	22,16			
	TE-08	LCMABESIA008PZC0001	PZC	27/05/2024	101,95	2,82	3,61	-0,80
		LCMABESIA008PZC0002	PZC	27/05/2024	99,14			
	TE-11	LCMABESIC011PZC0001	PZC	27/05/2024	40,41	64,64	65,25	-0,61
		LCMABESIC011PZC0002	PZC	27/05/2024	105,05			
	TE-12	LCMABESIA012PZC0001	PZC	27/05/2024	81,91	6,87	6,39	0,47
		LCMABESIA012PZC0002	PZC	27/05/2024	75,05			
	TE-13	LCMABESIC013PZC0001	PZC	27/05/2024	50,88	1,20	4,46	-3,26
		LCMABESIC013PZC0002	PZC	27/05/2024	52,07			
	TE-17	LCMABESIC017PZC0001	PZC	27/05/2024	68,06	8,02	8,53	-0,52
		LCMABESIC017PZC0002	PZC	27/05/2024	76,07			
	TE-18	LCMABESIA018PZC0001	PZC	27/05/2024	69,03	2,82	2,52	0,30
		LCMABESIA018PZC0002	PZC	27/05/2024	71,84			
	TE-22	LCMABESIA022PZC0001	PZC	27/05/2024	34,22	27,56	30,82	-3,26
		LCMABESIA022PZC0002	PZC	27/05/2024	61,78			
TE-25	LCMABESIA025PZC0001	PZC	27/05/2024	D.F.R.	-	-	-	
	LCMABESIA025PZC0002	PZC	27/05/2024	39,23				
TE-26	LCMABESIA026PZC0001	PZC	27/05/2024	9,95	23,43	21,54	1,89	
	LCMABESIA026PZC0002	PZC	27/05/2024	33,38				
TE-30	LCMABESIA030PZC0001	PZC	27/05/2024	45,50	5,58	10,90	-5,32	
	LCMABESIA030PZC0002	PZC	27/05/2024	51,08				
HA-55	TE-46	LCMABESIA046PZC0001	PZC	27/05/2024	87,93	6,01	6,32	-0,31
		LCMABESIA046PZC0002	PZC	27/05/2024	81,92			
	TE-55	LCMABESIC055PZC0001	PZC	27/05/2024	69,30	7,47	6,81	0,66
		LCMABESIC055PZC0002	PZC	27/05/2024	61,83			
	TE-59	LCMABESIA059PZC0001	PZC	27/05/2024	71,36	56,93	56,52	0,41
		LCMABESIA059PZC0002	PZC	27/05/2024	14,44			
	TE-62	LCMABESIA062PZC0001	PZC	27/05/2024	54,37	28,45	26,01	2,44
		LCMABESIA062PZC0002	PZC	27/05/2024	25,92			
	TE-66	LCMABESIA066PZC0001	PZC	27/05/2024	72,98	44,62	46,67	-2,05
		LCMABESIA066PZC0002	PZC	27/05/2024	28,37			
	TE-87	LCMABESIC087PZC0001	PZC	27/05/2024	13,87	4,01	6,87	-2,87
		LCMABESIC087PZC0002	PZC	27/05/2024	9,86			
	TE-94	LCMABESIC094PZC0001	PZC	27/05/2024	6,89	6,07	1,57	4,50
		LCMABESIC094PZC0002	PZC	27/05/2024	12,96			

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 8. Tabla resumen de piezómetros de contacto del túnel Este.

Túnel oeste:

Tipo Hormigón	Bóveda	Sensor	Tipo	Fecha Junio'24	Medición Junio'24 m.c.a.	Diferencia Presión PZC Junio'24 m.c.a.	Diferencia Presión PZC Diciembre'23 m.c.a.	Diferencia Junio'24 - Diciembre'23 m.c.a.
HA-80	TO-08	LCMABOSIC008PZC0001	PZC	28/05/2024	116,73	0,05	0,64	-0,60
		LCMABOSIC008PZC0002	PZC	28/05/2024	116,77			
	TO-10	LCMABOSIA010PZC0001	PZC	28/05/2024	107,21	21,16	16,22	4,94
		LCMABOSIA010PZC0002	PZC	28/05/2024	86,05			
	TO-12	LCMABOSIC012PZC0001	PZC	28/05/2024	187,36	-	-	-
		LCMABOSIC012PZC0002	PZC	28/05/2024	D.F.R.			
	TO-22	LCMABOSIA022PZC0001	PZC	06/07/2023	18,69	57,32	57,32	0,00
		LCMABOSIA022PZC0002	PZC	06/07/2023	76,01			
	TO-27	LCMABOSIC027PZC0001	PZC	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-
		LCMABOSIC027PZC0002	PZC	28/05/2024	D.F.R.			
TO-30	LCMABOSIA030PZC0001	PZC	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	
	LCMABOSIA030PZC0002	PZC	28/05/2024	D.F.R.				
HA-55	TO-57	LCMABOSIC057PZC0001	PZC	28/05/2024	84,44	5,93	5,80	0,13
		LCMABOSIC057PZC0002	PZC	28/05/2024	78,51			
	TO-64	LCMABOSIC064PZC0001	PZC	28/05/2024	83,26	6,56	8,21	-1,65
		LCMABOSIC064PZC0002	PZC	28/05/2024	76,69			
	TO-67	LCMABOSIA067PZC0001	PZC	28/05/2024	87,91	3,27	4,05	-0,78
		LCMABOSIA067PZC0002	PZC	28/05/2024	84,64			
	TO-69	LCMABOSIC069PZC0001	PZC	28/05/2024	83,03	3,05	3,11	-0,06
		LCMABOSIC069PZC0002	PZC	28/05/2024	79,98			
	TO-79	LCMABOSIA079PZC0001	PZC	28/05/2024	54,66	4,18	4,09	0,09
		LCMABOSIA079PZC0002	PZC	28/05/2024	50,48			
	TO-83	LCMABOSIC083PZC0001	PZC	28/05/2024	33,60	2,26	1,20	1,06
		LCMABOSIC083PZC0002	PZC	28/05/2024	35,86			

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 9. Tabla resumen de piezómetros de contacto del túnel oeste.

- Piezómetros de cuerda vibrante instalados en terreno, en el trasdós del anillo de dovelas.

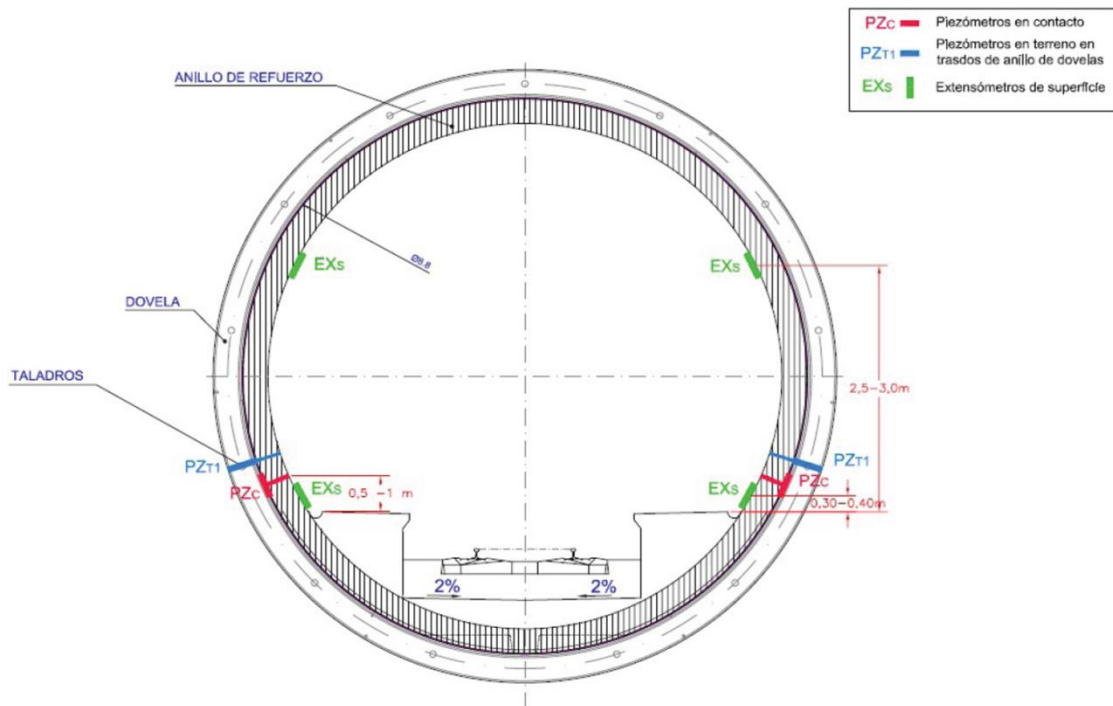


Figura 3. Sección de instrumentación de piezómetros en el trasdós del anillo de dovelas.

En la siguiente tabla, se resumen los valores registrados en los piezómetros del trasdós del túnel, especificándose:

- Tipo de hormigón.
- Número de bóveda.
- Código de identificación del sensor.
- Tipo de sensor.
- Denominación de bóveda.
- Fecha última medición.
- Última medición de medición.
 - D.F.R.: datos fuera de rango.
- Diferencia presión semestral entre los PZT, entre diciembre'23 y julio'23

Túnel este:

Tipo Hormigón	Bóveda	Sensor	Tipo	Fecha Junio'24	Medición Junio'24 m.c.a.	Fecha Diciembre'23	Medición Diciembre'23 m.c.a.	Diferencia Junio'24 - Diciembre'23 m.c.a.
HA-80	TE-01	LCMABEEAR001PZT0001	PZT	27/05/2024	12,50	16/11/2023	6,59	5,91
		LCMABEEAR001PZT0002	PZT	27/05/2024	14,77	16/11/2023	15,53	-0,76
		LCMABEEAR001PZT0003	PZT	27/05/2024	8,07	16/11/2023	8,30	-0,23
	TE-08	LCMABESIA008PZT0001	PZT	27/05/2024	89,49	16/11/2023	89,34	0,15
		LCMABESIA008PZT0002	PZT	27/05/2024	88,80	16/11/2023	89,18	-0,38
	TE-12	LCMABESIA012PZT0001	PZT	27/05/2024	7,81	16/11/2023	8,12	-0,31
		LCMABESIA012PZT0002	PZT	27/05/2024	104,82	16/11/2023	104,61	0,22
	TE-18	LCMABESIA018PZT0001	PZT	27/05/2024	54,91	16/11/2023	59,06	-4,15
		LCMABESIA018PZT0002	PZT	27/05/2024	65,50	16/11/2023	69,52	-4,02
	TE-22	LCMABESIA022PZT0001	PZT	27/05/2024	74,85	15/11/2023	78,45	-3,60
		LCMABESIA022PZT0002	PZT	27/05/2024	70,64	15/11/2023	74,45	-3,81
	TE-25	LCMABESIA025PZT0001	PZT	27/05/2024	1,40	15/11/2023	1,42	-0,02
		LCMABESIA025PZT0002	PZT	27/05/2024	35,63	15/11/2023	41,42	-5,80
	TE-26	LCMABESIA026PZT0001	PZT	27/05/2024	66,79	15/11/2023	69,70	-2,90
		LCMABESIA026PZT0002	PZT	27/05/2024	63,33	15/11/2023	67,16	-3,83
	TE-30	LCMABESIA030PZT0001	PZT	27/05/2024	67,54	15/11/2023	69,88	-2,33
		LCMABESIA030PZT0002	PZT	27/05/2024	67,85	15/11/2023	70,11	-2,26
	HA-55	TE-46	LCMABESIA046PZT0001	PZT	27/05/2024	48,58	16/11/2023	49,45
LCMABESIA046PZT0002			PZT	27/05/2024	81,34	16/11/2023	78,70	2,64
TE-56		LCMABEEAR056PZT0001	PZT	27/05/2024	71,54	16/11/2023	56,95	14,59
		LCMABEEAR056PZT0002	PZT	27/05/2024	75,05	16/11/2023	73,40	1,65
		LCMABEEAR056PZT0003	PZT	27/05/2024	D.F.R.	16/11/2023	D.F.R.	-
TE-59		LCMABESIA059PZT0001	PZT	27/05/2024	63,54	16/11/2023	61,79	1,75
		LCMABESIA059PZT0002	PZT	27/05/2024	71,03	16/11/2023	61,42	9,60
TE-62		LCMABESIA062PZT0001	PZT	27/05/2024	75,51	16/11/2023	73,02	2,49
		LCMABESIA062PZT0002	PZT	27/05/2024	77,75	16/11/2023	75,56	2,19
TE-66		LCMABESIA066PZT0001	PZT	27/05/2024	84,64	16/11/2023	82,83	1,80
		LCMABESIA066PZT0002	PZT	27/05/2024	84,98	16/11/2023	77,24	7,74
TE-87		LCMABEEAR087PZT0001	PZT	27/05/2024	10,23	07/07/2023	8,26	1,97
		LCMABEEAR087PZT0002	PZT	27/05/2024	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	-
		LCMABEEAR087PZT0003	PZT	27/05/2024	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	-
TE-94		LCMABEEAR094PZT0001	PZT	27/05/2024	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	-
		LCMABEEAR094PZT0002	PZT	27/05/2024	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	-
		LCMABEEAR094PZT0003	PZT	27/05/2024	0,62	07/07/2023	1,52	-0,90

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 10. Tabla resumen de piezómetros del trasdós túnel Este.

Túnel oeste:

Tipo Hormigón	Bóveda	Sensor	Tipo	Fecha Junio'24	Medición Junio'24 m.c.a.	Fecha Diciembre'23	Medición Diciembre'23 m.c.a.	Diferencia Junio'24 - Diciembre'23 m.c.a.
HA-80	TO-03	LCMABOSI9I03PZT0001	PZT	28/05/2024	D.F.R.	20/10/2023	D.F.R.	-
	TO-08	LCMABOZ1S208PZT0001	PZT	28/05/2024	102,11	22/10/2023	102,31	-0,20
		LCMABOZ1S208PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S208PZT0003	PZT	28/05/2024	113,19	22/10/2023	114,79	-1,61
		LCMABOZ1S208PZT0004	PZT	28/05/2024	41,26	22/10/2023	45,98	-4,71
	TO-10	LCMABOSIA010PZT0001	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOSIA010PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
	TO-12	LCMABOZ1S312PZT0001	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S312PZT0002	PZT	28/05/2024	85,27	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S312PZT0003	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S312PZT0004	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
	TO-22	LCMABOSIA022PZT0001	PZT	06/07/2023	78,30	06/07/2023	78,30	0,00
		LCMABOSIA022PZT0002	PZT	06/07/2023	79,74	06/07/2023	79,74	0,00
	TO-27	LCMABOZ1S427PZT0001	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S427PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S427PZT0003	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ1S427PZT0004	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
	TO-30	LCMABOSIA030PZT0001	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOSIA030PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	-
	HA-55	TO-57	LCMABOZ2S157PZT0001	PZT	28/05/2024	9,93	22/10/2023	7,33
LCMABOZ2S157PZT0002			PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
LCMABOZ2S157PZT0003			PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
LCMABOZ2S157PZT0004			PZT	28/05/2024	85,21	22/10/2023	83,65	1,56
TO-64		LCMABOZ2S264PZT0001	PZT	28/05/2024	83,48	22/10/2023	82,44	1,04
		LCMABOZ2S264PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ2S264PZT0003	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ2S264PZT0004	PZT	28/05/2024	154,64	22/10/2023	D.F.R.	-
TO-67		LCMABOSIA067PZT0001	PZT	28/05/2024	85,37	22/10/2023	84,57	0,80
		LCMABOSIA067PZT0002	PZT	28/05/2024	88,01	22/10/2023	56,44	31,57
TO-69		LCMABOZ2S369PZT0001	PZT	28/05/2024	81,36	22/10/2023	80,30	1,06
		LCMABOZ2S369PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ2S369PZT0003	PZT	11/05/2024	78,28	22/10/2023	D.F.R.	-
		LCMABOZ2S369PZT0004	PZT	28/05/2024	84,76	22/10/2023	83,73	1,03
TO-79		LCMABOSIA079PZT0001	PZT	28/05/2024	33,38	22/10/2023	23,63	9,75
		LCMABOSIA079PZT0002	PZT	28/05/2024	D.F.R.	15/09/2023	D.F.R.	-
TO-83		LCMABOZ2S483PZT0001	PZT	28/05/2024	34,85	22/10/2023	21,55	13,30
		LCMABOZ2S483PZT0002	PZT	28/05/2024	NA	22/10/2023	NA	-
		LCMABOZ2S483PZT0003	PZT	28/05/2024	30,35	22/10/2023	13,39	16,96
		LCMABOZ2S483PZT0004	PZT	28/05/2024	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	-

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 11. Tabla resumen de piezómetros del trasdós túnel oeste.

5.2. Aplicación del protocolo de actuación para los piezómetros de cuerda vibrante.

A continuación, se presenta en las siguientes tablas resumen de diferencia de presión y presión máxima, según protocolo, los resultados de todos los piezómetros de cuerda vibrante de los túneles, en las cuales se pueden visualizar:

- Tipo de hormigón.
- Número de bóveda.
- Código de identificación del sensor.
- Tipo de piezómetro.
- Denominación de bóveda.
- Fecha de medición: junio'21, diciembre'21, julio'22, diciembre'22, julio'23, diciembre'23 y Junio'24.
- Valor de medición: junio'21, diciembre'21, julio'22, diciembre'22, julio'23, diciembre'23 y Junio'24.
- Variación entre mediciones: diciembre'21 a junio'21, julio'22 a diciembre'21, diciembre'22 a julio'22, de julio'23 a diciembre'22, de diciembre'23 a julio'23 y de junio'24 a diciembre'23.
- ΔP piezómetro de contacto, a Junio'24.
- Presión máxima para HA-80 y HA-55, y su correspondiente protocolo de actuación.
 - En color los diferentes umbrales de referencia, según protocolo (Ver punto 3).

Adicionalmente se adjuntan perfiles de presión correspondientes a la última campaña realizada, representándose hacia arriba los sensores colocados en el lado derecho del túnel (ubicaciones RD) y hacia abajo los situados en el lado izquierdo (ubicaciones RI). En la zona central se muestran los escasos valores correspondientes a la clave (CL) y hastiales izquierdo (HI) y derecho (HD). Se destaca lo siguiente:

- En el túnel Este, entre las bóvedas 66 y 55, los piezómetros de contacto indican presiones similares a las de los de Trasdós en el lado derecho, lo que apunta a un correcto funcionamiento (P en PZC≈P en PZT); en cambio, en el lado izquierdo del mismo tramo, los piezómetros de contacto muestran la presión muy amortiguada respecto a la total medida en el Trasdós. Es probable que se trate de la influencia de los drenajes en los piezómetros PZC en esta zona.
- En el mismo túnel, en ambos lados de las bóvedas 19 a 8 las presiones son similares en contacto y trasdós (e incluso mayores en PZC por probable mal funcionamiento de algunos piezómetros PZT) lo que indica un funcionamiento correcto de los piezómetros en esta zona.
- En el túnel oeste, la mayor parte de los piezómetros indican presión en trasdós y contacto similar, por lo que los piezómetros están funcionando correctamente.
- En general, se observa una simetría en las presiones en el Trasdós a ambos lados de los túneles, lo que apunta a:
 - Correcto funcionamiento de los piezómetros de Trasdós.
 - Distribución de presión homogénea a ambos lados del túnel.
- Existe algún caso en el que la presión registrada en PZC es superior a la de PZT, lo que apunta a un mal funcionamiento del piezómetro PZT.

En el anejo nº1, se adjuntan las gráficas correspondientes.

Túnel este:

Tipo Hormigón	Bóveda	Tipo	Sensor	Medición Junio 2021 m.c.a.		Medición Diciembre 2021 m.c.a.		Medición Julio 2022 m.c.a.		Medición Diciembre 2022 m.c.a.		Medición Julio 2023 m.c.a.		Medición Diciembre 2023 m.c.a.		Medición Junio 2024 m.c.a.		Variación Diciembre '21 - Junio '21 m.c.a.	Variación Julio '22 - Diciembre '21 m.c.a.	Variación Diciembre '22 - Julio '22 m.c.a.	Variación Julio '23 - Diciembre '22 m.c.a.	Variación Diciembre '23 - Julio '23 m.c.a.	Variación Julio '24 - Diciembre '23 m.c.a.	ΔP PZContacto Junio'24 m.c.a.	PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-80		PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-55	
				16/06/2021	30/11/2021	30/11/2021	30/11/2021	11/07/2022	11/07/2022	11/07/2022	11/07/2022	06/07/2023	06/07/2023	16/11/2023	16/11/2023	27/05/2024	27/05/2024								27/05/2024	27/05/2024	27/05/2024	27/05/2024
HA-80	TE-01	PZC	LCMABESIC001PZC0001	16/06/2021	23,57	30/11/2021	22,66	11/07/2022	25,00	12/12/2022	25,28	06/07/2023	25,38	16/11/2023	23,65	27/05/2024	21,55	-0,91	2,34	0,28	0,10	-1,73	-2,09	0,61	22,16	-		
		PZC	LCMABESIC001PZC0002	16/06/2021	32,51	30/11/2021	31,61	11/07/2022	33,18	12/12/2022	27,55	06/07/2023	28,75	16/11/2023	24,87	27/05/2024	22,16	-0,90	1,57	-5,63	1,20	-3,88	-2,71					
		PZT	LCMABEEAR001PZT0001	16/06/2021	13,66	30/11/2021	13,07	11/07/2022	14,25	12/12/2022	13,63	06/07/2023	13,68	16/11/2023	6,59	27/05/2024	12,50	-0,59	1,18	-0,62	0,05	-7,09	5,91					
		PZT	LCMABEEAR001PZT0002	16/06/2021	14,78	30/11/2021	13,55	11/07/2022	18,92	12/12/2022	16,91	06/07/2023	16,66	16/11/2023	15,53	27/05/2024	14,77	-1,23	5,37	-2,01	-0,25	-1,13	-0,76					
		PZT	LCMABEEAR001PZT0003	16/06/2021	8,98	30/11/2021	8,25	11/07/2022	9,60	12/12/2022	9,06	06/07/2023	8,87	16/11/2023	8,30	27/05/2024	8,07	-0,73	1,35	-0,54	-0,19	-0,57	-0,23					
	TE-08	PZC	LCMABESIA008PZC0001	16/06/2021	101,52	30/11/2021	95,57	15/07/2022	119,36	12/12/2022	108,99	06/07/2023	107,27	16/11/2023	101,33	27/05/2024	101,95	-5,95	23,79	-10,37	-1,72	-5,94	0,63	2,82	101,95	-		
		PZC	LCMABESIA008PZC0002	16/06/2021	98,59	30/11/2021	90,76	15/07/2022	113,61	12/12/2022	105,13	06/07/2023	103,33	16/11/2023	97,71	27/05/2024	99,14	-7,83	22,85	-8,48	-1,80	-5,62	1,42					
		PZT	LCMABESIA008PZT0001	16/06/2021	94,93	30/11/2021	87,35	15/07/2022	106,65	12/12/2022	97,78	06/07/2023	96,65	16/11/2023	89,34	27/05/2024	89,49	-7,58	19,30	-8,87	-1,13	-7,31	0,15					
	TE-11	PZC	LCMABESIC011PZC0001	16/06/2021	40,74	30/11/2021	37,63	15/07/2022	46,29	12/12/2022	43,34	06/07/2023	41,93	16/11/2023	40,07	27/05/2024	40,41	-3,11	8,66	-2,95	-1,41	-1,86	0,34	64,64	-	105,05		
		PZC	LCMABESIC011PZC0002	16/06/2021	108,33	30/11/2021	99,21	15/07/2022	122,25	12/12/2022	113,89	06/07/2023	111,68	16/11/2023	105,32	27/05/2024	105,05	-9,12	23,04	-8,36	-2,21	-6,36	-0,26					
	TE-12	PZC	LCMABESIA012PZC0001	16/06/2021	79,91	30/11/2021	73,40	15/07/2022	95,12	12/12/2022	88,83	06/07/2023	87,23	16/11/2023	81,98	27/05/2024	81,91	-6,51	21,72	-6,29	-1,60	-5,25	-0,07	6,87	104,82	-		
		PZC	LCMABESIA012PZC0002	16/06/2021	66,25	30/11/2021	61,36	15/07/2022	84,02	12/12/2022	79,15	06/07/2023	77,90	16/11/2023	75,58	27/05/2024	75,05	-4,89	22,66	-4,87	-1,25	-2,32	-0,54					
		PZT	LCMABESIA012PZT0001	16/06/2021	33,23	30/11/2021	37,48	15/07/2022	44,22	12/12/2022	37,01	06/07/2023	11,36	16/11/2023	8,12	27/05/2024	7,81	4,25	6,74	-7,21	-25,65	-3,24	-0,31					
	TE-13	PZC	LCMABESIC013PZC0001	16/06/2021	53,50	30/11/2021	52,89	15/07/2022	59,20	12/12/2022	58,72	06/07/2023	57,81	16/11/2023	57,81	27/05/2024	50,88	-0,61	6,31	-0,48	-0,91	0,00	-6,93	1,20	52,07	-		
		PZC	LCMABESIC013PZC0002	16/06/2021	53,85	30/11/2021	49,19	15/07/2022	56,31	12/12/2022	D.F.R.	06/07/2023	58,51	16/11/2023	53,35	27/05/2024	52,07	-4,66	7,12	-	-	-5,16	-1,28					
	TE-17	PZC	LCMABESIC017PZC0001	16/06/2021	82,07	30/11/2021	72,87	15/07/2022	78,87	12/12/2022	76,67	07/07/2023	74,71	16/11/2023	70,94	27/05/2024	68,06	-9,20	6,00	-2,20	-1,96	-3,77	-2,88	8,02	76,07	-		
		PZC	LCMABESIC017PZC0002	16/06/2021	90,75	30/11/2021	85,50	15/07/2022	89,62	12/12/2022	86,00	07/07/2023	82,51	16/11/2023	79,47	27/05/2024	76,07	-5,25	4,12	-3,62	-3,49	-3,04	-3,40					
	TE-18	PZC	LCMABESIA018PZC0001	16/06/2021	82,90	30/11/2021	78,85	15/07/2022	82,66	12/12/2022	79,29	07/07/2023	75,57	16/11/2023	71,64	27/05/2024	69,03	-4,05	3,81	-3,37	-3,72	-3,93	-2,61	2,82	71,84	-		
		PZC	LCMABESIA018PZC0002	16/06/2021	83,70	30/11/2021	79,05	15/07/2022	85,21	12/12/2022	79,81	07/07/2023	79,15	16/11/2023	74,16	27/05/2024	71,84	-4,65	6,16	-5,40	-0,66	-4,99	-2,31					
		PZT	LCMABESIA018PZT0001	16/06/2021	74,03	30/11/2021	69,35	15/07/2022	72,77	12/12/2022	67,66	07/07/2023	64,42	16/11/2023	59,06	27/05/2024	54,91	-4,68	3,42	-5,11	-3,24	-5,36	-4,15					
		PZT	LCMABESIA018PZT0002	16/06/2021	89,95	30/11/2021	85,15	15/07/2022	88,37	12/12/2022	83,53	07/07/2023	79,89	16/11/2023	69,52	27/05/2024	65,50	-4,80	3,22	-4,84	-3,64	-10,37	-4,02					
	TE-22	PZC	LCMABESIA022PZC0001	16/06/2021	81,94	28/11/2021	78,30	06/07/2022	81,58	11/12/2022	78,14	07/07/2023	74,88	15/11/2023	34,13	27/05/2024	34,22	-3,64	3,28	-3,44	-3,26	-40,75	0,09	27,56	-	74,85		
		PZC	LCMABESIA022PZC0002	16/06/2021	82,65	28/11/2021	78,66	06/07/2022	81,80	11/12/2022	77,60	07/07/2023	74,36	15/11/2023	64,95	27/05/2024	61,78	-3,99	3,14	-4,20	-3,24	-9,41	-3,17					
		PZT	LCMABESIA022PZT0001	16/06/2021	91,62	28/11/2021	87,40	06/07/2022	90,82	11/12/2022	86,23	07/07/2023	82,15	15/11/2023	78,45	27/05/2024	74,85	-4,22	3,42	-4,59	-4,08	-3,70	-3,60					
		PZT	LCMABESIA022PZT0002	16/06/2021	87,83	28/11/2021	83,54	06/07/2022	87,03	11/12/2022	82,20	07/07/2023	78,54	15/11/2023	74,45	27/05/2024	70,64	-4,29	3,49	-4,83	-3,66	-4,09	-3,81					
	TE-25	PZC	LCMABESIA025PZC0001	16/06/2021	40,80	28/11/2021	39,25	06/07/2022	41,74	11/12/2022	21,94	07/07/2023	D.F.R.	15/11/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	-1,55	2,49	-19,80	-	-	-	-	-	39,23		
		PZC	LCMABESIA025PZC0002	16/06/2021	40,76	28/11/2021	38,05	06/07/2022	42,97	11/12/2022	41,07	07/07/2023	41,88	15/11/2023	40,77	27/05/2024	39,23	-2,71	4,92	-1,90	0,81	-1,11	-1,54					
		PZT	LCMABESIA025PZT0001	16/06/2021	1,05	28/11/2021	1,13	06/07/2022	1,19	11/12/2022	1,16	07/07/2023	1,33	15/11/2023	1,42	27/05/2024	1,40	0,08	0,06	-0,03	0,17	0,09	-0,02					
	TE-26	PZC	LCMABESIA026PZC0001	16/06/2021	10,72	28/11/2021	10,36	06/07/2022	11,27	11/12/2022	10,51	07/07/2023	10,48	15/11/2023	10,10	27/05/2024	9,95	-0,36	0,91	-0,76	-0,03	-0,38	-0,15	23,43	-	66,79		
		PZC	LCMABESIA026PZC0002	16/06/2021	28,95	28/11/2021	26,22	06/07/2022	25,95	11/12/2022	24,48	07/07/2023	30,72	15/11/2023	31,64	27/05/2024	33,38	-2,73	-0,27	-1,47	6,24	0,92	1,74					
PZT		LCMABESIA026PZT0001	16/06/2021	82,03	28/11/2021	78,42	06/07/2022	82,79	11/12/2022	77,94	07/07/2023	77,20	15/11/2023	69,70	27/05/2024	66,79	-3,61	4,37	-4,85	-0,74	-7,50	-2,90						
TE-30	PZT	LCMABESIA026PZT0002	16/06/2021	80,68	28/11/2021	76,39	06/07/2022	79,78	11/12/2022	74,84	07/07/2023	71,25	15/11/2023	67,16	27/05/2024	63,33	-4,29	3,39	-4,94	-3,59	-4,09	-3,83						
	PZC	LCMABESIA030PZC0001	16/06/2021	51,09	28/11/2021	49,46	06/07/2022	50,63	11/12/2022	47,67	07/07/2023	47,68	15/11/2023	46,14	27/05/2024	45,50	-1,63	1,17	-2,96	0,01	-1,54	-0,64	5,58	67,85	-			
	PZC	LCMABESIA030PZC0002	16/06/2021	67,90	28/11/2021	66,30	06/07/2022	68,56	11/12/2022	63,26	07/07/2023	60,90	15/11/2023	57,03	27/05/2024	51,08	-1,60	2,26	-5,30	-2,36	-3,87	-5,95						
	PZT	LCMABESIA030PZT0001	16/06/2021	76,01	28/11/2021	74,80	06/07/2022	78,14	11/12/2022	73,31	07/07/2023	72,41	15/11/2023	69,88	27/05/2024	67,54	-1,21	3,34	-4,83	-0,90	-2,53	-2,33						
PZT	LCMABESIA030PZT0002	16/06/2021	76,03	28/11/2021	74,73	06/07/2022	78,21	11/12/2022	73,36	07/07/2023	72,78	15/11/2023	70,11	27/05/2024	67,85	-1,30	3,48	-4,85	-0,58	-2,67	-2,26							

Tipo Hormigón	Bóveda	Tipo	Sensor	Medición Junio 2021 m.c.a.		Medición Diciembre 2021 m.c.a.		Medición Julio 2022 m.c.a.		Medición Diciembre 2022 m.c.a.		Medición Julio 2023 m.c.a.		Medición Diciembre 2023 m.c.a.		Medición Junio 2024 m.c.a.		Variación Diciembre '21 - Junio '21 m.c.a.	Variación Julio '22 - Diciembre '21 m.c.a.	Variación Diciembre '22 - Julio '22 m.c.a.	Variación Julio '23 - Diciembre '22 m.c.a.	Variación Diciembre '23 - Julio '23 m.c.a.	Variación Junio '24 - Diciembre '23 m.c.a.	ΔP PZContacto Junio'24 m.c.a.	PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-80	PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-55			
HA-55	TE-46	PZC	LCMABESIA046PZC0001	16/06/2021	94,48	26/11/2021	92,22	13/07/2022	97,63	11/12/2022	90,69	07/07/2023	89,81	16/11/2023	87,21	27/05/2024	87,93	-2,26	5,41	-6,94	-0,88	-2,60	0,72	6,01		87,93	-		
		PZC	LCMABESIA046PZC0002	16/06/2021	88,80	26/11/2021	85,93	13/07/2022	90,49	11/12/2022	84,07	07/07/2023	83,21	16/11/2023	80,89	27/05/2024	81,92	-2,87	4,56	-6,42	-0,86	-2,32	1,03						
		PZT	LCMABESIA046PZT0001	16/06/2021	52,76	26/11/2021	53,94	13/07/2022	59,51	11/12/2022	42,13	07/07/2023	41,74	16/11/2023	49,45	27/05/2024	48,58	1,18	5,57	-17,38	-0,39	7,71	-0,86						
		PZT	LCMABESIA046PZT0002	16/06/2021	90,65	26/11/2021	87,43	13/07/2022	94,80	11/12/2022	84,73	07/07/2023	86,08	16/11/2023	78,70	27/05/2024	81,34	-3,22	7,37	-10,07	1,35	-7,38	2,64						
	TE-55	PZC	LCMABESIC055PZC0001	16/06/2021	75,76	26/11/2021	73,91	13/07/2022	77,72	11/12/2022	71,27	07/07/2023	69,89	16/11/2023	67,55	27/05/2024	69,30	-1,85	3,81	-6,45	-1,38	-2,34	1,74	7,47		69,30	-		
		PZC	LCMABESIC055PZC0002	16/06/2021	71,56	26/11/2021	68,33	13/07/2022	72,86	11/12/2022	65,84	07/07/2023	63,50	16/11/2023	60,75	27/05/2024	61,83	-3,23	4,53	-7,02	-2,34	-2,75	1,08						
	TE-56	PZT	LCMABEEAR056PZT0001	16/06/2021	85,51	26/11/2021	82,98	13/07/2022	87,64	11/12/2022	80,21	07/07/2023	78,90	16/11/2023	56,95	27/05/2024	71,54	-2,53	4,66	-7,43	-1,31	-21,95	14,59	-		-	75,05		
		PZT	LCMABEEAR056PZT0002	16/06/2021	83,86	26/11/2021	81,25	13/07/2022	86,14	11/12/2022	78,24	07/07/2023	76,26	16/11/2023	73,40	27/05/2024	75,05	-2,61	4,89	-7,90	-1,98	-2,86	1,65						
		PZT	LCMABEEAR056PZT0003	16/06/2021	86,96	26/11/2021	81,99	13/07/2022	73,82	11/12/2022	23,00	07/07/2023	D.F.R.	16/11/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	-4,97	-8,17	-50,82	-	-	-						
	TE-59	PZC	LCMABESIA059PZC0001	16/06/2021	79,66	26/11/2021	77,41	15/07/2022	80,36	11/12/2022	73,29	28/06/2023	71,88	16/11/2023	69,18	27/05/2024	71,36	-2,25	2,95	-7,07	-1,41	-2,70	2,18	56,93		-	71,36		
		PZC	LCMABESIA059PZC0002	16/06/2021	32,31	26/11/2021	36,11	15/07/2022	20,29	11/12/2022	17,35	28/06/2023	13,85	16/11/2023	12,66	27/05/2024	14,44	3,80	-15,82	-2,94	-3,50	-1,19	1,78						
		PZT	LCMABESIA059PZT0001	16/06/2021	72,25	26/11/2021	69,74	15/07/2022	74,10	11/12/2022	66,19	28/06/2023	65,08	16/11/2023	61,79	27/05/2024	63,54	-2,51	4,36	-7,91	-1,11	-3,29	1,75						
		PZT	LCMABESIA059PZT0002	16/06/2021	80,06	26/11/2021	67,49	15/07/2022	88,01	11/12/2022	64,87	28/06/2023	79,68	16/11/2023	61,42	27/05/2024	71,03	-12,57	20,52	-23,14	14,81	-18,26	9,60						
	TE-62	PZC	LCMABESIA062PZC0001	16/06/2021	66,38	26/11/2021	61,15	15/07/2022	63,35	11/12/2022	57,61	28/06/2023	55,69	16/11/2023	53,30	27/05/2024	54,37	-5,23	2,20	-5,74	-1,92	-2,39	1,07	28,45		-	77,75		
		PZC	LCMABESIA062PZC0002	16/06/2021	42,90	26/11/2021	41,15	15/07/2022	38,37	11/12/2022	29,73	28/06/2023	31,23	16/11/2023	27,29	27/05/2024	25,92	-1,75	-2,78	-8,64	1,50	-3,94	-1,37						
		PZT	LCMABESIA062PZT0001	16/06/2021	86,86	26/11/2021	83,08	15/07/2022	95,44	11/12/2022	79,77	28/06/2023	83,80	16/11/2023	73,02	27/05/2024	75,51	-3,78	12,36	-15,67	4,03	-10,78	2,49						
		PZT	LCMABESIA062PZT0002	16/06/2021	88,88	26/11/2021	85,81	15/07/2022	89,29	11/12/2022	80,53	28/06/2023	78,94	16/11/2023	75,56	27/05/2024	77,75	-3,07	3,48	-8,76	-1,59	-3,38	2,19						
	TE-66	PZC	LCMABESIA066PZC0001	16/06/2021	84,39	26/11/2021	81,32	15/07/2022	84,86	11/12/2022	76,13	28/06/2023	74,16	16/11/2023	71,10	27/05/2024	72,98	-3,07	3,54	-8,73	-1,97	-3,06	1,89	44,62		-	84,98		
		PZC	LCMABESIA066PZC0002	16/06/2021	39,09	26/11/2021	37,27	15/07/2022	37,54	11/12/2022	27,06	28/06/2023	27,60	16/11/2023	24,43	27/05/2024	28,37	-1,82	0,27	-10,48	0,54	-3,17	3,94						
		PZT	LCMABESIA066PZT0001	16/06/2021	96,88	26/11/2021	92,89	15/07/2022	98,78	11/12/2022	89,19	28/06/2023	86,94	16/11/2023	82,83	27/05/2024	84,64	-3,99	5,89	-9,59	-2,25	-4,11	1,80						
		PZT	LCMABESIA066PZT0002	16/06/2021	91,68	26/11/2021	83,23	15/07/2022	100,91	11/12/2022	82,25	28/06/2023	95,60	16/11/2023	77,24	27/05/2024	84,98	-8,45	17,68	-18,66	13,35	-18,36	7,74						
	TE-87	PZC	LCMABESIC087PZC0001	16/06/2021	6,91	30/11/2021	5,98	15/07/2022	9,86	12/12/2022	7,88	07/07/2023	10,57	16/11/2023	8,84	27/05/2024	13,87	-0,93	3,88	-1,98	2,69	-1,73	5,03	4,01		13,87	-		
		PZC	LCMABESIC087PZC0002	16/06/2021	15,00	30/11/2021	15,00	15/07/2022	5,89	12/12/2022	3,07	07/07/2023	3,76	16/11/2023	1,97	27/05/2024	9,86	0,00	-9,11	-2,82	0,69	-1,79	7,90						
		PZT	LCMABEEAR087PZT0001	16/06/2021	17,74	30/11/2021	18,09	15/07/2022	8,19	12/12/2022	7,58	07/07/2023	8,26	07/07/2023	8,26	27/05/2024	10,23	0,35	-9,90	-0,61	0,68	0,00	1,97						
PZT		LCMABEEAR087PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	12/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-							
PZT		LCMABEEAR087PZT0003	16/06/2021	19,33	30/11/2021	19,72	15/07/2022	D.F.R.	12/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	0,39	-	-	-	-	-							
TE-94	PZC	LCMABESIC094PZC0001	16/06/2021	15,53	30/11/2021	16,00	15/07/2022	6,97	12/12/2022	5,56	07/07/2023	6,34	07/07/2023	6,34	27/05/2024	6,89	0,47	-9,03	-1,41	0,78	0,00	0,55	6,07		12,96	-			
	PZC	LCMABESIC094PZC0002	16/06/2021	10,83	30/11/2021	11,67	15/07/2022	9,13	12/12/2022	8,10	07/07/2023	7,91	07/07/2023	7,91	27/05/2024	12,96	0,84	-2,54	-1,03	-0,19	0,00	5,05							
	PZT	LCMABEEAR094PZT0001	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	12/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-							
	PZT	LCMABEEAR094PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	5,05	12/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	27/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-							
	PZT	LCMABEEAR094PZT0003	16/06/2021	3,38	30/11/2021	3,80	15/07/2022	1,26	12/12/2022	1,81	07/07/2023	1,52	07/07/2023	1,52	27/05/2024	0,62	0,42	-2,54	0,55	-0,29	0,00	-0,90							

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 12. Tabla resumen de piezómetros y protocolo de actuación para el túnel Este.

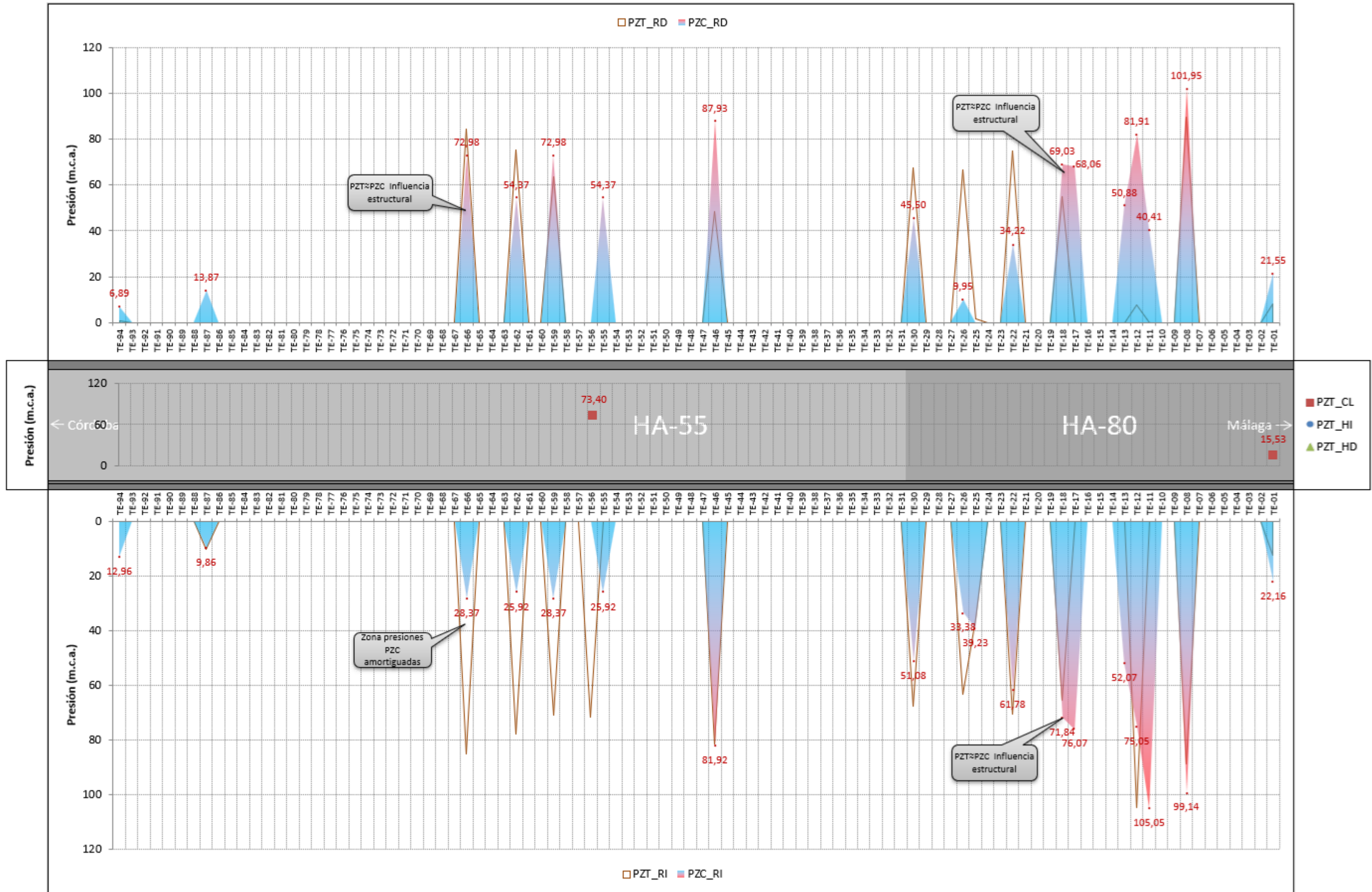


Figura 4. Perfil de presiones (PZT y PZC) distribuidas por bóvedas en el túnel Este.

Túnel oeste:

Tipo Hormigón	Bóveda	Tipo	Sensor	Medición Junio 2021 m.c.a.		Medición Diciembre 2021 m.c.a.		Medición Julio 2022 m.c.a.		Medición Diciembre 2022 m.c.a.		Medición Julio 2023 m.c.a.		Medición Diciembre 2023 m.c.a.		Medición Junio 2024 m.c.a.		Variación Diciembre '21 - Junio '21 m.c.a.	Variación Julio '22 - Diciembre '21 m.c.a.	Variación Diciembre '22 - Julio '22 m.c.a.	Variación Julio '23 - Diciembre '22 m.c.a.	Variación Diciembre '23 - Julio '23 m.c.a.	Variación Junio '24 - Diciembre '23 m.c.a.	ΔP PZContacto Junio'24 m.c.a.	PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-80		PRESIÓN MÁXIMA - Pmax HA-55																					
				16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	13/07/2022	D.F.R.	15/12/2022	D.F.R.	04/07/2023	D.F.R.	20/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.								-	-	-	-	-	-	-	-	AP<10 m.c.a.	AP>10 m.c.a.	AP<10 m.c.a.	AP>10 m.c.a.												
HA-80	TO-03	PZT	LCMABOSI9I03PZT0001	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	13/07/2022	D.F.R.	15/12/2022	D.F.R.	04/07/2023	D.F.R.	20/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																		
		PZC	LCMABOSIC008PZC0001	16/06/2021	119,45	30/11/2021	112,46	15/07/2022	130,68	14/12/2022	120,81	07/07/2023	121,80	22/10/2023	117,73	28/05/2024	116,73	-6,99	18,22	-9,87	0,99	-4,07	-1,01	0,05	116,77	-	-	-																				
	PZC	LCMABOSIC008PZC0002	16/06/2021	119,47	30/11/2021	115,60	15/07/2022	126,80	14/12/2022	121,00	07/07/2023	120,57	22/10/2023	118,38	28/05/2024	116,77	-3,87	11,20	-5,80	-0,43	-2,19	-1,60	-						-	-	-	-																
	PZT	LCMABOZ1S208PZT0001	16/06/2021	102,50	30/11/2021	97,87	15/07/2022	102,62	14/12/2022	102,61	07/07/2023	102,45	22/10/2023	102,31	28/05/2024	102,11	-4,63	4,75	-0,01	-0,16	-0,14	-0,20											-	-	-	-	-											
	PZT	LCMABOZ1S208PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-						
	PZT	LCMABOZ1S208PZT0003	16/06/2021	116,94	30/11/2021	112,89	15/07/2022	123,32	14/12/2022	119,00	07/07/2023	117,83	22/10/2023	114,79	28/05/2024	113,19	-4,05	10,43	-4,32	-1,17	-3,04	-1,61																					-	-	-	-	-	
	PZT	LCMABOZ1S208PZT0004	16/06/2021	53,89	30/11/2021	46,89	15/07/2022	54,62	14/12/2022	48,09	07/07/2023	50,99	22/10/2023	45,98	28/05/2024	41,26	-7,00	7,73	-6,53	2,90	-5,01	-4,71																										-
	TO-10	PZC	LCMABOSIA010PZC0001	16/06/2021	113,69	30/11/2021	106,49	15/07/2022	119,07	14/12/2022	112,53	07/07/2023	106,08	22/10/2023	102,69	28/05/2024	107,21	-7,20	12,58	-6,54	-6,45	-3,39	4,52	21,16	-	-	107,21	-																				
		PZC	LCMABOSIA010PZC0002	16/06/2021	90,62	30/11/2021	82,54	15/07/2022	100,68	14/12/2022	94,11	07/07/2023	91,61	22/10/2023	86,46	28/05/2024	86,05	-8,08	18,14	-6,57	-2,50	-5,15	-0,41						-	-	-	-	-															
		PZT	LCMABOSIA010PZT0001	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-											-	-	-	-	-										
	TO-12	PZT	LCMABOSIA010PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																				
		PZC	LCMABOSIC012PZC0001	16/06/2021	159,95	30/11/2021	151,05	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	177,07	07/07/2023	185,34	22/10/2023	168,38	28/05/2024	187,36	-8,90	-	-	8,27	-16,96	18,98						-	-	-	-	-															
		PZC	LCMABOSIC012PZC0002	16/06/2021	108,09	30/11/2021	102,12	15/07/2022	116,79	14/12/2022	108,38	07/07/2023	103,31	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-5,97	14,67	-8,41	-5,07	-	-											-	-	-	-	-										
		PZT	LCMABOZ1S312PZT0001	16/06/2021	99,53	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-					
		PZT	LCMABOZ1S312PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	97,76	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	85,27	-	-	-	-	-	-																					-	-	-	-	-
	PZT	LCMABOZ1S312PZT0003	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																					
	PZT	LCMABOZ1S312PZT0004	16/06/2021	195,78	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-																
	TO-22	PZC	LCMABOSIA022PZC0001	16/06/2021	52,17	30/11/2021	43,30	11/07/2022	33,51	15/12/2022	37,84	06/07/2023	18,69	06/07/2023	18,69	06/07/2023	18,69	-8,87	-9,79	4,33	-19,15	0,00	0,00	57,32	-	-	79,74						-															
		PZC	LCMABOSIA022PZC0002	16/06/2021	84,27	30/11/2021	80,24	11/07/2022	83,71	15/12/2022	79,29	06/07/2023	76,01	06/07/2023	76,01	06/07/2023	76,01	-4,03	3,47	-4,42	-3,28	0,00	0,00					-	-	-	-	-																
		PZT	LCMABOSIA022PZT0001	16/06/2021	87,97	30/11/2021	83,62	11/07/2022	86,66	15/12/2022	82,04	06/07/2023	78,30	06/07/2023	78,30	06/07/2023	78,30	-4,35	3,04	-4,62	-3,74	0,00	0,00											-	-	-	-	-										
		PZT	LCMABOSIA022PZT0002	16/06/2021	89,17	30/11/2021	84,80	11/07/2022	88,15	15/12/2022	83,30	06/07/2023	79,74	06/07/2023	79,74	06/07/2023	79,74	-4,37	3,35	-4,85	-3,56	0,00	0,00																-	-	-	-	-					
	TO-27	PZC	LCMABOSIC027PZC0001	16/06/2021	81,66	30/11/2021	77,65	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-4,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																				
		PZC	LCMABOSIC027PZC0002	16/06/2021	88,13	30/11/2021	83,73	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-4,40	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-															
		PZT	LCMABOZ1S427PZT0001	16/06/2021	82,95	30/11/2021	78,85	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-4,10	-	-	-	-	-											-	-	-	-	-										
		PZT	LCMABOZ1S427PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-					
		PZT	LCMABOZ1S427PZT0003	16/06/2021	81,54	30/11/2021	77,41	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-4,13	-	-	-	-	-																					-	-	-	-	-
PZT		LCMABOZ1S427PZT0004	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-	-																									
TO-30	PZC	LCMABOSIA030PZC0001	16/06/2021	D.F.R.	30/11/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-																				
	PZC	LCMABOSIA030PZC0002	16/06/2021	84,49	30/11/2021	81,17	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-3,32	-	-	-	-	-	-						-	-	-	-																
	PZT	LCMABOSIA030PZT0001	16/06/2021	85,07	30/11/2021	81,46	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-3,61	-	-	-	-	-											-	-	-	-	-											
PZT	LCMABOSIA030PZT0002	16/06/2021	82,03	30/11/2021	74,03	15/07/2022	D.F.R.	14/12/2022	169,68	07/07/2023	D.F.R.	18/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-8,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
HA-55	TO-57	PZC	LCMABOSIC057PZC0001	16/06/2021	92,56	31/12/2021	88,08	15/07/2022	94,80	15/12/2022	85,68	07/07/2023	86,12	22/10/2023	83,83	28/05/2024	84,44	-4,48	6,72	-9,12	0,44						-2,29	0,61	5,93	-	-	85,21	-															
		PZC	LCMABOSIC057PZC0002	16/06/2021	92,24	31/12/2021	87,17	15/07/2022	93,15	15/12/2022	83,11	07/07/2023	83,88	22/10/2023	78,03	28/05/2024	78,51	-5,07	5,98	-10,04	0,77	-5,85	0,48	-	-	-	-	-																				
		PZT	LCMABOZ2S157PZT0001	16/06/2021	18,61	31/12/2021	18,17	15/07/2022	21,06	15/12/2022	7,38	07/07/2023	9,72	22/10/2023	7,33	28/05/2024	9,93	-0,44	2,89	-13,68	2,34	-2,39	2,60											-	-	-	-	-										
		PZT	LCMABOZ2S157PZT0002	16/06/2021	D.F.R.	31/12/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	15/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-					
		PZT	LCMABOZ2S157PZT0003	16/06/2021	D.F.R.	31/12/2021	D.F.R.	15/07/2022	D.F.R.	15/12/2022	D.F.R.	07/07/2023	D.F.R.	22/10/2023	D.F.R.	28/05/2024	D.F.R.	-	-	-	-	-	-																					-	-	-	-	-
		PZT	LCMABOZ2S157PZT0004	16/06/2021	87,20	31/12/2021	83,93	15/07/2022	95,31	15/12/2022	86,99	07/07/2023	85,75	22/10/2023	83,65	28/05/2024	85,21	-3,27	11,38	-8,32	-1,24	-2,																										

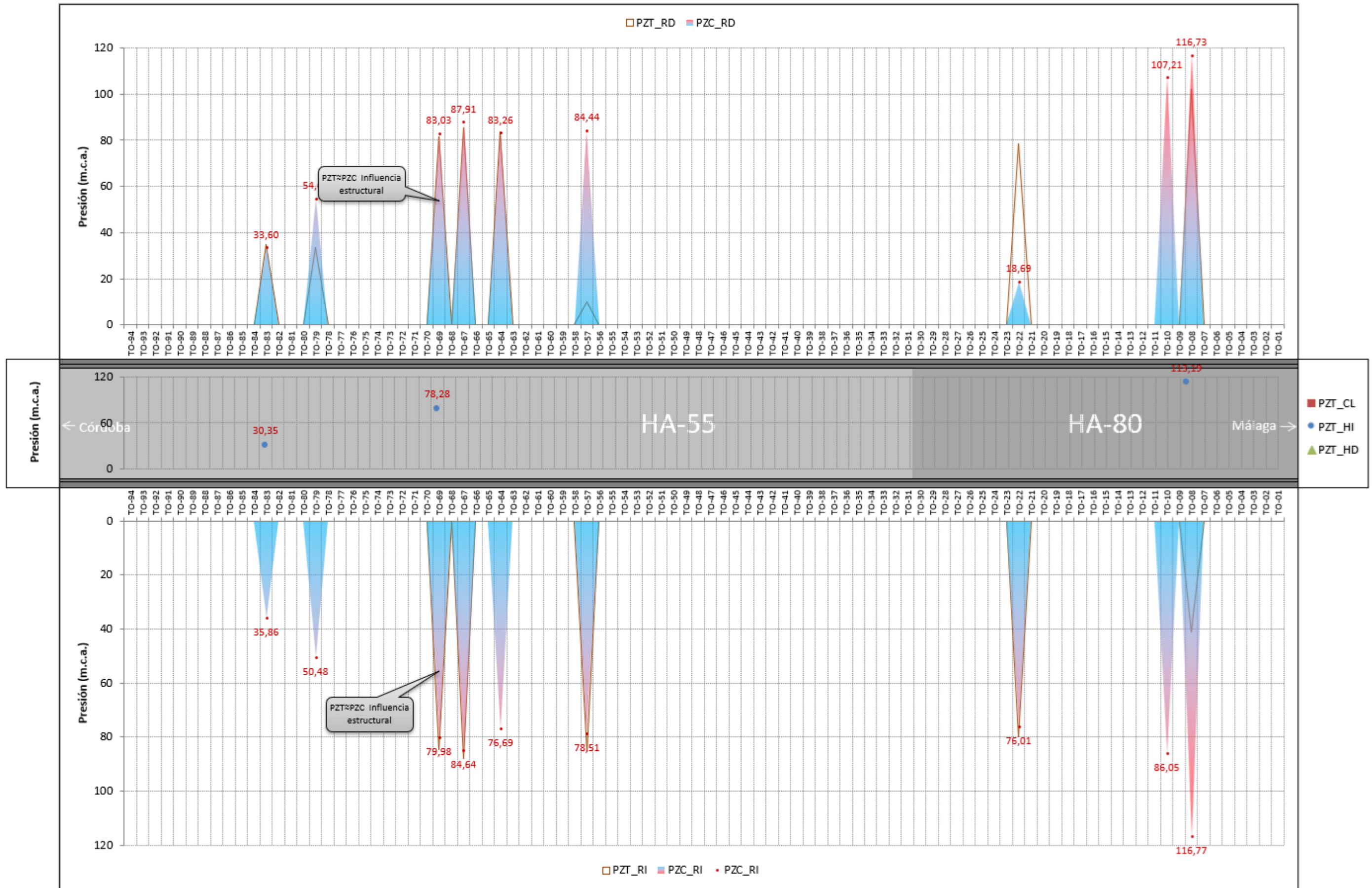


Figura 5. Perfil de presiones (PZT y PZC) distribuidas por bóvedas en el túnel oeste.

5.3. Convergencias automáticas.

Actualmente existen las siguientes convergencias automatizadas:

Túnel este

- Anillo 8
- Anillo 9
- Anillo 10
- Anillo 11
- Anillo 12
- Anillo 13
- Anillo 14
- Anillo 25
- Anillo 26
- Anillo 47

Túnel oeste

- Anillo 8
- Anillo 10
- Anillo 12
- Anillo 16
- Anillo 22
- Anillo 64
- Anillo 67
- Anillo 69
- Anillo 79

Para cada una de las secciones, se miden tres cuerdas, si bien excepcionalmente se puede estar leyendo una o dos, tal y como se puede ver en la imagen adjunta.

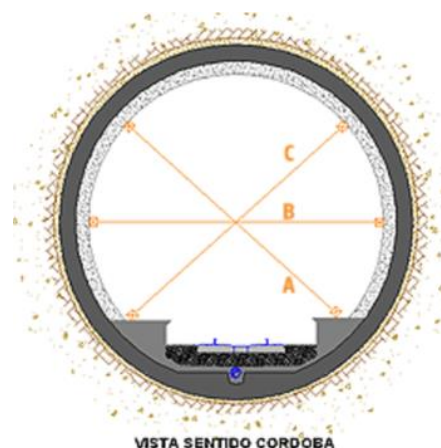


Figura 6. Convergencias automatizadas.

En las siguientes tablas, se hace un resumen de los últimos resultados obtenidos, para ambos túneles, destacándose en ellas los siguientes conceptos:

- Tipo de hormigón.
- Número de bóveda.
- Código de identificación del sensor.
- Tipo de convergencia.
- Denominación de bóveda.
- Fecha de lectura descargada en:
 - Junio'21, julio'22, diciembre'22, julio'23, diciembre'23 y Junio'24.
- Valor medición en:
 - junio'21, julio'22, diciembre'22, julio'23, diciembre'23 y Junio'24.
- Incremento de mediciones entre:julio'22 y junio'21,diciembre'22 y junio'21, junio'23 y junio'21, diciembre'23 y junio'21, y junio'24 y junio'21.
- Convergencia, lectura cero a origen según informe de Ineco con fecha 22/06/21.
- Convergencia lectura cero a origen informe de Ineco con fecha 22/06/21, más los incrementos de deformación entre julio'22 y junio'21, diciembre'22 y junio'21, julio'23 y junio'21, diciembre'23 y junio'21, y junio'24 y junio'21.
- Umbrales:
- Se destaca, para cada registro, el color correspondiente a cada uno los umbrales definidos por el protocolo de Ineco (Ver punto 3).

Túnel este:

Tipo Hormigón	Bóveda	Tipo	Sensor	Medición Junio 2021 m.c.a.		Medición Julio 2022 m.c.a.		Medición Diciembre 2022 m.c.a.		Medición Julio 2023 m.c.a.		Medición Diciembre 2023 m.c.a.		Medición Junio 2024 m.c.a.		Incremento Julio '22 - Junio '21 (mm)	Incremento Diciembre '22 - Junio '21 (mm)	Incremento Julio '23 - Junio '21 (mm)	Incremento Diciembre '23 - Junio '21 (mm)	Incremento Julio '24 - Junio '21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Julio'22 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Diciembre'22 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Julio'23 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Diciembre'23 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Junio'24 - Junio'21 (mm)	
HA-80	TE-08	COP	LCMABECOP008CON000A	16/06/2021	7729,10	15/07/2022	7729,01	12/12/2022	7729,24	07/07/2023	7729,59	22/10/2023	7729,33			-0,09	0,14	0,49	0,23	-	-1,4	-1,49	-1,26	-0,91	-1,17	-	
		COP	LCMABECOP008CON000B	16/06/2021	7771,97	15/07/2022	7772,27	12/12/2022	7772,08	07/07/2023	7772,23	22/10/2023	7772,22			0,30	0,11	0,26	0,25	-	-0,8	-0,50	-0,69	-0,54	-0,55	-	
		COP	LCMABECOP008CON000C	16/06/2021	7747,25	10/11/2021	7747,28	NA	NA	10/11/2021	7747,28	NA	NA			0,03	-	0,03	-	-	-	-2,48	-2,45	-	-2,45	-	-
	TE-09	COP	LCMABECOP009CON000A	16/06/2021	7730,41	19/02/2022	7730,73	17/11/2022	7731,40	17/11/2022	7731,40	NA	NA			0,32	0,99	0,99	-	-	2,49	2,81	3,48	3,48	-	-	
		COP	LCMABECOP009CON000B	16/06/2021	7738,79	19/02/2022	7738,96	17/11/2022	7739,00	17/11/2022	7739,00	NA	NA			0,17	0,21	0,21	-	-	-0,88	-0,71	-0,67	-0,67	-	-	
		COP	LCMABECOP009CON000C	16/06/2021	7685,12	15/07/2022	7685,30	12/12/2022	7685,74	07/07/2023	7685,69	16/11/2023	7689,22	11/06/2024	7687,15	0,18	0,62	0,57	4,10	2,03	1,6	1,78	2,22	2,17	5,70	3,63	
	TE-10	COP	LCMABECOP010CON000A	16/06/2021	7764,24	15/07/2022	7764,40	12/12/2022	7763,91	07/07/2023	7763,94	16/11/2023	7764,32	11/06/2024	7764,20	0,16	-0,33	-0,30	0,07	-0,04	0,56	0,72	0,23	0,26	0,63	0,52	
		COP	LCMABECOP010CON000B	16/06/2021	7812,17	15/07/2022	7812,55	12/12/2022	7812,35	07/07/2023	7812,46	16/11/2023	7812,75	11/06/2024	7812,63	0,38	0,18	0,29	0,58	0,46	1,42	1,80	1,60	1,71	2,00	1,88	
		COP	LCMABECOP010CON000C	16/06/2021	7596,02	15/07/2022	7597,18	12/12/2022	7598,72	07/07/2023	7758,29	04/08/2023	7758,36	11/06/2024	7761,37	1,16	2,70	-	-	-	1,73	2,89	4,43	-	-	-	
	TE-11	COP	LCMABECOP011CON000A	NA	NA	15/07/2022	2527,37	05/12/2022	2531,26	05/12/2022	2531,26					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		COP	LCMABECOP011CON000B	16/06/2021	7825,47	15/07/2022	7825,49	12/12/2022	7825,48	07/07/2023	7825,68	16/11/2023	7825,62	11/06/2024	7825,78	0,02	0,01	0,21	0,15	0,31	0,97	0,99	0,98	1,18	1,12	1,28	
		COP	LCMABECOP011CON000C	16/06/2021	7669,65	15/07/2022	7669,48	12/12/2022	7669,47	07/07/2023	7669,88	16/11/2023	7669,63	11/06/2024	7669,53	-0,17	-0,18	0,23	-0,02	-0,12	-0,37	-0,54	-0,55	-0,14	-0,39	-0,49	
	TE-12	COP	LCMABECOP012CON000A	16/06/2021	7811,75	10/11/2021	7811,67	NA	NA	10/11/2021	7811,67					-0,08	-	-0,08	-	-	-	-5,38	-5,46	-	-5,46	-	-
		COP	LCMABECOP012CON000B	16/06/2021	7755,37	10/11/2021	7754,97	NA	NA	10/11/2021	7754,97					-0,40	-	-0,40	-	-	-	-4,77	-5,17	-	-5,17	-	-
		COP	LCMABECOP012CON000C	16/06/2021	7665,70	15/07/2022	7665,13	12/12/2022	7665,03	07/07/2023	7664,76	16/11/2023	7664,40	11/06/2024	7663,95	-0,57	-0,67	-0,94	-1,30	-1,76	-8,61	-9,18	-9,28	-9,55	-9,91	-10,37	
	TE-13	COP	LCMABECOP013CON000A	16/06/2021	7817,05	15/07/2022	7817,54	12/12/2022	7817,52	07/07/2023	7818,00	16/11/2023	7817,99	11/06/2024	7817,65	0,49	0,47	0,95	0,94	0,60	-0,74	-0,25	-0,27	0,21	0,20	-0,14	
		COP	LCMABECOP013CON000B	16/06/2021	7755,50	15/07/2022	7754,67	12/12/2022	7755,03	07/07/2023	7754,50	16/11/2023	7754,38	11/06/2024	7754,49	-0,83	-0,47	-1,00	-1,12	-1,01	-10,64	-11,47	-11,11	-11,64	-11,76	-11,65	
		COP	LCMABECOP013CON000C	16/06/2021	7651,26	15/07/2022	7650,20	12/12/2022	7649,55	07/07/2023	7649,83	16/11/2023	7649,31	11/06/2024	7648,54	-1,06	-1,71	-1,43	-1,95	-2,72	-15,26	-16,32	-16,97	-16,69	-17,21	-17,98	
	TE-14	COP	LCMABECOP014CON000A	16/06/2021	7655,35	15/07/2022	7653,98	12/12/2022	7651,44	12/12/2022	7651,44					-1,37	-3,91	-3,91	-	-	-3,57	-4,94	-7,48	-7,48	-	-	
		COP	LCMABECOP014CON000B	16/06/2021	7774,94	15/07/2022	7771,54	12/12/2022	7771,85	12/12/2022	7771,85					-3,40	-3,09	-3,09	-	-	0,88	-2,52	-2,21	-2,21	-	-	
		COP	LCMABECOP014CON000C	16/06/2021	7522,17	15/07/2022	7520,92	12/12/2022	7522,68	07/07/2023	7520,55	16/11/2023	7521,78	05/06/2024	7523,55	-1,25	0,51	-1,62	-0,39	1,38	-4,06	-5,31	-3,55	-5,68	-4,45	-2,68	
	TE-25	COP	LCMABECOP025CON000A	16/06/2021	7666,91	15/07/2022	7667,29	12/12/2022	7666,48	07/07/2023	7667,27	16/11/2023	7665,81	31/05/2024	7663,86	0,38	-0,43	0,36	-1,10	-3,05	-7,23	-6,85	-7,66	-6,87	-8,33	-10,28	
		COP	LCMABECOP025CON000B	16/06/2021	7773,76	15/07/2022	7773,67	12/12/2022	7773,77	12/12/2022	7773,77			11/06/2024	7773,81	-0,09	0,01	0,01	-	0,05	0,28	0,19	0,29	0,29	-	0,33	
		COP	LCMABECOP025CON000C	16/06/2021	7669,95	06/07/2022	-	01/10/2022	-	01/07/2023	7508,93	01/07/2023	7508,93			-	-	-	-	-	-	-2,31	-	-	-	-	
	TE-26	COP	LCMABECOP026CON000A	16/06/2021	7742,73	20/12/2021	7742,49	NA	NA	20/12/2021	7742,49					-0,24	-	-0,24	-	-	1,43	1,19	-	1,19	-	-	
		COP	LCMABECOP026CON000B	16/06/2021	7742,22	15/07/2022	7740,98	19/10/2022	7741,50	19/10/2022	7741,50					-1,24	-0,72	-0,72	-	-	0,57	-0,67	-0,15	-0,15	-	-	
		COP	LCMABECOP026CON000C	16/06/2021	7688,87	15/07/2022	7688,96	12/12/2022	7688,78	30/06/2023	7688,35	16/11/2023	7688,90	11/06/2024	7689,09	0,09	-0,09	-0,52	0,03	0,22	0,12	0,21	0,03	-0,40	0,15	0,34	
	HA-55	TE-47	COP	LCMABECOP047CON000A	16/06/2021	7705,51	15/07/2022	7704,48	12/12/2022	7704,00	07/07/2023	7703,88	16/11/2023	7703,72	31/05/2024	7703,37	-1,03	-1,51	-1,63	-1,79	-2,15	-2,69	-3,72	-4,20	-4,32	-4,48	-4,84
COP			LCMABECOP047CON000B	16/06/2021	7745,33	15/07/2022	7745,23	12/12/2022	7745,32	07/07/2023	7745,39	16/11/2023	7745,31	31/05/2024	7745,33	-0,10	-0,01	0,06	-0,02	-0,01	-0,21	-0,31	-0,22	-0,15	-0,23	-0,22	
COP			LCMABECOP047CON000C	16/06/2021	7729,77	01/06/2022	7713,78	18/11/2022	7704,23	18/11/2022	7704,23					-15,99	-25,54	-25,54	-	-	-12,41	-28,40	-37,95	-37,95	-	-	

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 14. Tabla resumen convergencias automatizadas túnel Este.

Túnel oeste:

Tipo Hormigón	Bóveda	Tipo	Sensor	Medición Junio 2021 m.c.a.		Medición Julio 2022 m.c.a.		Medición Diciembre 2022 m.c.a.		Medición Julio 2023 m.c.a.		Medición Diciembre 2023 m.c.a.		Medición Junio 2024 m.c.a.	Incremento Julio '22 - Junio '21 (mm)	Incremento Diciembre '22 - Junio '21 (mm)	Incremento Julio '23 - Junio '21 (mm)	Incremento Diciembre '23 - Junio '21 (mm)	Incremento Julio '24 - Junio '21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Julio'22 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Diciembre'22 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Julio'23 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Diciembre'23 - Junio'21 (mm)	Convergencia Lectura a origen Informe 22/06/21 + Incremento Junio'24 - Junio'21 (mm)	
HA-80	TE-08	COP	LCMABECOP008CON000A	16/06/2021	7729,10	15/07/2022	7729,01	12/12/2022	7729,24	07/07/2023	7729,59	22/10/2023	7729,33		-0,09	0,14	0,49	0,23	-	-1,4	-1,49	-1,26	-0,91	-1,17	-	
		COP	LCMABECOP008CON000B	16/06/2021	7771,97	15/07/2022	7772,27	12/12/2022	7772,08	07/07/2023	7772,23	22/10/2023	7772,22		0,30	0,11	0,26	0,25	-	-0,8	-0,50	-0,69	-0,54	-0,55	-	
		COP	LCMABECOP008CON000C	16/06/2021	7747,25	10/11/2021	7747,28	NA	NA	10/11/2021	7747,28	NA	NA		0,03	-	0,03	-	-	-2,48	-2,45	-	-2,45	-	-	-
HA-80	TO-08	COP	LCMABOCOP008CON000A	16/06/2021	7765,39	15/07/2022	7765,59	15/12/2022	7765,31	07/07/2023	7765,86	22/10/2023	7765,53	11/06/2024	7766,00	0,20	-0,08	0,47	0,14	0,61	0,73	0,93	0,65	1,20	0,87	1,34
		COP	LCMABOCOP008CON000B	NA	NA	15/07/2022	7740,84	15/12/2022	7740,75	07/07/2023	7741,08	22/10/2023	7741,04	11/06/2024	7742,00	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
		COP	LCMABOCOP008CON000C	09/06/2021	7698,97			15/12/2022	7696,06	15/05/2023	7696,11	16/10/2023	7696,15			-	-2,91	-2,86	-2,82	-	-1,79	-	-4,70	-4,65	-4,61	-
	TO-10	COP	LCMABOCOP010CON000A	NA	NA	15/07/2022	7708,57	15/12/2022	7708,71	07/07/2023	7709,29	22/10/2023	7708,97			-	-	-	-	-	-0,75	-	-	-	-	-
		COP	LCMABOCOP010CON000B	NA	NA	15/07/2022	7747,48	15/12/2022	7747,71	07/07/2023	7747,80	22/10/2023	7747,75	11/06/2024	7748,00	-	-	-	-	-	0,27	-	-	-	-	-
		COP	LCMABOCOP010CON000C	NA	NA	15/07/2022	7727,62	15/12/2022	7727,67	07/07/2023	7728,04	22/10/2023	7727,60	11/06/2024	7728,00	-	-	-	-	-	-0,3	-	-	-	-	-
	TO-12	COP	LCMABOCOP012CON000A	16/06/2021	7725,73	15/07/2022	7725,44	15/12/2022	7725,43	07/07/2023	7724,06	22/10/2023	7725,23	11/06/2024	7726,00	-0,29	-0,30	-1,67	-0,50	0,27	-0,51	-0,80	-0,81	-2,18	-1,01	-0,24
		COP	LCMABOCOP012CON000B	11/06/2021	7737,93	15/07/2022	7737,86	29/11/2022	7737,90	08/06/2023	7737,92	08/06/2023	7737,92			-0,07	-0,03	-0,01	-0,01	-	0,32	0,25	0,29	0,31	0,31	-
		COP	LCMABOCOP012CON000C	16/06/2021	7794,00	15/07/2022	7793,61	15/12/2022	7793,88	07/07/2023	7794,40	22/10/2023	7793,59	11/06/2024	7794,00	-0,39	-0,12	0,40	-0,41	0,00	-2,41	-2,80	-2,53	-2,01	-2,82	-2,41
	TO-16	COP	LCMABOCOP016CON000A	16/06/2021	7697,47	15/07/2022	7696,83	15/12/2022	7696,78	07/07/2023	7696,79	22/10/2023	7696,90			-0,64	-0,69	-0,68	-0,57	-	-1,91	-2,55	-2,60	-2,59	-2,48	-
		COP	LCMABOCOP016CON000B	NA	NA	NA	NA	15/12/2022	7764,62	01/04/2023	7764,69	01/04/2023	7764,69			-	-	-	-	-	-2,48	-	-	-	-	-
		COP	LCMABOCOP016CON000C	NA	NA	NA	NA	15/12/2022	7782,24	01/04/2023	7782,26	01/04/2023	7782,26			-	-	-	-	-	0,81	-	-	-	-	-
TO-22	COP	LCMABOCOP022CON000A	16/06/2021	7769,72	15/07/2022	7769,58	15/12/2022	7769,51	07/07/2023	7769,33	22/10/2023	7769,77			-0,14	-0,21	-0,39	0,05	-	-3,49	-3,63	-3,70	-3,88	-3,44	-	
	COP	LCMABOCOP022CON000B	16/06/2021	7781,60	17/11/2021	7781,59	NA	NA	17/11/2021	7781,59					-0,01	-	-0,01	-	-	0,01	0,00	-	0,00	-	-	
	COP	LCMABOCOP022CON000C	NA	NA	NA	NA	15/12/2022	7787,22	07/07/2023	7787,70	22/10/2023	7787,32			-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
HA-55	TO-64	COP	LCMABOCOP064CON000A	03/06/2021	7642,25	15/07/2022	7642,39	15/12/2022	7642,04	30/12/2022	7641,83				0,14	-0,21	-0,42	-	-	1,17	1,31	0,96	0,75	-	-	
		COP	LCMABOCOP064CON000B	03/06/2021	7717,53	15/07/2022	7717,37	15/12/2022	7717,57	30/12/2022	7717,62					-0,16	0,04	0,09	-	-	-0,34	-0,50	-0,30	-0,25	-	-
		COP	LCMABOCOP064CON000C	03/06/2021	7753,85	15/07/2022	7754,06	15/12/2022	7753,84	16/04/2023	7745,58	16/04/2023	7745,58			0,21	-0,01	-8,27	-8,28	-	-0,02	0,19	-0,03	-8,29	-8,30	-
	TO-67	COP	LCMABOCOP067CON000A	01/06/2021	7578,23	NA	NA	NA	NA	01/06/2021	7578,23					-	-	0,00	-	-	-4,36	-	-	-4,36	-	-
		COP	LCMABOCOP067CON000B	16/06/2021	7758,69	15/07/2022	7758,52	15/12/2022	7758,69	07/07/2023	7758,61	22/10/2023	7758,56	11/06/2024	7759,00	-0,17	0,00	-0,08	-0,13	0,31	0,44	0,27	0,44	0,36	0,31	0,75
		COP	LCMABOCOP067CON000C	16/06/2021	7782,21	15/07/2022	7782,61	15/12/2022	7782,25	07/07/2023	7782,08	22/10/2023	7782,55	11/06/2024	7782,00	0,40	0,04	-0,13	0,34	-0,21	-2,13	-1,73	-2,09	-2,26	-1,79	-2,34
	TO-69	COP	LCMABOCOP069CON000A	03/06/2021	7748,88	15/07/2022	7748,72	15/12/2022	7748,98	07/07/2023	7749,16	15/10/2023	7748,98			-0,16	0,10	0,28	0,10	-	-0,44	-0,60	-0,34	-0,16	-0,34	-
		COP	LCMABOCOP069CON000B	03/06/2021	7784,33	15/07/2022	7784,09	25/07/2022	7784,10	25/07/2022	7784,10					-0,24	-0,23	-0,23	-	-	0,37	0,13	0,14	0,14	-	-
		COP	LCMABOCOP069CON000C	03/06/2021	7786,15	15/07/2022	7786,06	24/07/2022	7786,13	24/07/2022	7786,13					-0,09	-0,02	-0,02	-	-	0,15	0,06	0,13	0,13	-	-
TO-79	COP	LCMABOCOP079CON000A	16/06/2021	7651,44	15/07/2022	7651,62	08/12/2022	7651,75	08/12/2022	7651,75					0,18	0,31	0,31	-	-	-0,74	-0,56	-0,43	-0,43	-	-	
	COP	LCMABOCOP079CON000B	16/06/2021	7755,77	15/07/2022	7755,81	15/12/2022	7755,85	07/07/2023	7756,05	22/10/2023	7755,98	11/06/2024	7756,00	0,04	0,08	0,28	0,21	0,23	-0,08	-0,04	0,00	0,20	0,13	0,15	
	COP	LCMABOCOP079CON000C	16/06/2021	7676,64	15/07/2022	7676,23	15/12/2022	7676,10	07/07/2023	7675,32	22/10/2023	7675,32	11/06/2024	7675,00	-0,41	-0,54	-1,32	-1,32	-1,64	-0,11	-0,52	-0,65	-1,43	-1,43	-1,75	

D.F.R.= Datos fuera de rango

Tabla 15. Tabla resumen convergencias automatizadas túnel oeste.

5.4. Convergencias medidas con cinta invar y con topografía túnel Este (vía I).

Convergencias medidas con cinta invar.

Por cuestiones logísticas, no ha sido posible actualizar las medidas de convergencias manuales, estando prevista la realización de una campaña en julio de 2024 que será integrada en una adenda al presente documento.

Convergencias medidas con topografía túnel Este (vía I).

Las convergencias medidas mediante topografía son las siguientes, habiéndose realizado la última lectura de éstas con fecha 11/01/2024:

Túnel este.

- Anillo nº11
- Anillo nº12
- Anillo nº13
- Anillo nº14.
 - Instalada: 06/05/2022.

Para cada una de las bóvedas se están leyendo tres secciones:

- Junta Córdoba.
- Junta Centro.
- Junta Málaga.
- Andén anterior.

En cada sección de convergencias se miden seis cuerdas (A, B, C, D, J y I), tal y como se puede ver en la imagen adjunta:

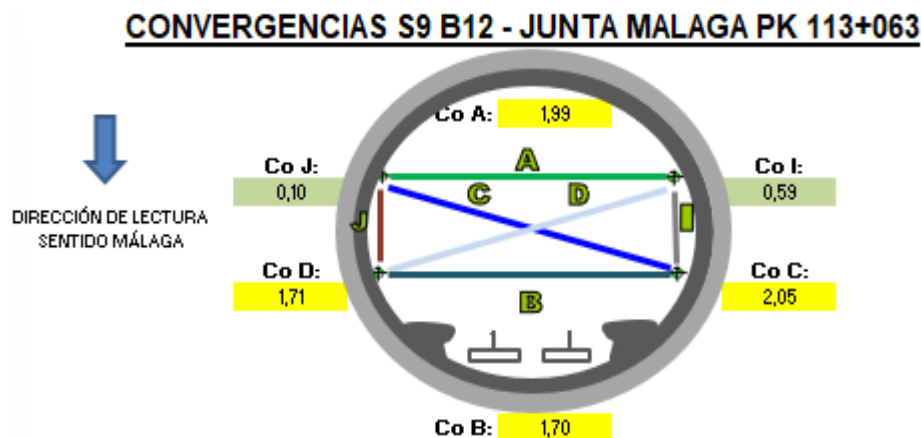


Figura 7. Secciones de convergencias.

Los resultados de las convergencias medidas mediante topografía son los siguientes:

Convergencia	Valor Última medición (mm) – Lectura 11/01/2024						Observaciones
	CO A	CO B	CO C	CO D	CO J	CO I	
S1 B14 Junta Córdoba	-0.80	-0.28	-0.45	-0.92	+0.80	-2.37	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S2 B14 Junta centro	+0.24	-1.07	+0.23	-1.38	-0.40	-1.09	<u>Umbral Verde</u> Tendencia a la estabilidad
S3 B14 Junta Málaga	-1.62	+0.09	-1.39	+0.08	+0.68	+0.00	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S4 B13 Junta Córdoba	-1.18	-3.43	-2.67	-2.03	+0.17	-1.27	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S5 B13 Junta Centro	-3.77	-1.89	-2.05	-4.48	+0.86	-0.58	<u>Umbral Amarillo</u> Según protocolo
S6 B13 Junta Málaga	+0.68	-1.59	+0.66	-1.43	+1.55	1.86	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S7 B12 Junta Córdoba	-1.01	-1.00	-0.72	-1.28	-0.45	+0.32	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S8 B12 Junta Centro	-0.07	-1.23	-0.82	-0.09	+1.93	-0.08	<u>Umbral Amarillo</u> Según protocolo
S9 B12 Junta Málaga	+1.99	+1.70	+2.05	+1.70	+0.10	+0.59	<u>Umbral Amarillo</u> Según protocolo
S10 B11 Junta Córdoba	+0.20	+0.98	+0.66	+0.63	+0.45	+0.16	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S11 B11 Junta Centro	0.01	+1.46	+0.07	+1.37	+0.39	-0.40	<u>Umbral Verde</u> Según protocolo
S12 B11 Junta Málaga	+1.05	+1.49	+1.61	+0.83	+0.00	-0.23	<u>Umbral Amarillo</u> Según protocolo

Tabla 16. Tabla resumen de la medición de convergencias.

Tal y como se puede ver en la tabla anterior y en las gráficas adjuntas, las convergencias medidas con topografía han evolucionado ligeramente en el tiempo, habiéndose superado en algunos casos los valores definidos en los umbrales. Se considera que actualmente se encuentran estables.

Se puede observar en las secciones S4 y S5 una ligera tendencia de cierre, por el contrario, en las secciones S8 y S9 la ligera tendencia es de apertura. Todos estos casos tienen valores muy próximos al umbral amarillo según protocolo, cuya tendencia es tan leve que se podría considerar que tiende a la estabilización.

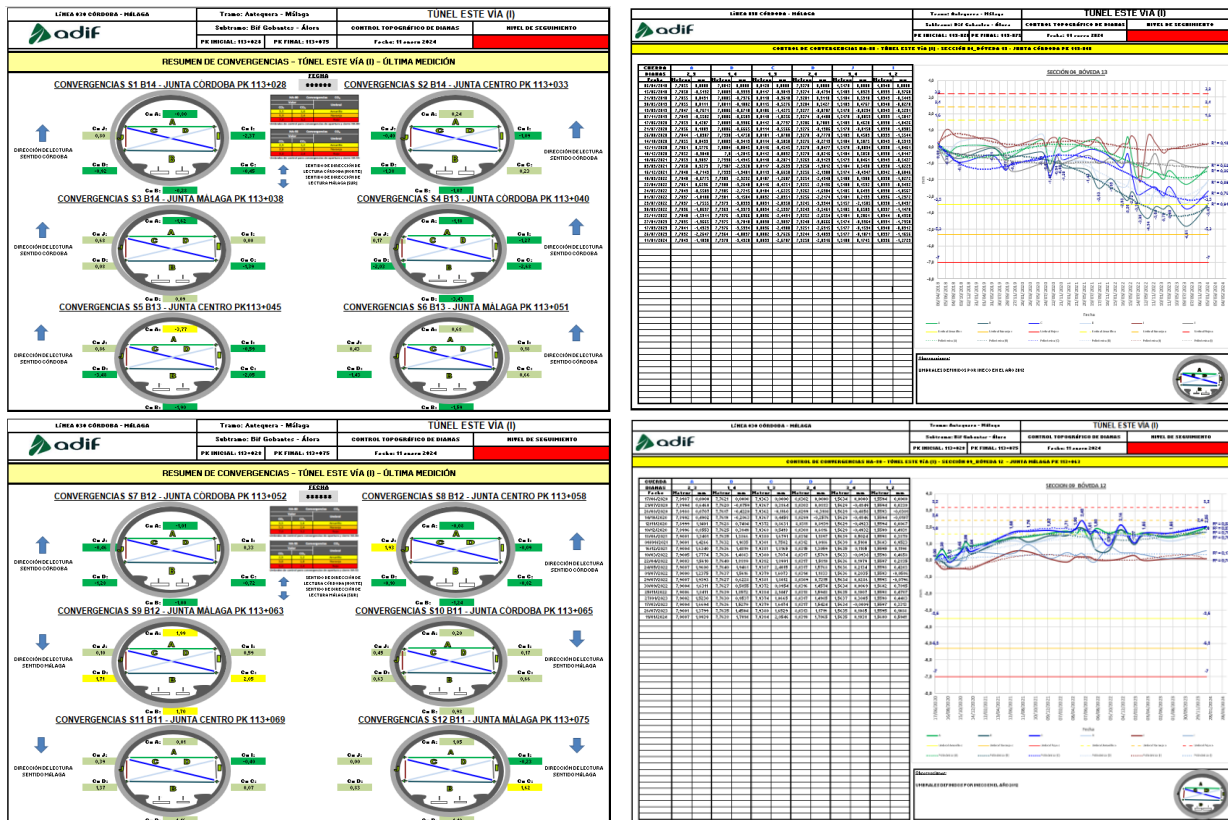


Figura 8. Secciones de convergencias con topografía. Evolución S4 y S9

En el anejo nº2, se adjuntan las gráficas correspondientes.

6. CORRELACIÓN DE RESULTADOS ENTRE PZCV Y CONVERGENCIAS.

En las siguientes tablas resumen, se exponen los resultados obtenidos tanto para los PZCV como para todas las convergencias que se están midiendo actualmente en el túnel, y en qué lugares aplicaría el protocolo para ambos instrumentos a la vez.

Túnel este:

TIPO DE HORMIGÓN	BÓVEDA	ÚLTIMA LECTURA	DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES ΔP m.c.a.	UMBRAL DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES PZCV	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO DESCONOCIDA (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO 18/03/2017 (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS TOPOGRAFÍA LECTURA CERO 06/04/2018	ESTADO CONVERGENCIAS AUTOMATIZADAS DESDE INICIO CONTRATO GEOCISA	PROTOCOLO AP<10 Pmax CASO HIDROSTÁTICO	PROTOCOLO AP>10 Pmax FLEXIÓN COMPUESTA	PROTOCOLO CONVERGENCIAS	APLICA PROTOCOLO
HA-80	TE-01	16/11/2023	0.61	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-80	TE-08	16/11/2023	2.82	Verde	-	-	-	Verde	No	-		
HA-80	TE-09	-	-	-	-	-	-	Rojo	-	-		
HA-80	TE-10	-	-	-	-	-	-	Amarillo	-	-		
HA-80	TE-11	16/11/2023	64.64	Rojo	Rojo	Verde	Amarillo	Verde	-	No (de 115 a 170 m.c.a.) PMax=105.305m.c.a.	Si, x LO desconocida	Si
HA-80	TE-12	06/07/2023	6.87	Verde	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	No (de 115 a 170 m.c.a.) Pmax=104.82m.c.a.	-	Si, x LO desconocida	Si
HA-80	TE-13	06/07/2023	1.20	Verde	Rojo	Rojo	Amarillo	Rojo	No	-	Si, x LO desconocida	Si
HA-80	TE-14	-	-	-	Verde	Verde	Verde	Amarillo	-	-	Si	Si CO instaladas 22/04/22
HA-80	TE-17	07/07/2023	8.02	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-80	TE-18	07/07/2023	2.82	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-80	TE-22	07/07/2023	27.56	Amarillo	-	-	-	-	-	No		
HA-80	TE-25	07/07/2023	-	-	-	-	-	Rojo	-	No		
HA-80	TE-26	07/07/2023	23.43	Verde	-	-	-	Verde	-	No		

TIPO DE HORMIGÓN	BÓVEDA	ÚLTIMA LECTURA	DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES ΔP m.c.a.	UMBRAL DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES PZCV	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO DESCONOCIDA (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO 18/03/2017 (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS TOPOGRAFÍA LECTURA CERO 06/04/2018	ESTADO CONVERGENCIAS AUTOMATIZADAS DESDE INICIO CONTRATO GEOCISA	PROTOCOLO AP<10 Pmax CASO HIDROSTÁTICO	PROTOCOLO AP>10 Pmax FLEXIÓN COMPUESTA	PROTOCOLO CONVERGENCIAS	APLICA PROTOCOLO
HA-80	TE-30	07/07/2023	5.58	Verde	-	-	-	-	-	No		
HA-55	TE-46	07/07/2023	6.01	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TE-47	-	-	-	-	-	-	Naranja	-	-		
HA-55	TE-55	07/07/2023	7.47	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TE-59	28/06/2023	56.93	Rojo	-	-	-	-	-	No		
HA-55	TE-62	28/06/2023	28.45	Amarillo	-	-	-	-	-	No		
HA-55	TE-66	28/06/2023	44.62	Naranja	-	-	-	-	-	Sí (de 80 a 120) PMax=84.98 m.c.a		
HA-55	TE-87	07/07/2023	4.01	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TE-94	07/07/2023	6.07	Verde	-	-	-	-	No	-		

Tabla 17. Tabla resumen de correlación de la instrumentación instalada en las bóvedas túnel Este.

Túnel oeste:

TIPO DE HORMIGÓN	BÓVEDA	ÚLTIMA LECTURA	DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES ΔP m.c.a.	UMBRAL DIFERENCIA PRESIÓN HASTIALES PZCV	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO DESCONOCIDA (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS CINTA CONVERGENCIAS LECTURA CERO 18/03/2017 (Sin lectura marzo 2023)	ESTADO CONVERGENCIAS TOPOGRAFÍA LECTURA CERO 06/04/2018	ESTADO CONVERGENCIAS AUTOMATIZADAS DESDE INICIO CONTRATO GEOCISA	PROTOCOLO AP<10 Pmax CASO HIDROSTÁTICO	PROTOCOLO AP>10 Pmax FLEXIÓN COMPUESTA	PROTOCOLO CONVERGENCIAS	APLICA PROTOCOLO
HA-80	TO-08	07/07/2023	0.05	Verde	-	-	-	Verde	No (de 115 a 170 m.c.a.) Pmax=118.38m.c.a.	-		
HA-80	TO-10	07/07/2023	21.16	Verde	-	-	-	-	-	No (Pmax=107.21m.c.a.)		
HA-80	TO-12	07/07/2023	-	-	-	-	-	Verde	-	Sí (de 170 a 230m.c.a.) PMax=187.36m.c.a.		
HA-80	TO-16	-	-	-	-	-	-	Verde	-	-		
HA-80	TO-22	06/07/2023	57.32	Rojo	-	-	-	-	-	No		
HA-80	TO-30	07/07/2023	-	-	-	-	-	-	-	-		
HA-55	TO-57	07/07/2023	5.93	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TO-64	07/07/2023	6.56	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TO-67	07/07/2023	3.27	Verde	-	-	-	Verde	No	-		
HA-55	TO-69	07/07/2023	3.05	Verde	-	-	-	-	No	-		
HA-55	TO-79	07/07/2023	4.18	Verde	-	-	-	Verde	No	-		
HA-55	TO-83	07/07/2023	2.26	Verde	-	-	-	-	No	-		

Tabla 18. Tabla resumen de correlación de la instrumentación instalada en las bóvedas túnel oeste.

7. COMENTARIOS GENERALES RESPECTO AL ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL TÚNEL.

En esta campaña, se destacan los problemas de comunicaciones en la red fibra del túnel Oeste.

- La red de fibra estaba inoperativa desde la caseta del servidor (CT06).
- Se tuvieron que descargar los datos físicamente de manera manual desde el interior del túnel Oeste.
- El mismo día de la descarga (29/05/2025) se detectó el problema, localizándose en el switch de fibra óptica de la estación SACYR17 fuera del revestimiento estanco, quedando posteriormente subsanado.
- A fecha del presente informe, se puede afirmar que la comunicación con el túnel Oeste ha quedado restablecida desde la caseta CT-06.
- La estación AO_B16_PC11 no pudo ser descargada debido a un fallo de comunicación con esta.

Los datos utilizados para la realización del informe fueron las tablas de los SALVAS (contienen medianas cada 8 horas), y las tablas de datos brutos descargadas de los Datalogger (contienen lecturas cada 24 minutos), estas últimas, completaron las tablas anteriores, que, en algunos casos, no estaban actualizadas.

El número de dispositivos de convergencias ópticas operativos en el túnel Este, es el mismo que en el anterior informe de diciembre de 2024 salvo en la bóveda TE-08. En el túnel Oeste el número de dispositivos inoperativos aumentó en mayor medida, debido a problemas de hardware que se trataran de subsanar en los próximos meses.

Por otro lado, existe alguna laguna en los datos de convergencias durante este año, provocado por el mal funcionamiento del servidor de GEOCISA. Cabe señalar que actualmente desde febrero de 2024 se están interrogando estos equipos desde el nuevo servidor. En el próximo informe se completarán las series con estos datos.

En cuanto a los gráficos de lecturas automáticas, su formato ha sido modificado, agrupando los sensores por tipo y bóveda, así como su representación con y sin umbrales de control. Se incorpora también, el registro de precipitaciones de la estación meteorológica de Antequera.

El formato de los gráficos actuales se irá perfeccionando en los informes posteriores, así como se elaborarán otros que se consideren adecuados para el correcto análisis del funcionamiento del revestimiento estanco.

También se va a incorporar un nuevo anejo que muestre el registro histórico completo de la series de datos.

8. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PZCV DEL TÚNEL.

Todos los comentarios de informes de seguimiento previos referentes a este apartado pueden consultarse en el anejo adjunto, mostrándose a continuación únicamente los comentarios correspondientes a la presente campaña.

El periodo correspondiente al seguimiento entre diciembre de 2023 y mayo de 2024, puede considerarse un periodo clave para el análisis de la respuesta del macizo ante la recarga por infiltración de agua de lluvia. No es objeto del presente informe realizar una interpretación de la influencia de estos fenómenos, pero sí indicar el comportamiento de los elementos de control, especialmente los piezómetros de cuerda vibrante, los cuales muestran una mayor sensibilidad.

Se analiza en primer lugar la meteorología del periodo registrada en la estaciones termopluviométricas de control.

Registros estaciones meteorológicas cercanas.

Para interpretar las variaciones de presión, y comprender su contexto, se ha consultado la información disponible en la página web <https://www.embalses.net/> dónde se puede visualizar los datos de las estaciones meteorológicas más próximas al trazado del túnel de Abdalajís, siendo éstas las siguientes:

- Fuente de Piedra.
- Antequera.
- Benamejí.

Y adicionalmente, se cuenta con:

- Estación AEMET Indicativo 6106X de Antequera (la misma que la procedente de Embalses.net)
- Estación AEMET Indicativo 6127X de Álora.
- Pluviómetro del pozo B, posteriormente instalado en el pozo D.

Se consideran de mayor utilidad las estaciones de AEMET y la instalada en el pozo D por disponer de datos diarios.

La ubicación de todos estos puntos de control se muestra en la siguiente figura, donde se puede apreciar que las estaciones de Álora y Antequera son las más próximas al túnel.

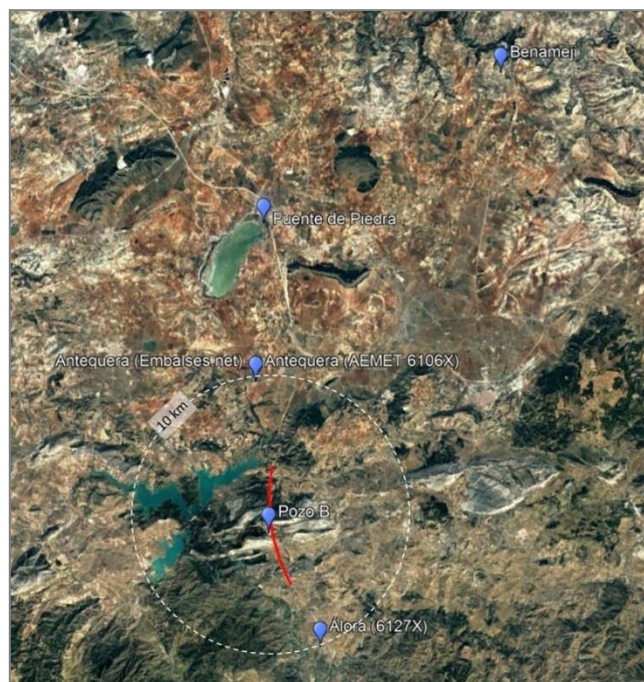


Figura 9. Estaciones meteorológicas en el entorno del túnel

Como se puede visualizar en las gráficas de precipitaciones acumuladas mensualmente de las estaciones meteorológicas más cercanas al trazado:

- El mes de marzo se encuentran por encima de la media. Resulta espectacularmente llamativa la precipitación del mes de marzo de 2024 en todas las estaciones (máximo histórico en la estación de Antequera). El acumulado se ha ido incrementando desde el mes de enero hasta el mes de marzo, mes en el que se han registrado 127.4 mm en Fuente de Piedra, 131 mm en Antequera y 128.8 mm en Benamejé.
- Si se compara con la pluviometría registrada en el mismo periodo del año 2023, se puede ver que las diferencias son muy importantes.
- Los meses de enero y febrero, a pesar de ser precipitaciones inferiores a las de marzo de 2024, han constituido máximos pluviométricos en Fuente de Piedra y Benamejé.

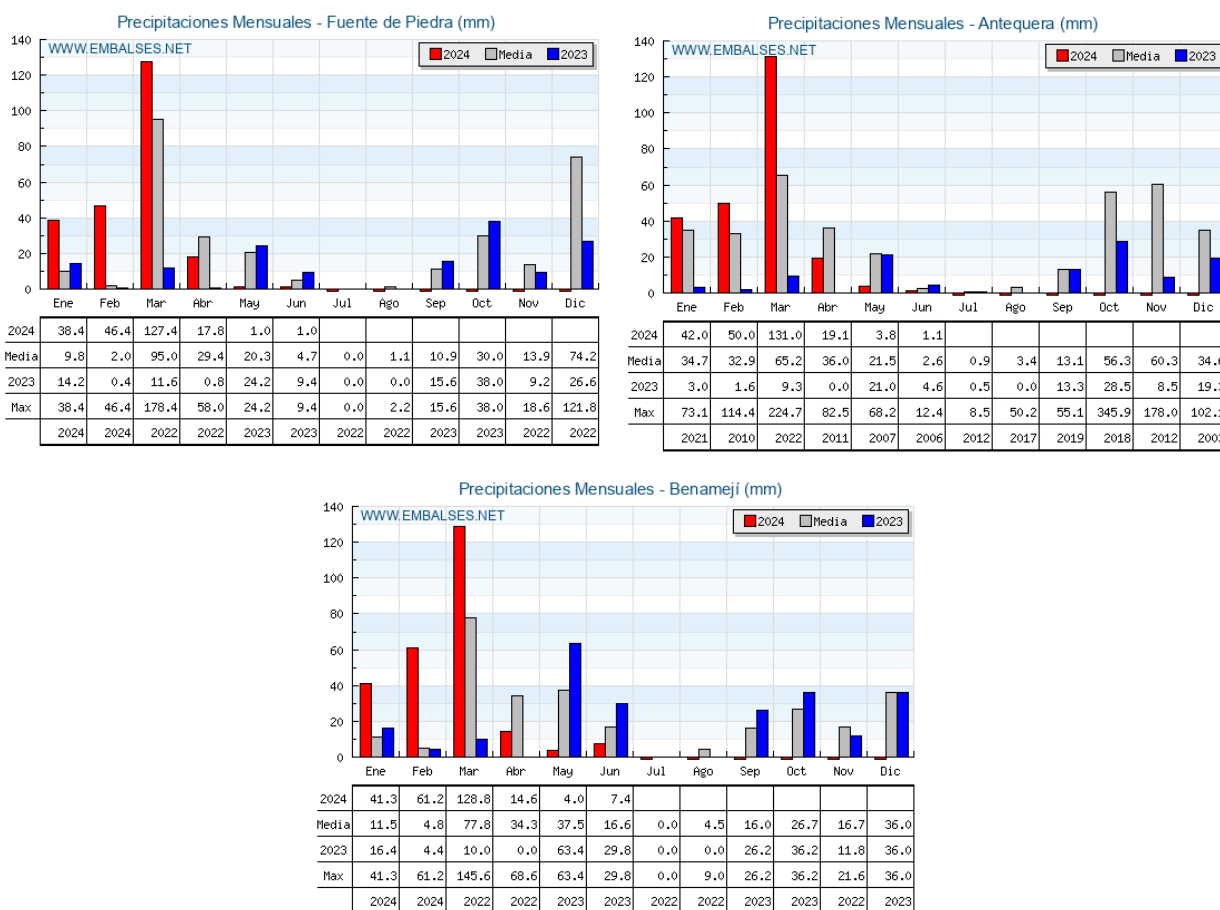


Figura 10. Registro de precipitaciones estaciones meteorológicas próximas al trazado hasta junio de 2024

Si se observan los datos mensuales obtenidos a partir de las series diarias de las dos estaciones de AEMET (Antequera y Álora), se puede apreciar que el mes de marzo de 2024 ha sido el mes del año con mayor precipitación, si bien no alcanza los importantes valores registrados en marzo de 2022. Hay que destacar la importante ausencia de lluvias durante todo el período 2023 e incluso gran parte del año 2022:

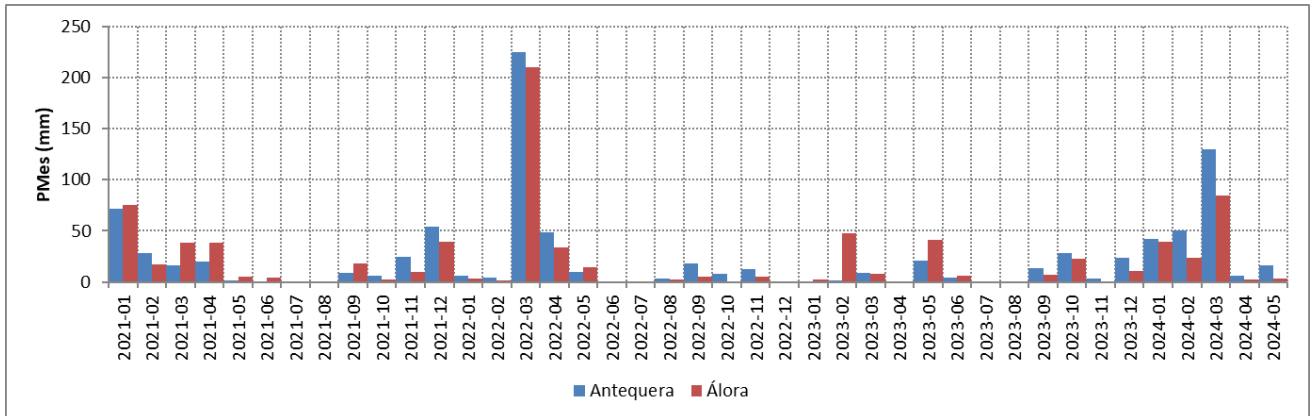
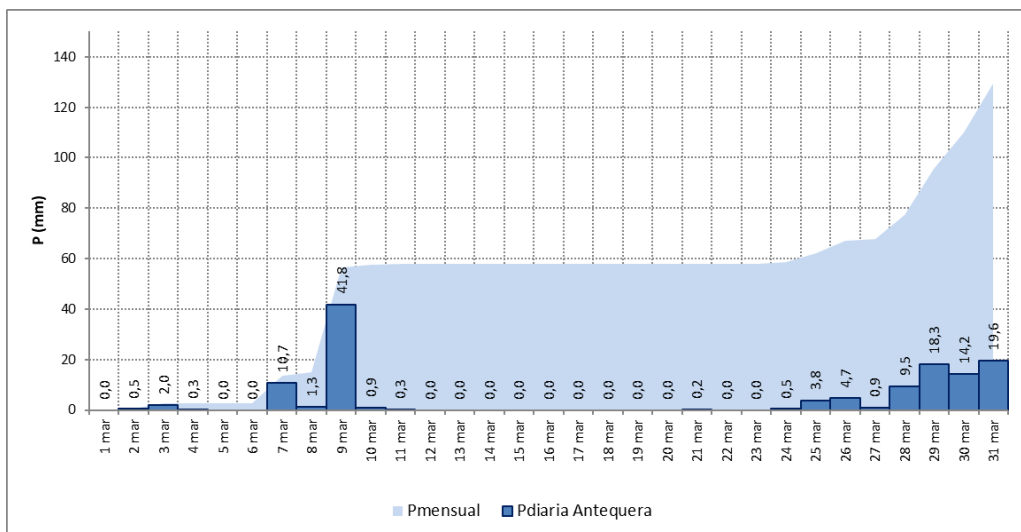


Figura 11. Pluviometría mensual de las estaciones AEMET de Álora y Antequera de 2021 a 2024.

Como se ha comentado, el mes de marzo de 2024 ha sido especialmente peculiar en cuanto a precipitaciones, pero se han registrado otras precipitaciones puntualmente importantes (datos analizados únicamente en las estaciones de Antequera y Álora por disponerse de datos diarios):

- Entre el 4 y el 10 de enero se ha producido un acumulado de 26.5 mm en la estación de Antequera (21.6 mm en Álora).
- Una semana después, se vuelve a registrar una tormenta entre los días 16 y 21 de enero con 15.4 mm (17.8 mm en Álora).
- El 9 de febrero cae una importante tromba de agua con 21.8 mm (17.8 mm en Álora) y se mantienen las lluvias hasta el día 15 de febrero, acumulando 33.5 mm.
- A partir del 23 de febrero comienza nuevamente a llover de forma discontinua, registrándose una importante tormenta el 9 de marzo con 41.8 mm. Todo este periodo acumula un total de 74.2 mm. En la estación de Álora se ha registrado la mitad de estas precipitaciones.
- A finales de marzo vuelve a llover (a partir del 24 de marzo) con precipitaciones máximas entre el 29 y el 31 de marzo con 53.5 mm. Todo el periodo de tormentas acumula 73.6 mm, siendo de 54.4 mm en Álora y curiosamente con la tormenta del 29-30 de marzo desplazada a los días 30 y 31.



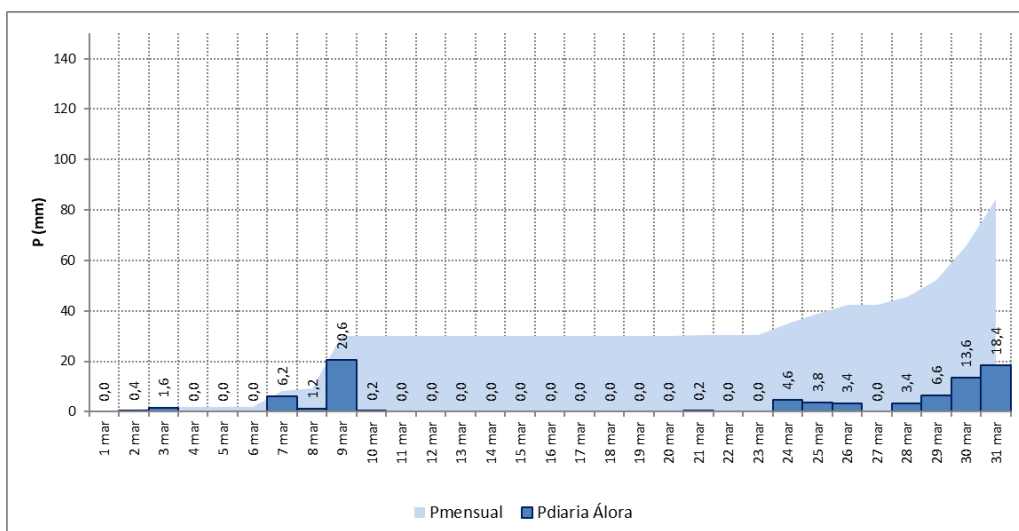


Figura 12. Comparativa entre las precipitaciones diarias registradas en Antequera y Álora en marzo de 2024

- Finalmente se ha registrado otra pequeña tormenta que ha comenzado el 27 de abril con un máximo de 16.6 mm en el 1 de mayo, acumulando un total de 21.9 mm, mientras que en Álora las precipitaciones han sido mínimas (5.6 mm).

Es decir, tras un largo periodo seco, se han comenzado a producir precipitaciones en enero, febrero y marzo, con dos máximos importantes en el 9 de febrero, 9 de marzo y 29-31 de marzo, de tal forma que en el periodo se concentra una tormenta puntual fuerte (9 de marzo) y una tormenta fuerte distribuida en 3 días (29-31 de marzo).

Resulta muy ilustrativo el análisis comparativo de uno de los piezómetros de cuerda vibrante más sensibles ante estas precipitaciones:

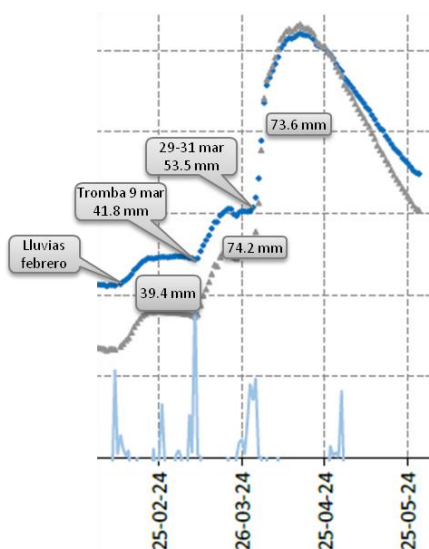


Figura 13. Influencia de las precipitaciones en los PZT del anillo TO-83

Como se puede observar, existen dos periodos con precipitaciones acumuladas similares (74.2 y 73.6 mm) y ambos con tormentas concentradas importantes, pero la respuesta de los piezómetros ha sido muy superior en el segundo periodo de tormentas, a pesar de que el primer periodo ha registrado

mayores precipitaciones. Esta situación puede explicarse porque la precipitación de primeros de marzo se concentró especialmente en el día 9 con 41.8 mm, mientras que la de finales de marzo se distribuyó especialmente en 3 días, con 18.3, 14.2 y 21.0 mm cada día, lo que favorece una recarga más efectiva frente a la escorrentía superficial.

En cualquier caso, es posible detectar tres periodos de pulso de presión, mientras que las tormentas de enero y las de finales de abril y primero de mayo no se manifiestan en el piezómetro.

Como se ha comentado al principio del apartado, este periodo se considera clave para el análisis de la respuesta de los piezómetros, dado que precede a un periodo muy seco y se han producido tormentas importantes claramente espaciadas en tres periodos entre enero y marzo.

En la siguiente tabla se resumen los registros de las estaciones meteorológicas próximas a la traza:

Años 2021 - 2022 - 2023 - 2024														
Estación meteorológica	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Observaciones	
Fuente de Piedra	2024	38,4	46,4	127,4	17,8	1,0	1,0							
	Media	9,8	2,0	95,0	29,4	20,3	4,7							
	2023	14,2	0,4	11,6	0,8	24,2	9,4	0,0	0,0	13,6	30,6	6,4	29,2	
	Media	57,0	48,0	38,0	44,0	29,0	11,0	2,0	8,0	19,0	54,0	61,0	64,0	
	2022	5,4	3,6	178,4	58,0	16,6	0,0	0,0	2,2	6,4	22,4	18,4	122,0	
	Media	57,0	48,0	38,0	44,0	29,0	11,0	2,0	8,0	19,0	54,0	61,0	64,0	
Antequera	2024	42,0	50,0	131,0	19,1	3,8	1,1							
	Media	34,7	32,9	65,2	36,0	21,5	2,6							
	2023	3,0	1,5	9,3	0,0	21,0	4,6	0,5	0,0	13,3	28,5	8,4	23,1	
	Media	37,5	35,0	69,0	39,0	21,5	2,4	0,9	3,6	13,1	58,3	63,5	35,8	
	2022	5,9	4,4	224,7	49,0	10,2	0,5	0,0	3,3	17,8	7,6	12,2	SD	Máximo histórico
	Media	40,8	37,2	57,8	38,1	22,5	2,6	1,0	3,6	12,7	62,2	66,9	35,8	
Benamejé	2024	41,3	61,2	128,8	14,6	4,0	7,4							
	Media	11,5	4,8	77,8	34,3	37,5	16,6							
	2023	16,4	4,4	10,0	0,0	63,4	41,0	0,0	0,0	26,2	47,0	7,6	39,8	
	Media	64,0	52,0	44,0	55,0	33,0	13,0	4,0	11,0	26,0	58,0	63,0	72,0	
	2022	6,6	5,2	145,6	87,2	20,0	3,4	0,0	9,0	5,8	15,8	21,6	72,0	
	Media	64,0	52,0	44,0	55,0	33,0	13,0	4,0	11,0	26,0	58,0	63,0	72,0	
2021	64,6	28,2	19,6	63,0	27,4	30,4	0,0	0,0	48,0	6,2	20,6	48,8		

Tabla 19. Tabla resumen de precipitaciones (máximos del 2024 sombreados en amarillo).

Piezómetros de cuerda vibrante.

De forma general, se puede decir que en todos estos equipos se puede apreciar un descenso general de presión durante el año 2023 asociado al importante periodo seco, con una cierta tendencia a estabilización a finales de año y un repunte asociado a la llegada de las nuevas lluvias del periodo.

Dentro de las observaciones se pueden diferenciar dos tipos de respuestas:

- Respuesta marcada ante los periodos de precipitaciones, con ascensos claros y pulsos asociados a las tormentas puntuales.
- Respuesta amortiguada únicamente evidente a partir de finales de marzo, sin que se aprecie la influencia directa de las importantes lluvias de febrero y primeros de marzo.

Es evidente que los primeros indican una mejor comunicación con la recarga, mientras que los segundos muestran una respuesta diferida en el tiempo. La siguiente figura muestra un ejemplo de cada uno de estos:

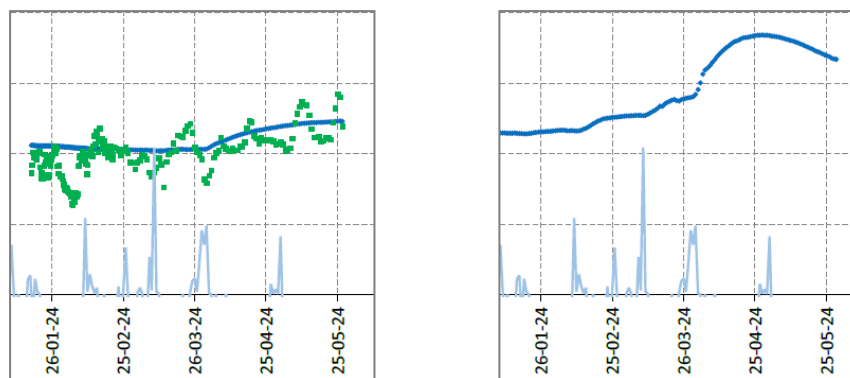


Figura 14. Respuesta observada en el PZT del anillo TE-66 (izquierda) y del anillo TO-79 (derecha) con escala vertical de 40 m en ambos

Los casos de mayor respuesta se asocian a una determinada zona del túnel, y afecta por igual a ambos túneles. Un claro ejemplo son los PZT de las secciones TE-87 y TO-83, sector que viene presentando este tipo de fenómenos desde el año 2021.

En la siguiente figura se muestra la evolución de estos piezómetros, observándose que:

- La sección TE-87, en la cual solo queda activo un PZT, muestra leves incrementos de presión en febrero, e incrementos más significativos sustanciales a finales marzo debido a las abundantes lluvias. También se puede ver como el piezómetro ha seguido aumentando la presión pasados 15 días desde las últimas precipitaciones, comenzando un descenso gradual que se mantiene después de dos meses.
- La sección TO-83, muestra una respuesta más marcada con importantes ascensos pero a la vez también rápidos descensos que aún se mantienen. En ambos casos el descenso se está aproximando (a finales de mayo) a la situación previa en el 29-31 de marzo, después de haber registrado un máximo de presión 15 días después de las lluvias. Otro aspecto destacable de esta sección es que la presión en los momentos de máxima recarga se ha igualado en los piezómetros PZT0001 y PZT0003, mientras que durante los periodos de agotamiento se ha mantenido claramente con menor presión el piezómetro PZT0003.

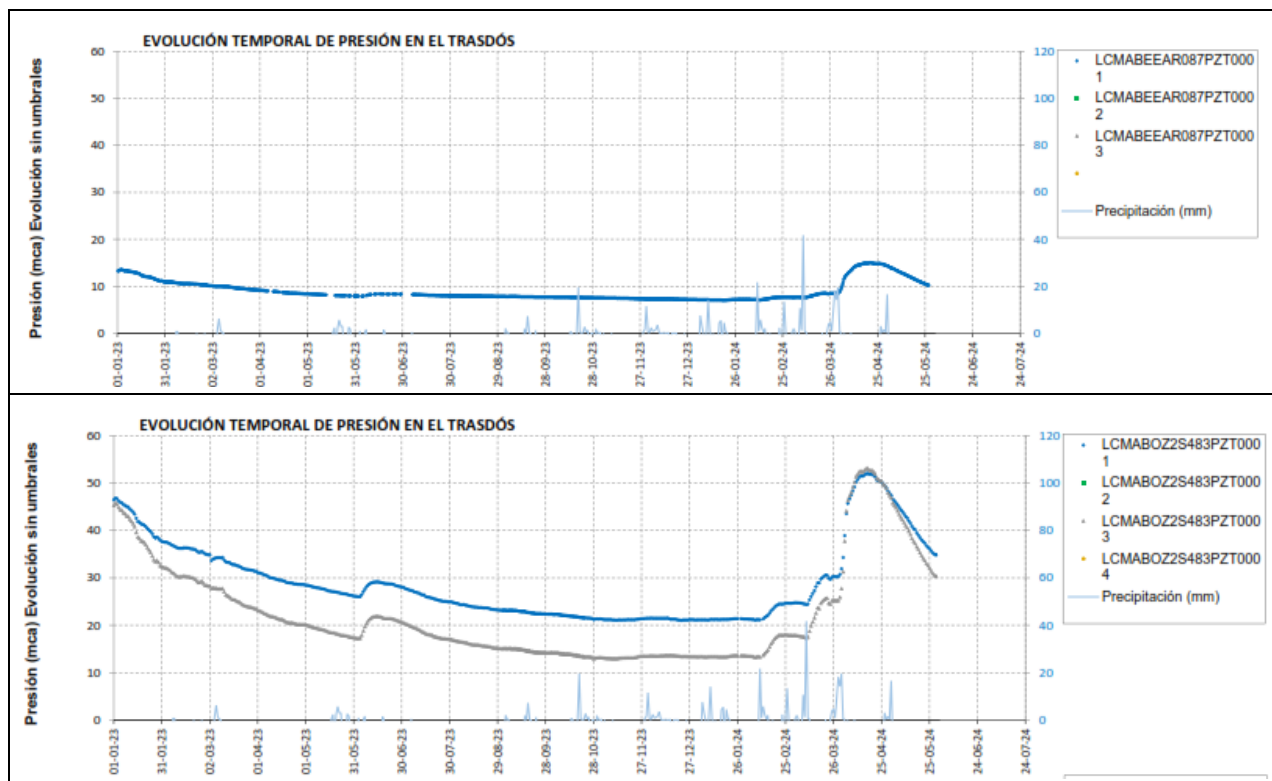


Figura 15. Evolución de la presión en los piezómetros de trasdós en las bóvedas TE-87 (arriba) y TO-83 (abajo) hasta mayo de 2024.

Si se analiza esta misma situación en los piezómetros de contacto (PZC) se observa lo siguiente:

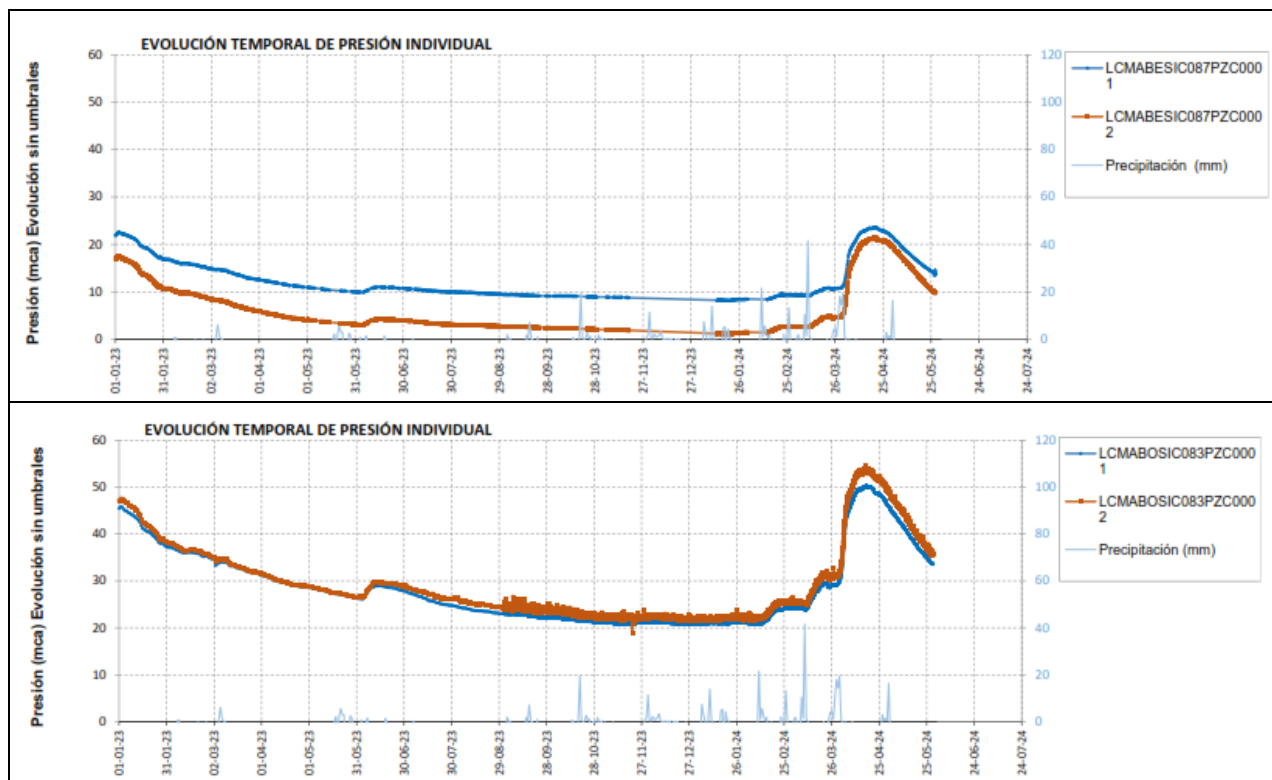


Figura 16. Evolución de la presión en los piezómetros de contacto en las bóvedas TE-87 (arriba) y TO-83 (abajo) hasta mayo de 2024.

- En la sección TE-87 el comportamiento es similar al caso de los PZT de la misma sección, siendo la diferencia más significativa que el aumento de presión es mayor que en el trasdós.

En principio parece que las diferencias no son muy significativas, por lo que se puede considerar que se trata de valores aproximadamente similares.

- En la sección TO-83, el comportamiento durante los meses de febrero hasta abril mayo coincide con los otros piezómetros instalados en el trasdós. Tanto en patrón de movimiento, como en orden de magnitud de los valores.

Como se ha comentado anteriormente, esta respuesta marcada se observa en el túnel este y oeste en los anillos extremos TE-87, TE-94, TO-79 y TO-83 (lado Córdoba).

El resto de anillos muestran respuestas mucho más amortiguadas, con agotamientos menos marcados, si bien las presiones de algunos equipos son elevadas. En estos casos, la respuesta clara ante la recarga tiene lugar a finales de marzo, y aún se mantiene en ascenso, lo que apunta a un lento proceso de recarga del macizo.

Un ejemplo de este tipo de respuesta generalizada en el interior de la zona de refuerzo son los piezómetros del anillo TE-46:

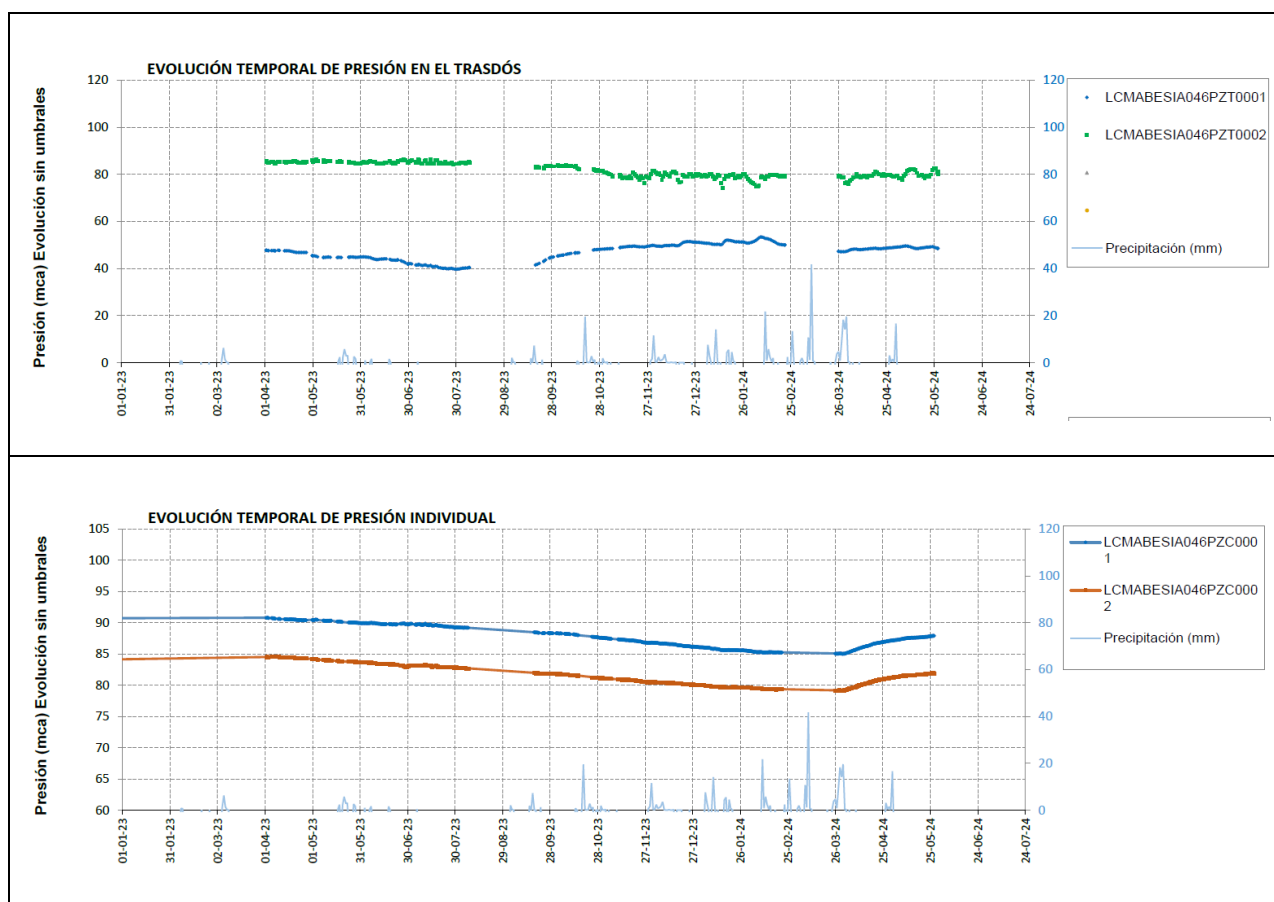


Figura 17. Evolución de la presión en los piezómetros de Trasdós (arriba) y de contacto (abajo) en el anillo TE-46.

En general, se puede decir que:

- Existen dos zonas claramente diferenciadas en ambos extremos del sector de anillos de refuerzo:
 - Zona de altas presiones en los primeros anillos de refuerzo del lado Málaga, TE-08, TE-11 y TE-12 en el túnel Este y TO-08, TO-10 y TO-12 en el túnel oeste, con presiones superiores en contacto. Se trata de zonas con alta presión pero baja influencia, o muy diferida, de recarga.
 - En el lado contrario de Córdoba, los anillos TE-87 y TE-94 del túnel Este y TO-79 y TO-83 del túnel oeste presentan bajas presiones y fuerte influencia de la recarga, con presiones superiores en zona de contacto.
- En zonas interiores del tramo de refuerzo las presiones son similares entre Trasdós y Contacto, pero variables entre anillos, si bien es necesario revisar el funcionamiento de múltiples piezómetros. En todos ellos la respuesta ante la recarga es muy amortiguada y diferida, empezando a registrarse la influencia de la misma a partir de finales de marzo.

La siguiente tabla sintetiza estas observaciones, y como se puede ver, los equipos que deben revisarse son numerosos (anómalos):

Túnel este

Anillo	PZC (ascenso por lluvias en mca)	PZC anómalos	P (ene y feb)	Notas	PZT (ascenso total lluvias en mca)	PZT anómalos	P (ene y feb)	Notas	Presión PZC>PZT
TE-01	-	1		P alrededor de 22-25 mca	2	1		P alrededor de 7.5-15	Sí
TE-08	10			P entre 112 y 93 mca	5			P entre 100 y 85 mca	Sí
TE-11	3	1		P en dos rangos: 100-118 y 38-45					?
TE-12	3	1		P entre 70 y 84 mca	3	1		P en dos rangos: 100- 120 y 10-38	No
TE-13	?	2		P entre 50 y 65 mca					?
TE-17	2			P entre 67 y 87 mca					?
TE-18	2			P entre 68 y 82 mca	1	1		P entre 55 y 85 mca	≈
TE-22	1	2		P entre 62 y 65 mca	1			P entre 70 y 85 mca	No
TE-25	-			P alrededor de 40 mca	1	1		P entre 35 y 44 mca	≈
TE-26	5	1		P en dos rangos: ~10 y 25- 35	1			P entre 62 y 78 mca	No
TE-30	-			P entre 45 y 63 mca	1			P entre 68 y 74 mca	No
TE-46	6			P entre 78 y 92 mca	1			P en dos rangos: 40-50 y 78-84	No?
TE-55	4			P entre 58 y 72 mca					?
TE-56					3	2		P entre 70 y 80 mca	?
TE-59	3	1		P en dos rangos: ~15 y 68- 75	4	1		P entre 65 y 67 mca	Sí
TE-62	5	1		P en dos rangos: ~20-30 y 50-58	7	1		P entre 68 y 80 mca	No
TE-66	3	1		P en dos rangos: ~20-40 y 70-77	5	1		P entre 73 y 90 mca	Sí
TE-87	~20		x	P entre 2 y 23 mca	8	2	x	P entre 7 y 15 mca	Sí
TE-94	>12		x	P entre 5 y 22 mca	-	3	?	P entre 0 y 4 mca	Sí

Túnel oeste

Anillo	PZC (ascenso total lluvias en mca)	PZC anómalos	P (ene y feb)	Notas	PZT (ascenso total lluvias en mca)	PZT anómalos	P (ene y feb)	Notas	PZC>PZT
TO-08	3	1		P entre 113 y 123 mca	2	2		Múltiples rangos, dos entre 100 y 120 mca	No?
TO-10	3			P entre 80 y 110 mca					?
TO-12	-	2		Dispares 95-180 mca	2	3		Dispares 82-84 mca	?
TO-57	5	1		P entre 73 y 88 mca	3	3		P en dos rangos: ~7-8 y 80-90	No
TO-64	4	1		P entre 72 y 90 mca	4	3		P entre 79 y 90 mca	≈
TO-67	2	1		P entre 78 y 92 mca	3	1		P entre 78 y 94 mca con descensos extraños	No
TO-69	4			P entre 76 y 90 mca	4	1		P entre 75 y 92 mca	No
TO-79	>12	1	x	P entre 30 y 60 mca	15	1	x	P entre 23 y 37 mca	Sí
TO-83	>30		x	P entre 22 y 54 mca	40	2	x	P entre 13 y 53 mca	Sí

Por último, con respecto a los piezómetros de cuerda vibrante, y usando el comportamiento generalista de aumento de presión durante los meses de marzo y abril, solo existe una sección operativa actualmente que muestre un descenso de presiones en ese periodo, la TE-30, y por consiguiente la diferencia de presión en el trasdós también es menor:

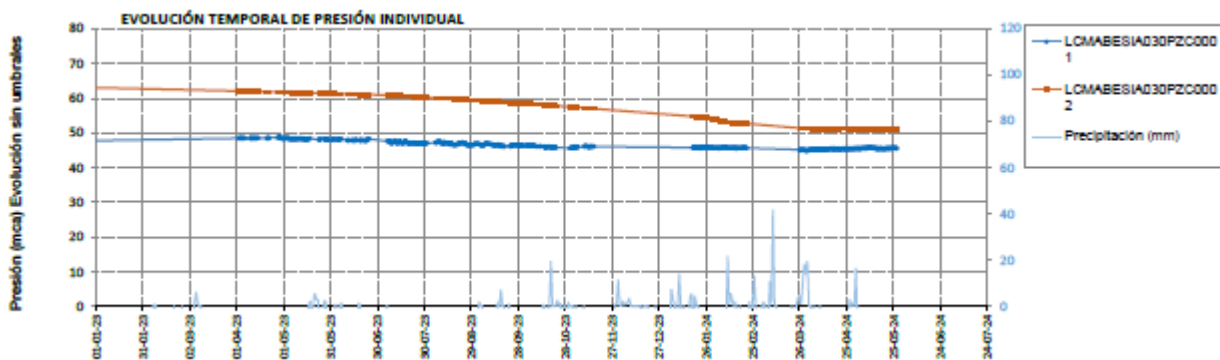


Figura 18. Evolución de la presión en los piezómetros de contacto en la bóveda TE-30

En el Anejo I se pueden observar por sección la evolución de los niveles y sus correspondientes niveles o umbrales de control dependiendo de la sección.

Piezómetros exteriores

Se han actualizado los datos del pozo B, y se observa de nuevo una correlación directa entre precipitaciones y niveles de presión de agua en el pozo B. También si se comparasen las evoluciones de presión de trasdós anteriores, con el nivel de agua en el Pozo B, se encontraría una relación directa.

Como se puede observar en la figura siguiente, existe una relación directa entre las precipitaciones y la respuesta en el piezómetro, reflejándose incluso las precipitaciones de enero, aunque resulta más evidente en las precipitaciones de marzo. La respuesta es muy similar a la registrada en los anillos del extremo de Córdoba, pudiéndose apreciar también el desfase en los máximos de recarga:

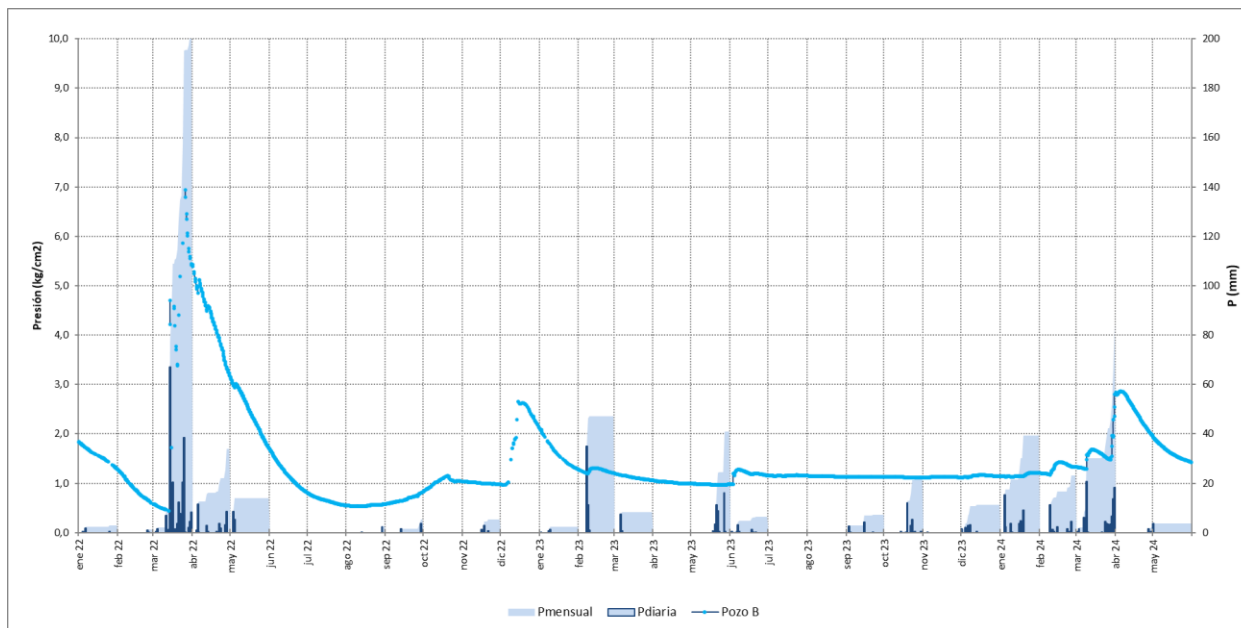


Figura 19. Evolución del nivel de agua en el pozo B de Abdalajís

En la siguiente figura se muestra en detalle la respuesta del piezómetro entre enero y mayo de 2024:

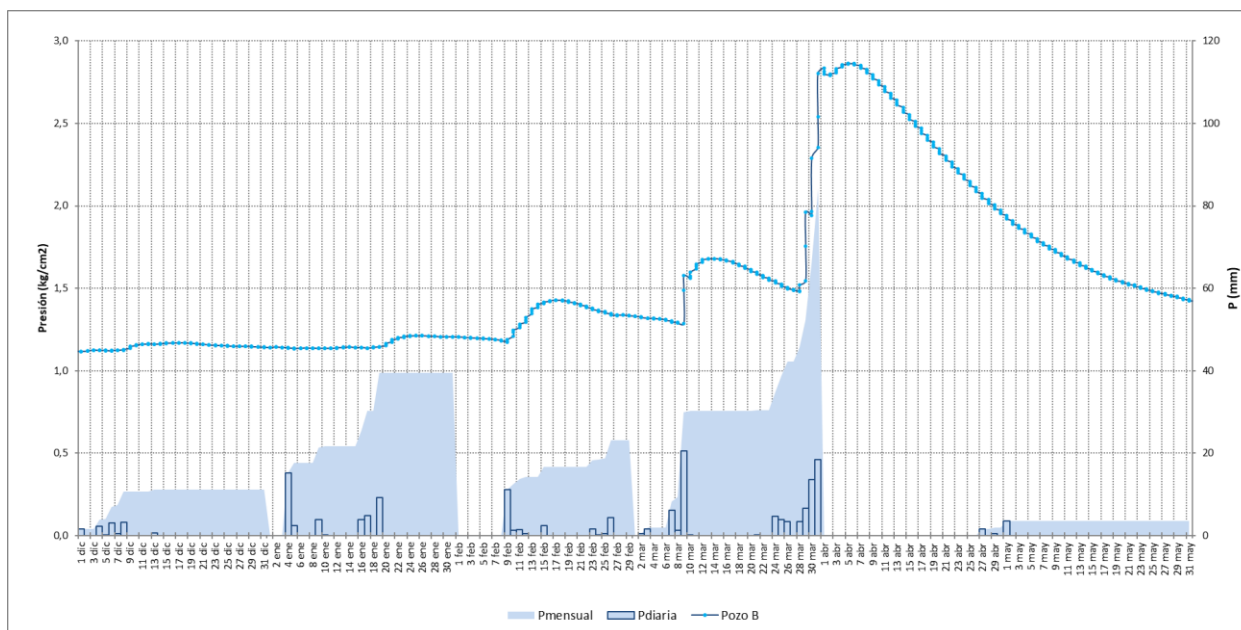


Figura 20. Detalle de la evolución del nivel de agua en el pozo B de Abdalajís

Caudalímetros del túnel.

En las siguientes gráficas se pueden observar las variaciones de caudal registradas por los caudalímetros situados en la boca sur del túnel de Abdalajís, tanto para el túnel este como para el túnel oeste desde enero del 2022 a junio del 2024.

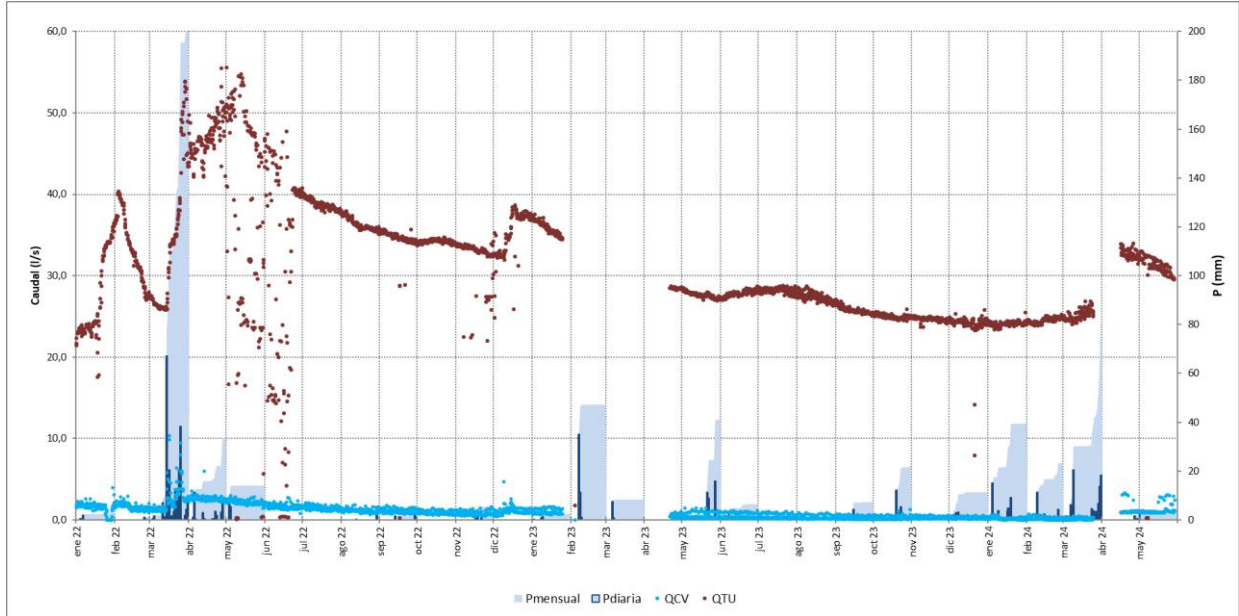


Figura 21. Evolución de los caudales de drenaje en la boca Sur, en el túnel Este (QTU) y el túnel oeste (QCV) en junio del 2024.

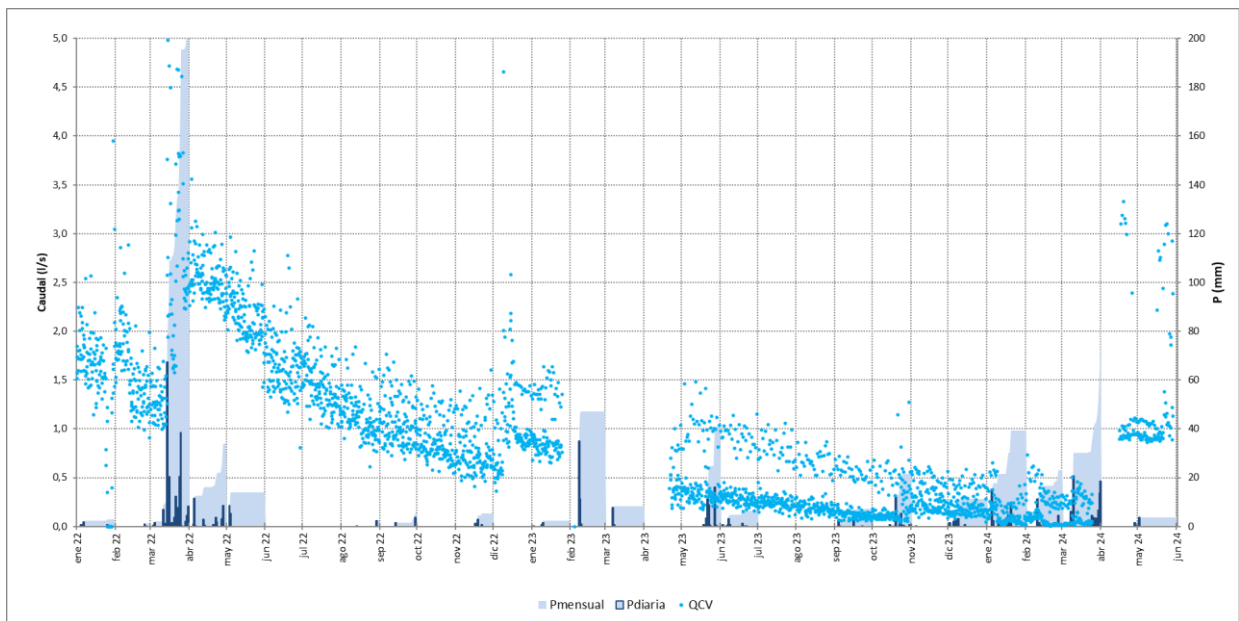


Figura 22. Detalle con escala ampliada de la evolución de los caudales de drenaje del túnel oeste (QCV) en junio del 2024.

En el período que comprende este informe semestral, hay una pequeña laguna entre el 25 de marzo y el 16 de abril, coincidiendo con las precipitaciones de finales de marzo. A pesar de ello se puede apreciar que se ha producido un notable incremento en los caudales de drenaje.

Túnel este:

- En el primer semestre del año 2024, el máximo caudal registrado fue en el mes de abril y ha sido de 52.50 l/s.
- Actualmente los valores registrados por el caudalímetro presentan valores por debajo de la mediana de 32.56 l/s, valor máximo registrado en abril del 2024 y presentan tendencia descendente.
- Los picos de caudal registrados parecen correlacionarse con los picos de presión registrados por los piezómetros del túnel oeste, TO-83 y TO-79, y del túnel Este TE-87 y TE-94.

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TE-BS	2022-01	31/01/2022	124	23.98	17.48	23.06	33.29	36.48
TE-BS	2022-02	28/02/2022	112	33.14	26.94	30.62	36.86	40.29
TE-BS	2022-03	31/03/2022	123	30.38	25.73	26.31	37.18	53.85
TE-BS	2022-04	30/04/2022	119	46.72	42.08	45.43	48.38	55.48
TE-BS	2022-05	31/05/2022	123	40.92	0.06	24.82	49.43	55.53
TE-BS	2022-06	30/06/2022	119	39.71	0.26	17.46	40.96	47.72
TE-BS	2022-07	31/07/2022	123	38.69	37.63	38.33	39.27	40.73
TE-BS	2022-08	31/08/2022	121	35.98	35.09	35.71	37.03	37.95
TE-BS	2022-09	30/09/2022	119	34.62	0.21	34.26	35.11	35.64
TE-BS	2022-10	31/10/2022	124	34.19	33.71	34.03	34.30	34.68
TE-BS	2022-11	30/11/2022	120	33.30	21.96	32.86	33.52	33.95
TE-BS	2022-12	31/12/2022	124	36.36	24.78	32.62	37.30	38.62
TE-BS	2023-01	25/01/2023	98	35.87	34.46	35.18	36.57	37.49
TE-BS	2023-02	04/02/2023	1	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
TE-BS	2023-04	30/04/2023	37	28.40	28.19	28.37	28.50	28.64
TE-BS	2023-05	31/05/2023	124	27.57	26.89	27.37	27.84	28.50
TE-BS	2023-06	30/06/2023	120	27.74	26.94	27.53	28.02	28.66
TE-BS	2023-07	31/07/2023	124	28.17	27.33	27.96	28.36	28.72
TE-BS	2023-08	31/08/2023	124	27.27	26.27	26.91	27.69	28.69
TE-BS	2023-09	30/09/2023	120	25.66	25.05	25.47	25.94	27.03
TE-BS	2023-10	31/10/2023	124	24.94	24.41	24.80	25.15	25.85
TE-BS	2023-11	30/11/2023	120	24.66	23.65	24.70	24.85	25.04
TE-BS	2023-12	31/12/2023	124	24,26	23,65	24,55	24,76	25,04
TE-BS	2024-01	31/01/2024	124	24,04	7,85	24,00	24,46	25,77
TE-BS	2024-02	29/02/2024	116	24,44	23,34	23,91	24,18	25,48
TE-BS	2024-03	25/03/2024	100	24,88	23,80	24,17	24,72	25,18
TE-BS	2024-04	30/04/2024	1397	32,56	24,00	24,64	25,47	26,82
TE-BS	2024-05	29/05/2024	2743	31,11	11,99	32,13	33,21	52,50

Tabla 20. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel Este entre los años 2022 y 2024 (en rojo series incompletas).

Túnel oeste:

- En el caso del aforador situado en el túnel oeste, salvo algún caso excepcional, como puede ser los valores registrados en el mes de marzo, abril y diciembre del año 2022, con valores pico situados entre 4 y 10 l/s.
- La mediana de los valores registrados actualmente se encuentra en 1 l/s, muy por debajo del máximo de 2.50 l/s registrado en abril de 2022.

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TO-BS	2022-01	31/01/2022	124	1.66	0.00	1.44	1.81	3.95
TO-BS	2022-02	28/02/2022	112	1.57	0.91	1.28	1.82	2.88
TO-BS	2022-03	31/03/2022	123	1.83	0.99	1.29	2.89	10.35
TO-BS	2022-04	30/04/2022	119	2.50	2.11	2.41	2.67	6.01
TO-BS	2022-05	31/05/2022	123	2.17	1.43	1.98	2.32	2.97
TO-BS	2022-06	30/06/2022	119	1.64	0.81	1.43	1.79	2.78
TO-BS	2022-07	31/07/2022	123	1.42	1.01	1.25	1.62	2.14
TO-BS	2022-08	31/08/2022	121	1.10	0.61	0.98	1.27	1.84
TO-BS	2022-09	30/09/2022	119	1.02	0.69	0.89	1.22	1.76
TO-BS	2022-10	31/10/2022	124	0.82	0.54	0.74	1.00	1.44
TO-BS	2022-11	30/11/2022	120	0.71	0.41	0.63	0.93	1.60
TO-BS	2022-12	31/12/2022	124	0.94	0.36	0.84	1.32	4.66
TO-BS	2023-01	25/01/2023	98	0.86	0.65	0.80	1.30	1.64
TO-BS	2023-02	04/02/2023	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TO-BS	2023-04	30/04/2023	37	0.39	0.19	0.32	0.53	1.03
TO-BS	2023-05	31/05/2023	124	0.36	0.18	0.30	0.78	1.48
TO-BS	2023-06	30/06/2023	120	0.31	0.15	0.25	0.51	1.15
TO-BS	2023-07	31/07/2023	124	0.26	0.10	0.21	0.48	1.06
TO-BS	2023-08	31/08/2023	124	0.21	0.08	0.16	0.37	0.87
TO-BS	2023-09	30/09/2023	120	0.14	0.06	0.11	0.29	0.72
TO-BS	2023-10	31/10/2023	124	0.13	0.04	0.10	0.38	1.27
TO-BS	2023-11	30/11/2023	120	0.25	0.09	0.19	0.45	0.60
TO-BS	2023-12	31/12/2023	124	0.19	0,08	0,17	0,39	0,61
TO-BS	2024-01	31/01/2024	124	0.10	0,05	0,15	0,30	0,59
TO-BS	2024-02	29/02/2024	116	0.12	0,02	0,05	0,22	0,65
TO-BS	2024-03	25/03/2024	100	0.11	0,01	0,04	0,27	0,73
TO-BS	2024-04	30/04/2024	1397	0.97	0,75	0,93	1,07	3,66
TO-BS	2024-05	29/05/2024	2743	1.00	0,46	0,91	1,12	3,74

Tabla 21. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel oeste entre los años 2022 y 2024 (en rojo series incompletas).

9. CONCLUSIONES.

Tras la revisión de la información disponible a fecha 18 de junio de 2024 se concluye lo siguiente:

Convergencias.

- Los movimientos registrados por las convergencias hasta enero de 2024 presentan ligeras variaciones respecto a las mediciones de junio 2021 (fecha tomada como referencia de los informes de seguimiento semestral), destacándose lo siguiente respecto al anterior informe semestral:
 - Los movimientos registrados por las convergencias en el último semestre presentan variaciones insignificantes respecto a las mediciones anteriores (julio'23). Por norma general todas las secciones parecen estabilizarse. En las secciones S4 y S5 (B13) existe una ligera tendencia de cierre, por el contrario, en las secciones S8 y S9 (B12) la ligera tendencia es de apertura. Todos estos casos tienen valores muy próximos al umbral amarillo según protocolo, cuya tendencia es tan leve que se podría considerar que tiende a la estabilización.
 - Las convergencias automatizadas presentan en alguna de las cuerdas de las bóvedas nº 10, nº13 y nº14 del tubo Este aperturas y cierres entre +1 y – 4mm desde junio de 2021, pero en el último semestre los movimientos han sido prácticamente nulos con respecto al informe semestral anterior.
 - En el caso del anillo B47, túnel Este, se registró un cierre de unos -10mm en las dos cuerdas diagonales, con un valor total de -37,95 mm en el informe de diciembre'22, registrándose el mismo valor de cierre en el informe del julio'23 por lo que se consideró que la sección permanecía estable. En la presente campaña no se ha podido actualizarse este dato (no registra, probable mal funcionamiento)
 - Durante este semestre muchas convergencias ópticas automáticas han quedado inoperativas. Estos dispositivos son los que más problemas generan, por lo que se tratará de buscar la mejor solución para su buen funcionamiento. La falta de un buen dispositivo industrial de alimentación o electricidad, o la actual frecuencia de muestreo de 10Hz puede ser la causa, esta última considerada sobredimensionada, ya que la frecuencia de muestreo en los SALVA es mucho menor.

Protocolo de actuación.

- El presente informe se ha elaborado aplicando el protocolo de actuación actualmente vigente en las siguientes zonas del túnel de Abdalajís, dando así continuidad a los trabajos que vienen realizándose hasta la fecha en las siguientes secciones:

Túnel este.

- Anillo HA-80:
 - Bóveda nº11, nº12, nº13 y nº14.
- Tras la instalación de las secciones de convergencia manuales y/o topografía en la bóveda B14 del túnel Este con fecha 22/04/2022, las deformaciones registradas muestran estabilidad.
- En cuanto a la frecuencia de las lecturas manuales y con estación total, dada la escasa evolución de las convergencias, se cambia a lecturas cada seis meses, si bien, la frecuencia de medición se irá ajustando a los resultados obtenidos en futuras mediciones.

Piezómetros de cuerda vibrante.

- Respecto a la variación en los registros de los piezómetros de cuerda vibrante, como ya se mencionó en informes previos y se corrobora en el actual, se detecta una rápida respuesta en algunos de ellos ante las precipitaciones registradas en la zona:
 - Durante este semestre se observaron cambios de presión entre febrero y abril como respuesta a las precipitaciones registradas, especialmente a las registradas en el mes de marzo.
 - Se puede observar que el pico máximo de presión tiene lugar a mediados de abril, 15 días después de las últimas precipitaciones, y a partir de este máximo comienza un descenso de presión que se prolonga durante meses.
 - Se confirma pues, que existen “pulsos de presión” sobre las bóvedas del túnel directamente relacionados con las precipitaciones, con un desfase entre máximos que puede ir desde 15 días a meses en función del anillo y la importancia de la tormenta. Se pueden diferenciar claramente tres grupos o zonas en función de las presiones y respuestas:
 - Un grupo ubicado en el extremo de la zona de refuerzo del lado Córdoba (TE-87, TE-94, TO-79 y TO-83) en los que la respuesta ante las precipitaciones es relativamente rápida y los descensos son más rápidos que en el resto de piezómetros interiores, mostrando presiones moderadas que son mayores en la zona de contacto que en la de trasdós.
 - Otro grupo situado en el lado opuesto (lado Málaga) con presiones elevadas y baja respuesta ante las precipitaciones, mostrando también aparentemente (no funcionan correctamente todos los piezómetros) mayores presiones en zona de contacto que en zona de trasdós.

- Finalmente está el resto de piezómetros interiores en los que las presiones son moderadas, con presiones aproximadamente similares en zona de contacto y trasdós, respuesta muy amortiguada ante la recarga, y diferida en el tiempo.

En general, los piezómetros del primer grupo ya se encuentran desde hace tiempo en fase de presión descendente, mientras que el resto comenzaron a ascender a finales del mes de marzo y aún no han alcanzado las presiones máximas (últimos datos de mayo).

En base a estos datos, parece existir una zonificación longitudinal en la respuesta del túnel, por lo que se considera importante analizar en detalle la relación entre las precipitaciones, presiones (en piezómetros exteriores e interiores) y caudales observados.

En este sentido también se considera importante analizar en detalle los desfases existentes en la respuesta de los diferentes dispositivos de control.

- En el informe previo se planteó la incorporación de un sistema de umbrales de precipitación al protocolo de alertas del túnel, el cual se encuentra actualmente en fase de desarrollo.
- Por otra parte, se muestran en el presente documento perfiles de distribución de presión que demuestran la existencia de cierta simetría en la distribución de presiones entre ambos lados de los túneles, en los piezómetros de trasdós. En cambio, se detectan variaciones en los piezómetros de contacto debido a la posible influencia de drenajes, lo que puede influir en variaciones de presión entre hastiales y por lo tanto en la determinación del criterio de flexión compuesta, hecho que se está sometiendo a revisión.

Caudalímetros.

- En cuanto al registro de los caudalímetros, estos arrojan los siguientes valores:
 - Túnel este: valores de mediana situados entre 32.58 y 24.04 l/s, con picos de 52 l/s, para este primer semestre del año 2024.
 - Túnel oeste: valores de mediana situados entre 0.10 y 1.00 l/s, con picos de 3.74 l/s, para este primer semestre de año.

Como es lógico, los aumentos de caudal también presentan correlación directa con los periodos de precipitaciones y los picos de presión antes mencionados.

Recomendaciones y actuaciones.

Se está actuando en respuesta a recomendaciones previas y dentro del marco de los nuevos trabajos que se plantean, en las siguientes direcciones:

- Elaboración de un sistema de filtro de datos que permita eliminar valores anómalos o identificarlos para actuar sobre el sensor.
- Ajustar la programación de los equipos automáticos de adquisición. Actualmente las tablas almacenadas, en concreto las que calculan las medianas, están dando fallos o saltos de escaneo; ajustar la frecuencia de medición puede ser favorable de cara a aumentar la vida útil de los equipos, así como el manejo y filtrado de los datos.
- Recopilar e integrar todos los datos históricos del túnel, aunque el seguimiento se centre especialmente en la situación actual. El observar las tendencias históricas de los equipos ayuda a entender el (mal) funcionamiento actual de muchos de ellos. Existen medidas desde mayo de 2005.
- Migración completa del servidor actual al nuevo.
- Comprobación de la red de fibra de auscultación de ambos túneles debido a los problemas de comunicación acaecidos en el primer semestre del año 2024. Desconexión de dicha línea de las estaciones automáticas existentes fuera del revestimiento estanco, especialmente de aquellas situadas entre la boca sur y el revestimiento estanco, ya que al estar fuera del mantenimiento, cualquier fallo en las mismas impediría la comunicación con el resto.
- Se ha realizado un inventario con el fin de solucionar todos los posibles problemas a futuro, además, se propondrá la reparación de los equipos que no comuniquen de manera correcta (principalmente las convergencias automáticas), así como la posible sustitución de los elementos de alimentación eléctrica, pues muchos de ellos son considerados a nuestro entender, como dispositivos susceptibles de fallo. Estos elementos deberían ser de uso industrial para garantizar una red robusta y libre de interferencias.
- Se finalizará la instalación del piezómetro nuevo en el pozo D, ya que quedó provisto de un nuevo armario, alimentación y comunicaciones.
- Se considera que las estaciones meteorológicas más representativas de la zona y con acceso a información termoplumiométrica diaria de forma relativamente sencilla son:
 - Estación termoplumiométrica AEMET de Antequera, situada 10 km al Norte de la zona.
 - Estación termoplumiométrica AEMET de Álora, situada 10 km al Sur de la zona.
 - El pluviómetro existente en el pozo B se ha instalado en el pozo D, con objeto de mejorar el registro pluviométrico, dado que en el pozo B estaba excesivamente expuesto a temporales.

En general, se detectan menores precipitaciones en la estación de Álora, por lo que se verificará con el pluviómetro del pozo D la mayor o menor representatividad de la estación de Antequera o Álora.

Por otra parte, es necesario completar lagunas de datos en las series de AEMET, mediante el apoyo de estaciones próximas.

- Sería recomendable elaborar una base de datos de eventos en la que se reflejen actuaciones y eventos registrados por fecha, de forma que se pueda establecer una relación entre alteraciones detectadas en los sensores y posibles eventos no asociados a fenómenos meteorológicos. Para ello resulta imprescindible la colaboración del personal de la base de mantenimiento.
- En los próximos meses se va a revisar el estado de aquellos sensores con comportamiento anómalo, con objeto de determinar la actuación más recomendable en cada caso.
- Debe de valorarse la necesidad de ejecutar piezómetros en dos de las zonas de mayor presión del túnel (lado Málaga), en las que existe piezómetro de contacto pero no de trasdós. En concreto se trata del anillo TE-11 y el anillo TO-10. En su defecto, dado el riesgo por elevadas presiones, se pueden considerar los valores observados en los anillos contiguos, una vez que se considere que los piezómetros funcionan correctamente, especialmente los del túnel oeste (TO-08 y TO12), los cuales muestran valores dispares en el trasdós.
- Se considera necesario elaborar un procedimiento de comprobación de los distintos sensores del SIRE (Sistema de Instrumentación del Revestimiento Estanco).
- Próximamente se va a llevar a cabo una actualización de las convergencias manuales, tanto con cinta como con topografía.

Madrid, junio de 2024

Alejandro Rodríguez Dos Santos



Ingeniero Geólogo de INGE

José Luis Herrero Pacheco



Hidrogeólogo de INGE

Antonio Gutiérrez Abella



Ingeniero de Minas de INGE

Instrumentación Geotécnica y Estructural, S.L.



Instrumentación Geotécnica y Estructural S.L.

ANEJO 1
PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE
Y
CONVERGENCIAS AUTOMATIZADAS

CONTROL Y AUSCULTACIÓN DEL REVESTIMIENTO ESTANCO DE LOS TÚNELES DE ABDALAJÍS

Actualización de los gráficos obtenidos a partir del sistema de automático de instrumentación hasta el 01/06/2024.

- Piezómetros
- Convergencias ópticas láser

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se han actualizado los gráficos que la Gerencia de Ingeniería del Terreno realiza a partir de los almacenados por el Sistema de Automático de Instrumentación (SAI) instalado por GEOCISA en los dos tubos del Túnel de Abdalajís (Málaga) de la Línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga.

Se han utilizado los datos almacenados en las carpetas SALVA del servidor ubicado en la boca sur del túnel y se han completado con las tablas descargadas directamente de los equipos de ambos túneles.

El revestimiento estanco está formado por una lámina impermeable cerrada en toda la sección perimetral del túnel y un anillo o bóveda de refuerzo que debe soportar la lámina y toda la presión intersticial del terreno del trasdós.

La extensión del revestimiento estanco es la siguiente:

- Túnel Este (Vía I):
 - Anillo H-55 entre los PP. KK 112+070 y 112+641.
 - Anillo H-80 entre los PP. KK 112+641 y 113+195.
- Túnel Oeste (Vía II):
 - Anillo H-55 entre los PP. KK 112+050 y 112+650.
 - Anillo H-80 entre los PP. KK 112+650 y 113+215.

La interpretación de la información representada queda fuera del ámbito de este documento.

2 NOMENCLATURA Y TÉRMINOS UTILIZADOS.

La nomenclatura utilizada en las tablas y gráficas incluidas en el presente documento son:

- Bóveda.
 - TE-01: Túnel Este, bóveda nº1.
- Tipo de hormigón.
 - HA-80 / HA-55.
- Tipo y número de sensores instalados en bóveda.
 - COP: Convergencia óptica laser (mm)
 - CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)
 - EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)
 - EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)
 - PZC: Piezómetro CV complementario (mca)
 - PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)
- Datos representados en las gráficas:
 - Registros Salvas medianas.
 - Mediana diaria de los datos del servidor, en color independiente por nombre de sensor.
 - Registros WEB promedio. No se han utilizado en este informe:
 - Descargados de la página WEB de Geocisa, corresponde con la mediana diaria, pero están filtrados. Se desconoce el filtro utilizado.
 - No se representan en las gráficas.
 - Se utilizaron como referencia de validación de los datos brutos descargados del servidor.
 - Permitiría observar la coherencia/incoherencia de los datos registrados en el servidor y los representados en la página WEB, detección de lecturas cero, ajustes, etc.
- Gráficas.
 - Diferencia de presión de agua en el trasdós de la bóveda.
 - Número de bóveda.
 - Identificación de los sensores LCMABESICOO1PZC0001 / LCMABESICOO1PZC0002. Es la nomenclatura original del SAI de GEOCISA.
 - Línea Córdoba Málaga Boca Este Sección Instrumentada Anillo 001 Piezómetro Cuerda Vibrante Contacto 001/002
 - Umbrales definidos en el protocolo.
 - Datos registrados.
 - Datos diferencia calculados a partir de los SALVA.
 - Presión (m.c.a.).
 - Gráficas con y sin umbrales de control.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R.), errores de medición, etc.
 - ❖ Análisis mediante la superposición de todos los datos registrados y descargados.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes, tras un filtrado/ajuste previo.

- Presión de agua en el trasdós.
 - Número de bóveda.
 - Nombre del piezómetro de la bóveda.
 - Datos registrados.
 - ❖ Datos Salvas mediana.
- Gráficas con y sin umbrales de control.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R.), errores de medición, etc.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes.
- Convergencias ópticas laser (COP).
 - Número de bóveda.
 - Nombre de la convergencia automatizada y cuerda.
 - Datos registrados.
 - Datos Salvas mediana
 - Valor de la convergencia en mm.
 - Gráficas con y sin umbrales de control.
 - Representación de todos los valores registrados en el servidor:
 - ❖ Se excluyen valores fuera de rango (D.F.R.), errores de medición, etc.
 - Umbrales de control.
 - ❖ Sólo se representan los valores que son coherentes.

3 BÓVEDA TE-01

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-01

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

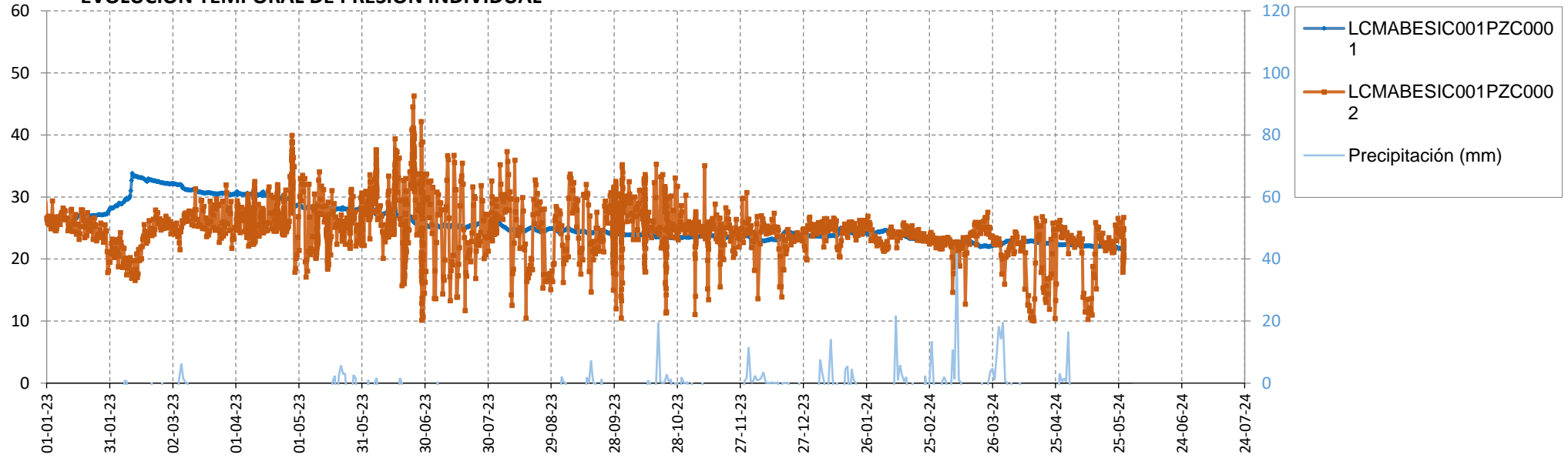
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 3

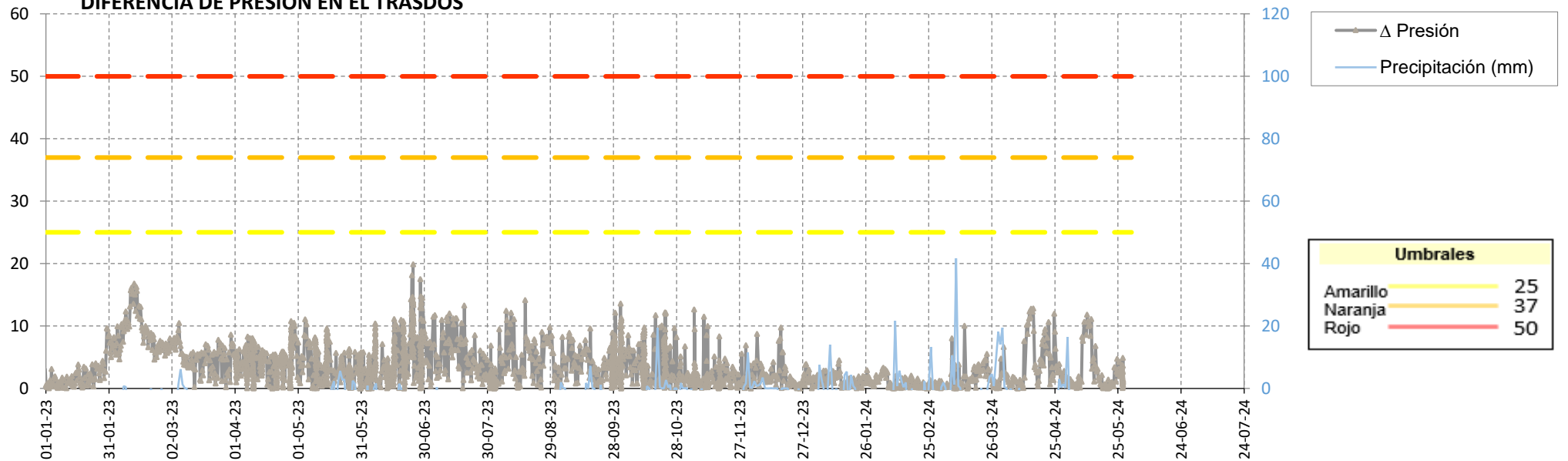
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



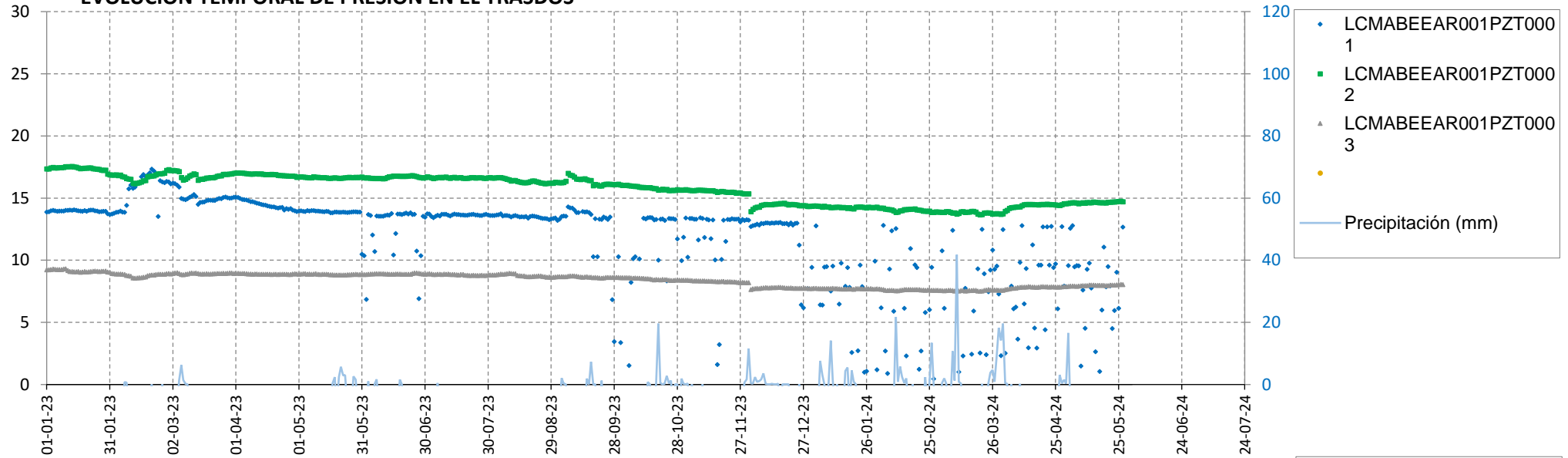
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



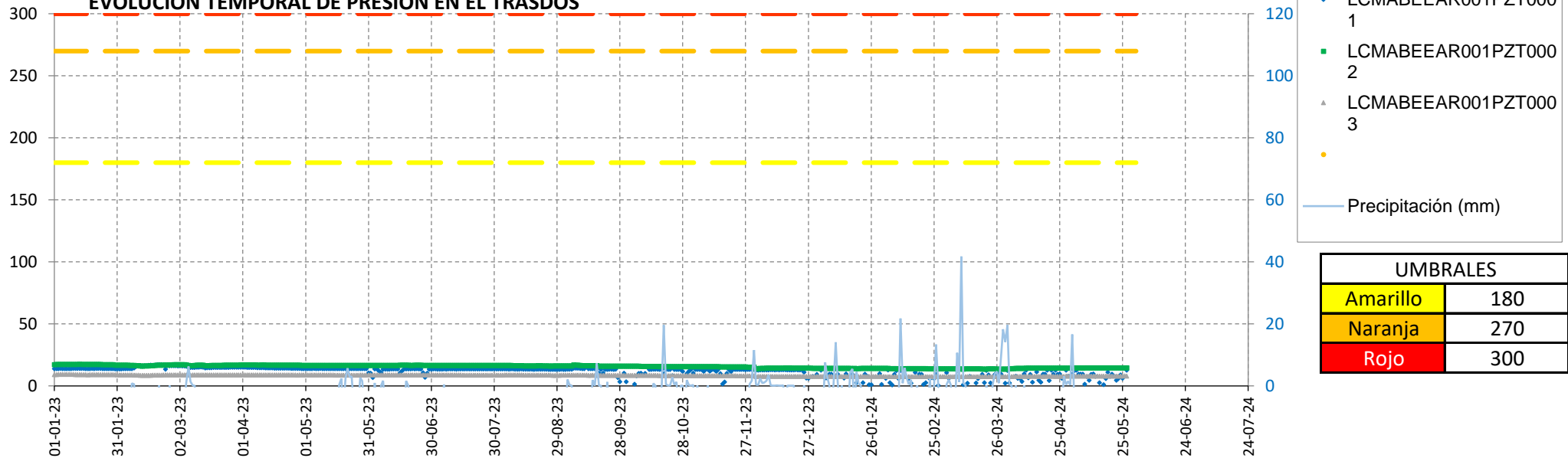
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

4 BÓVEDA TE-08

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-08

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

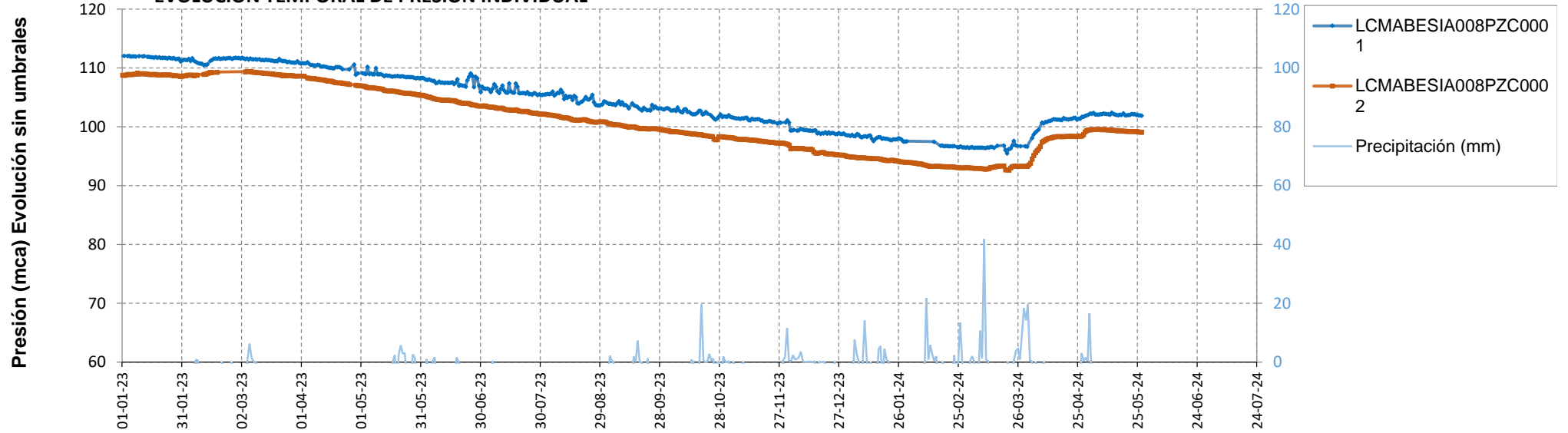
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

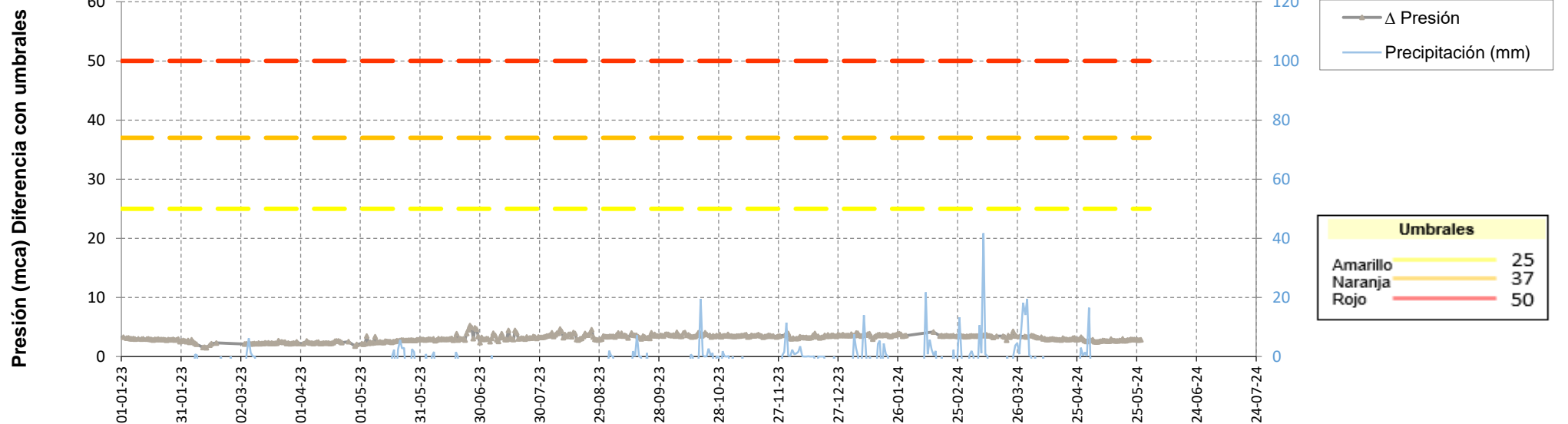
PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

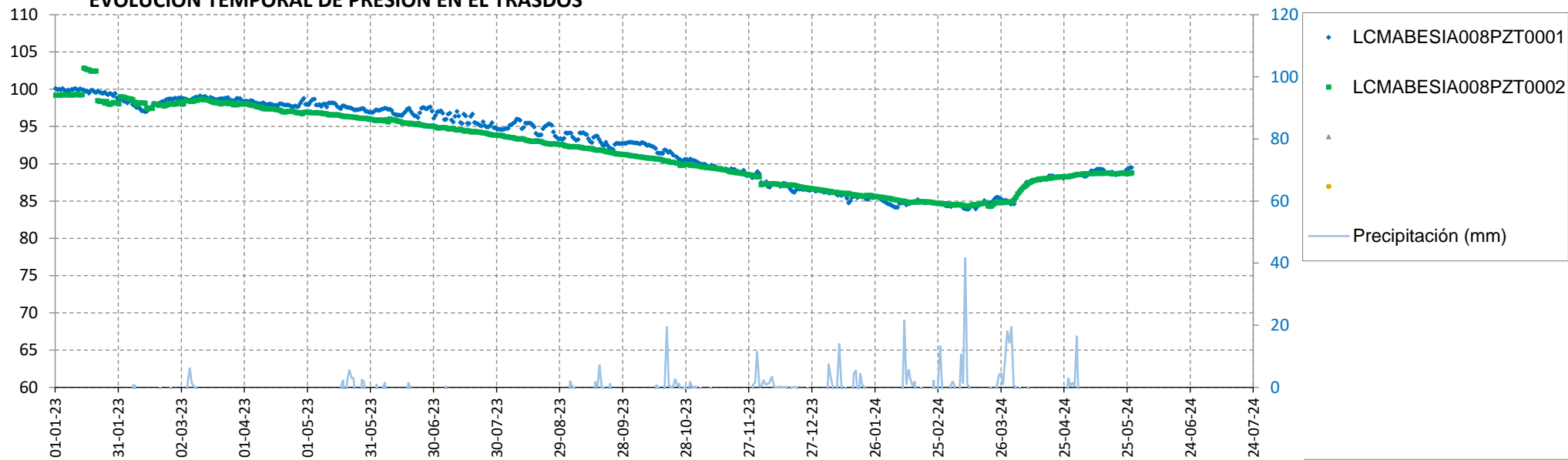


DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS



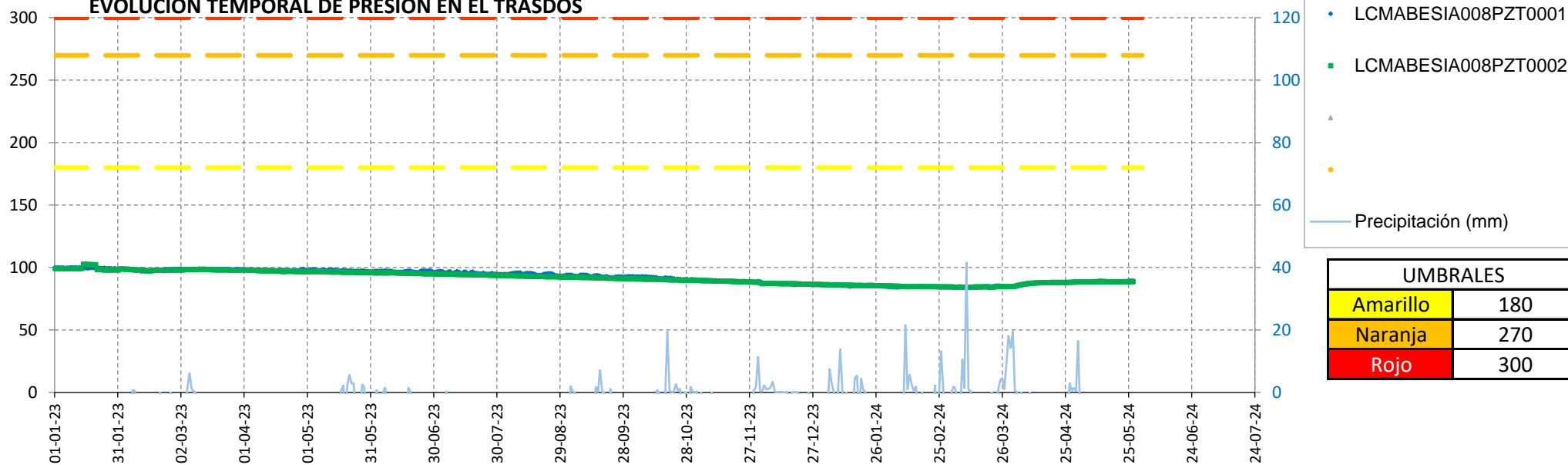
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

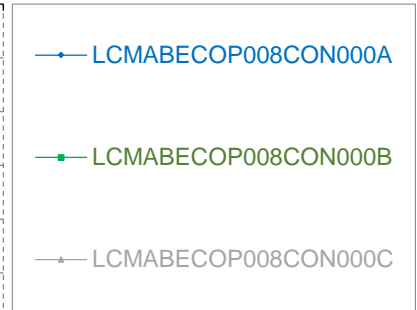
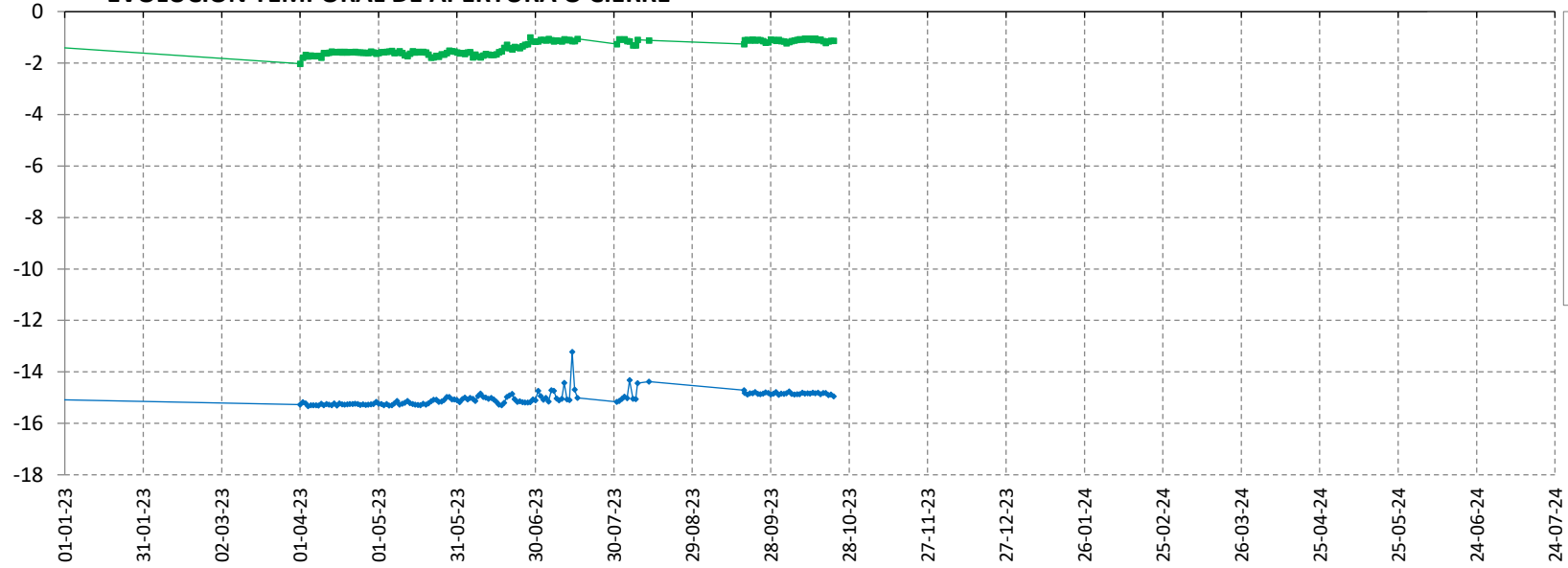
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

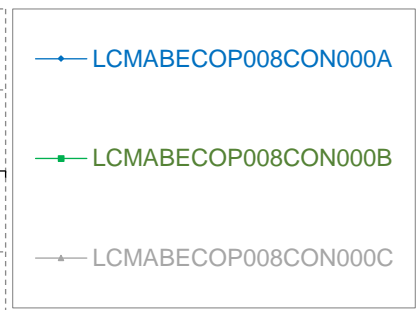
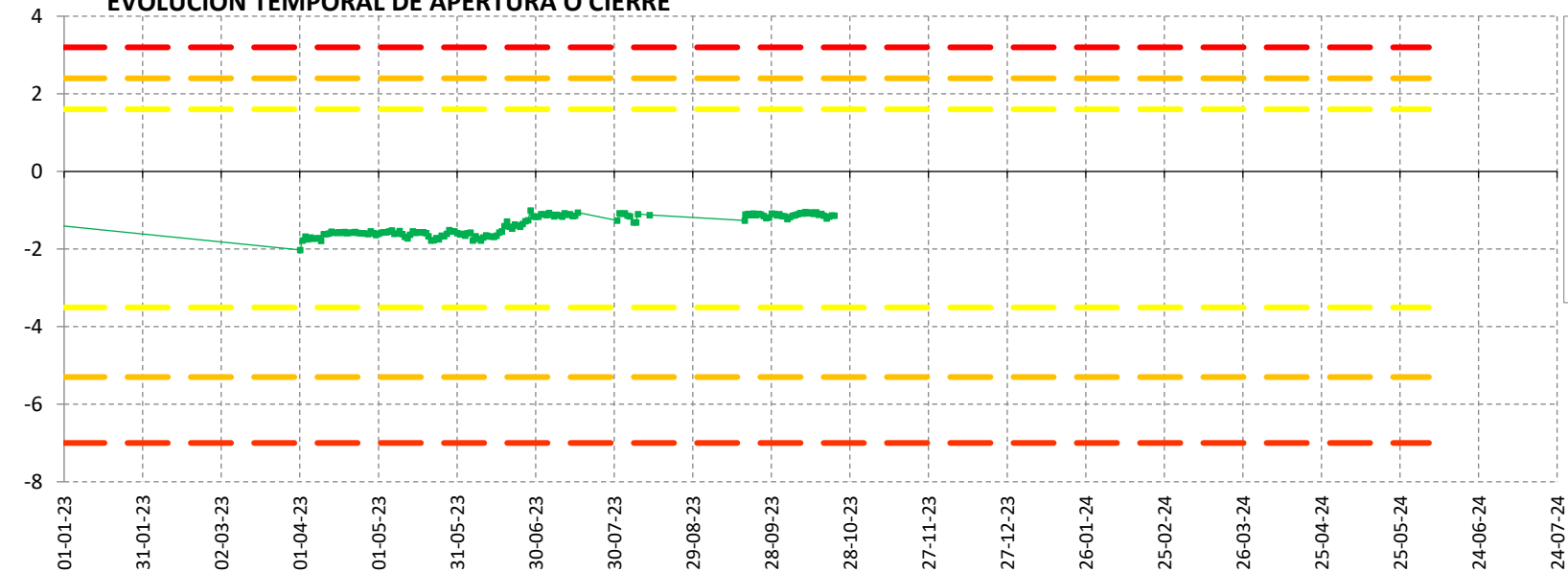
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

5 BÓVEDA TE-09

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-09

COP: Convergencia óptica laser (mm)

3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

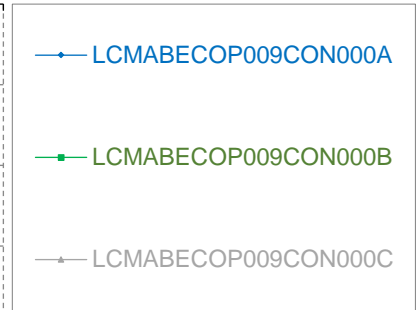
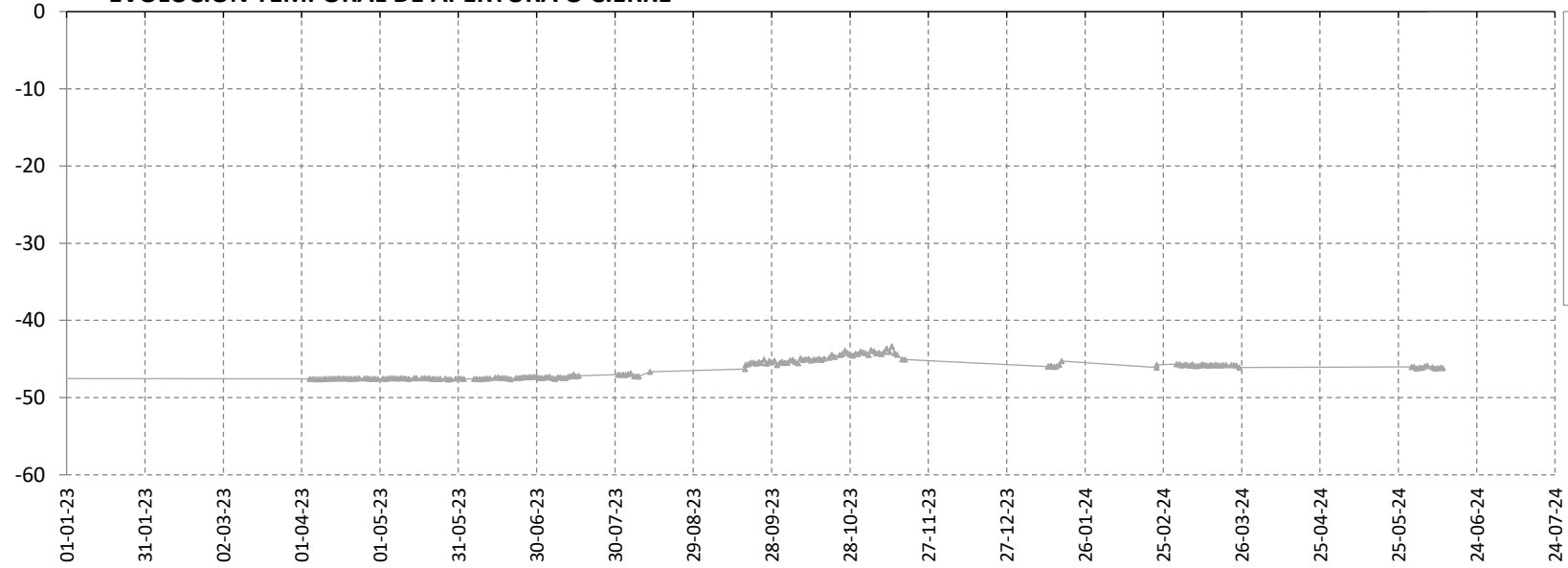
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

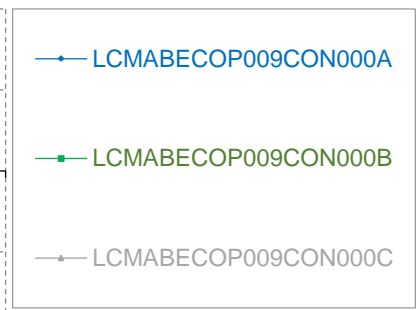
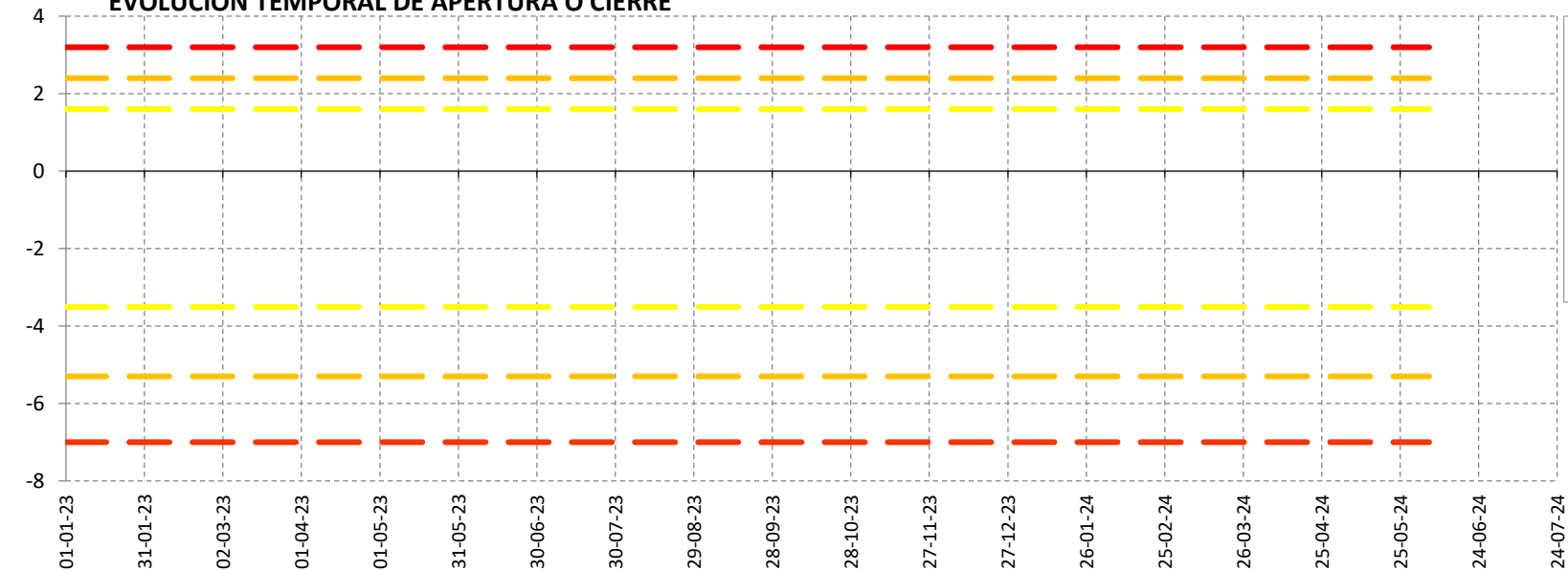
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

6 BÓVEDA TE-10

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-10

COP: Convergencia óptica laser (mm)

3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

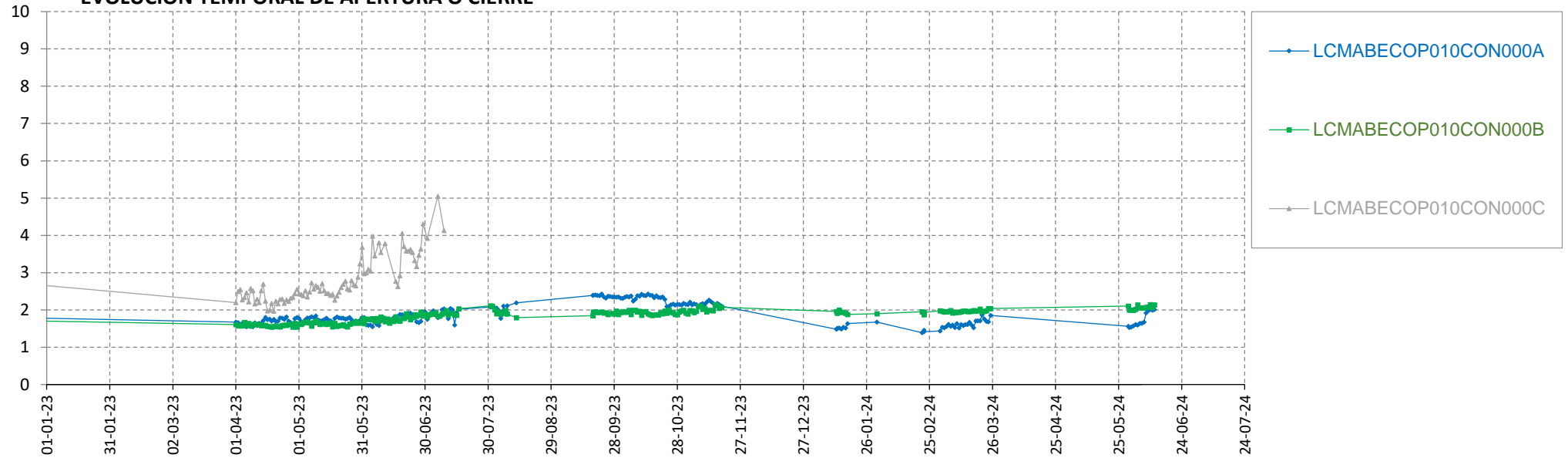
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

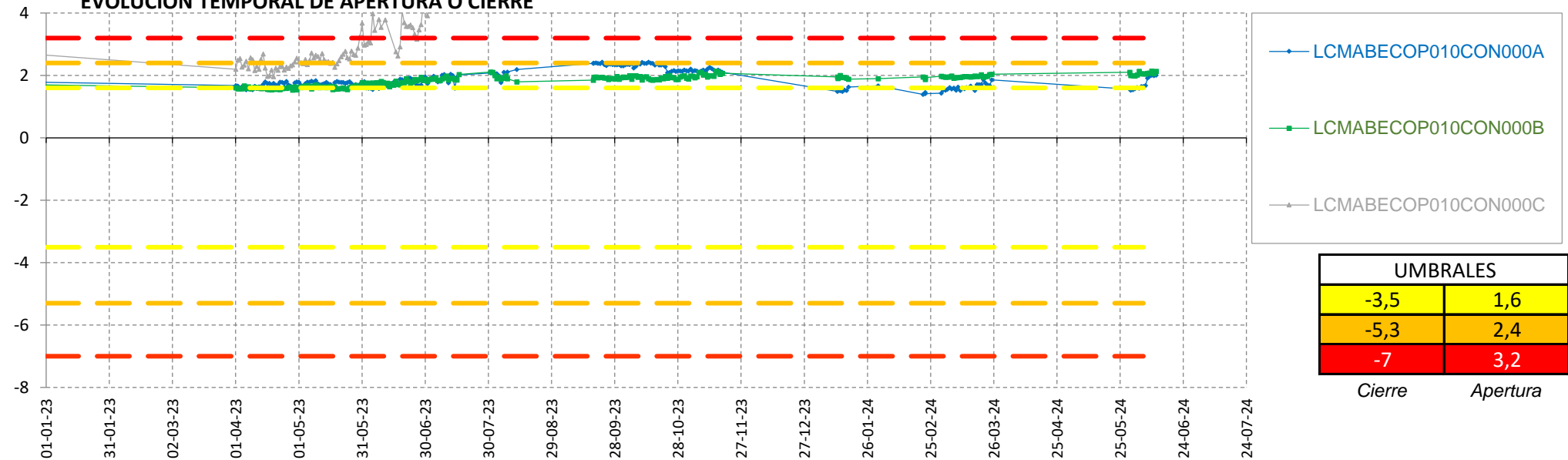
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
<i>Cierre</i>	<i>Apertura</i>

7 BÓVEDA TE-11

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-11

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

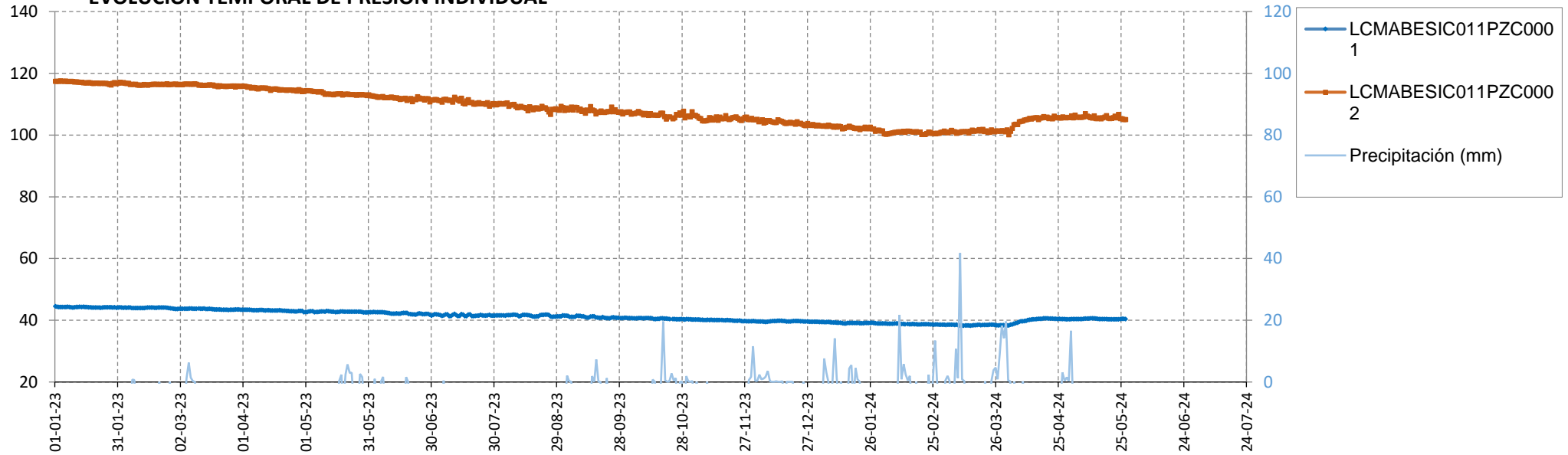
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

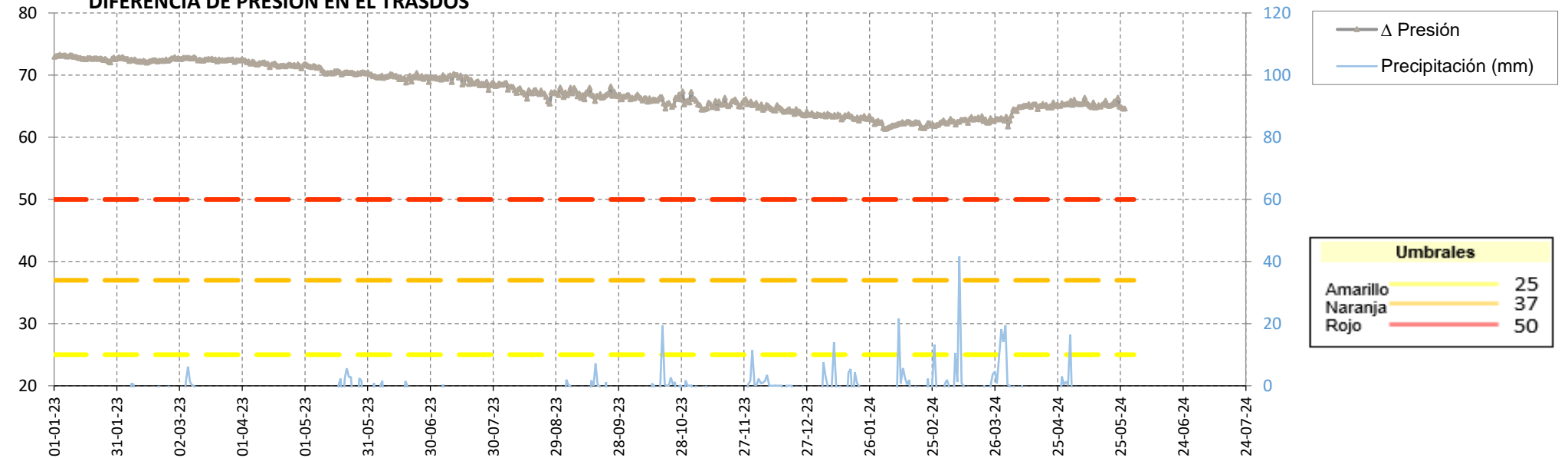
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



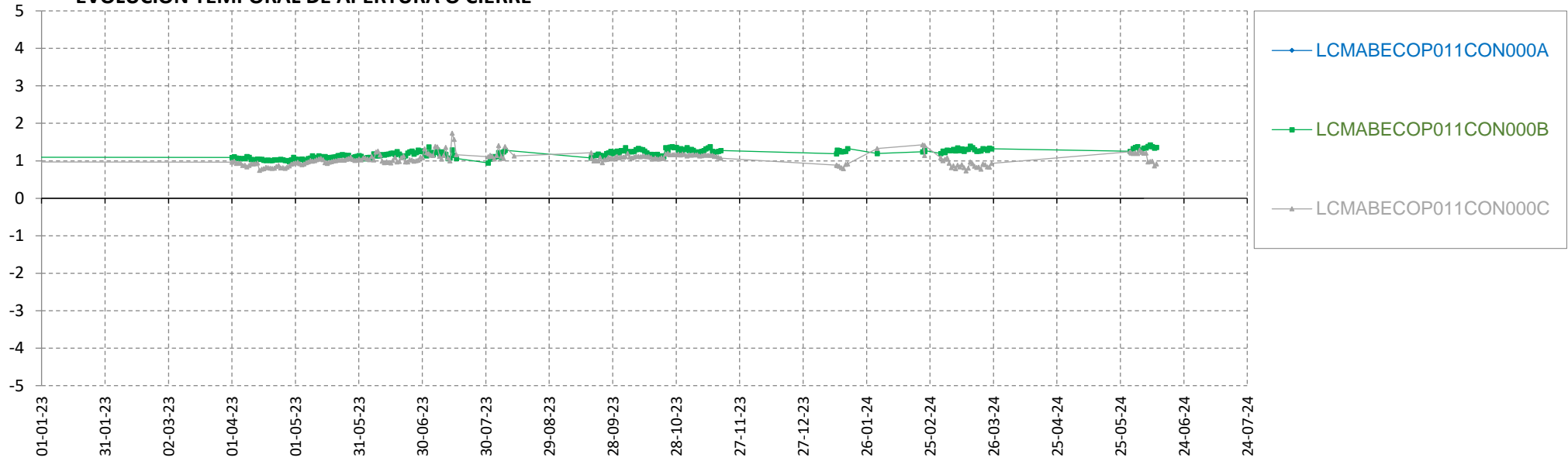
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



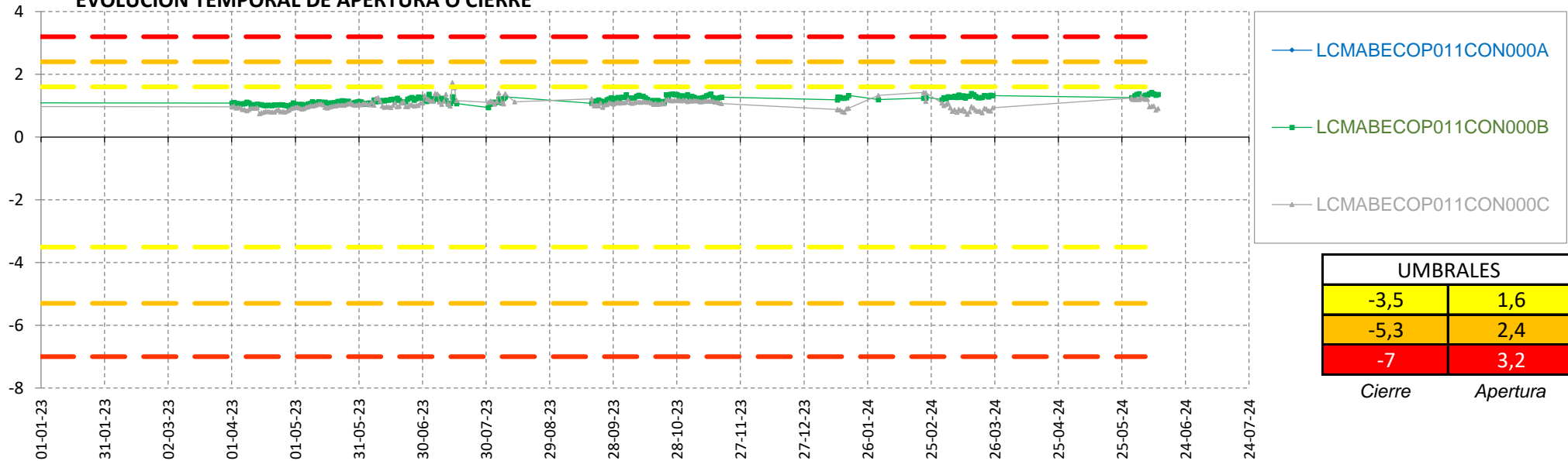
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

8 BÓVEDA TE-12

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-12

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

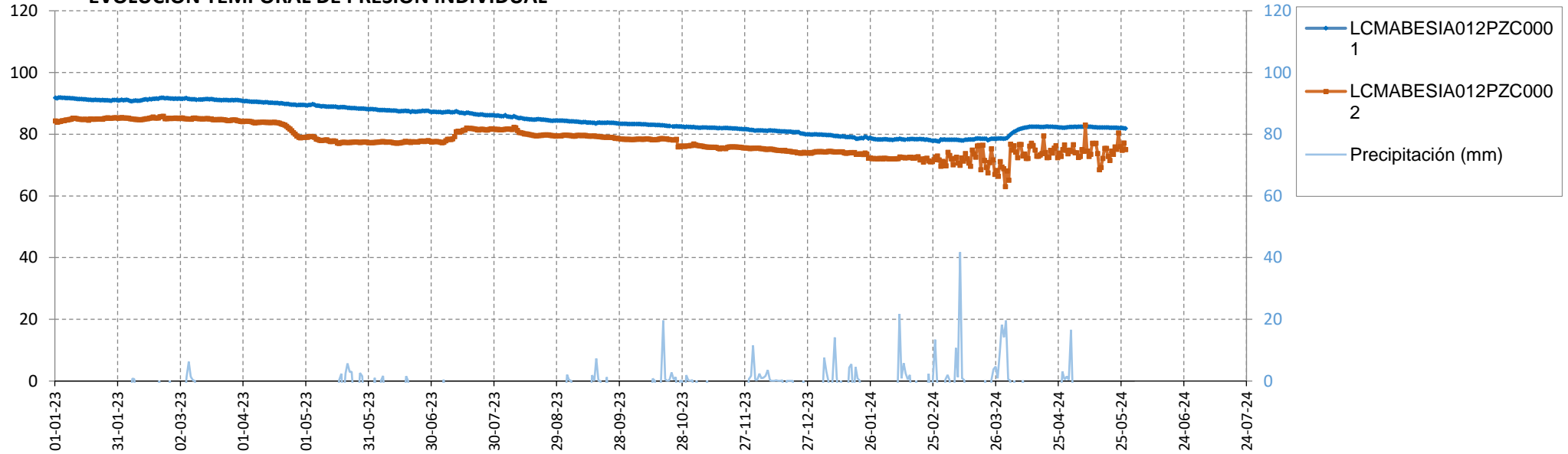
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

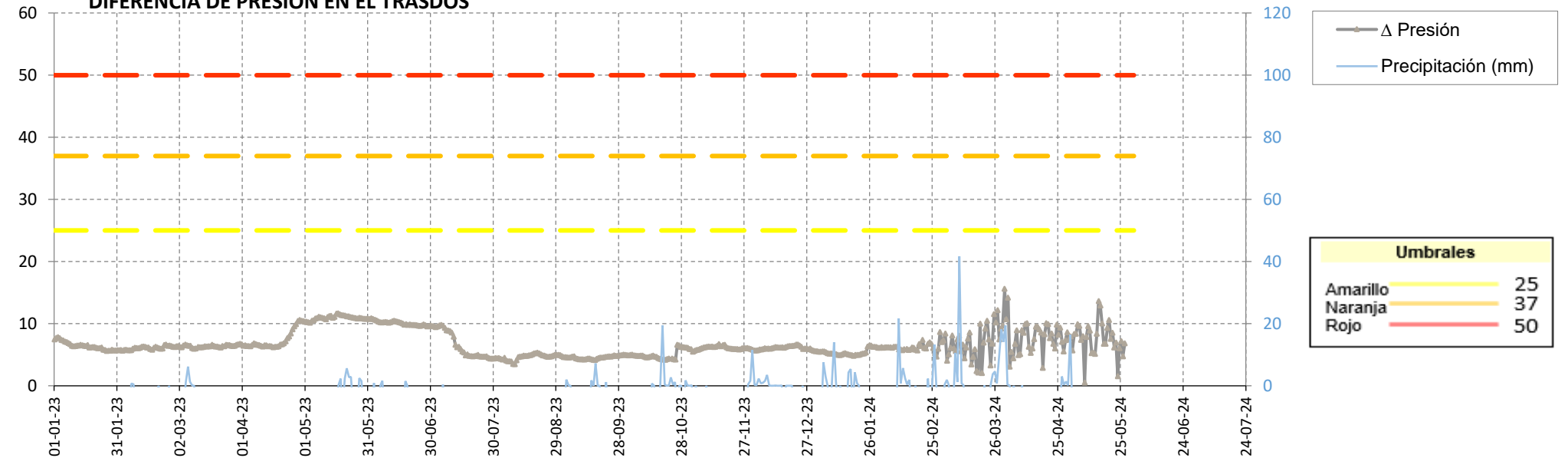
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



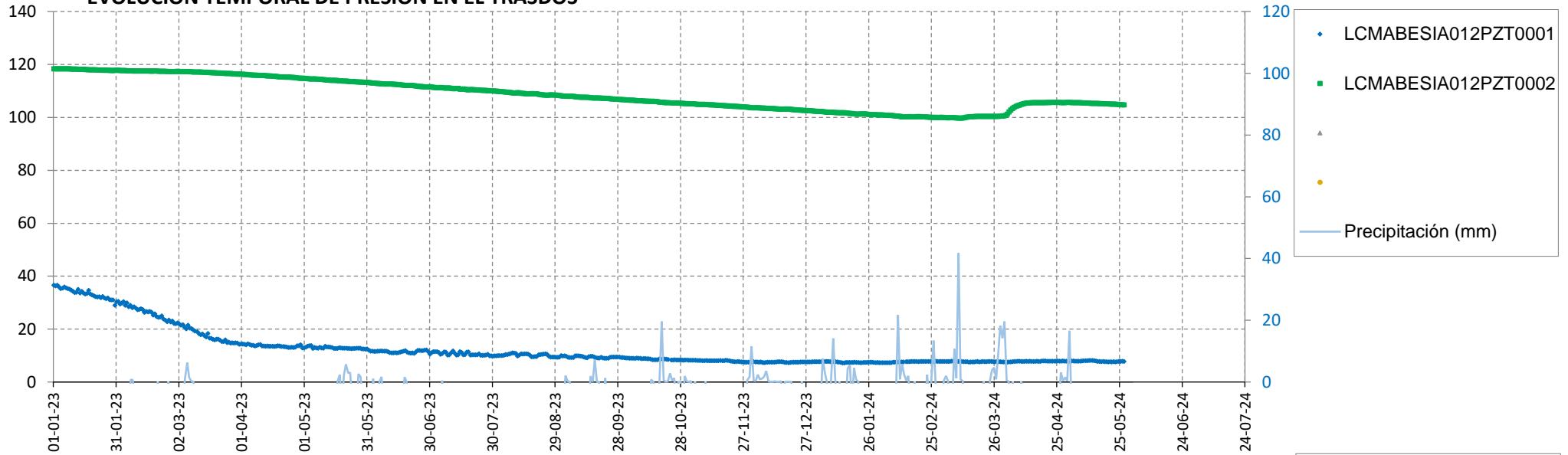
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



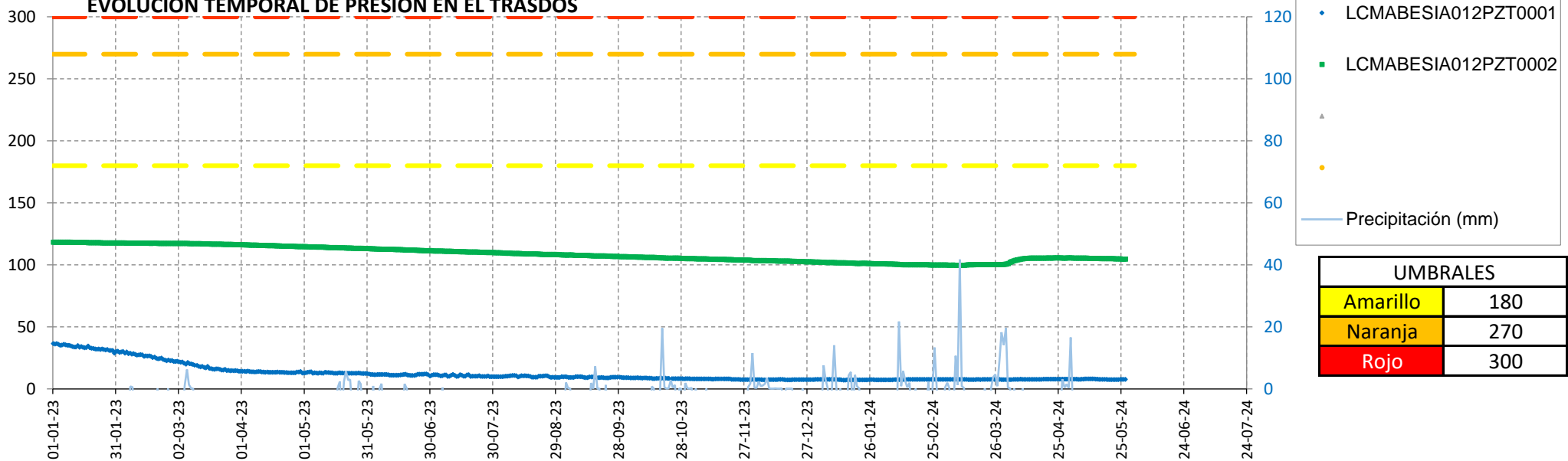
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

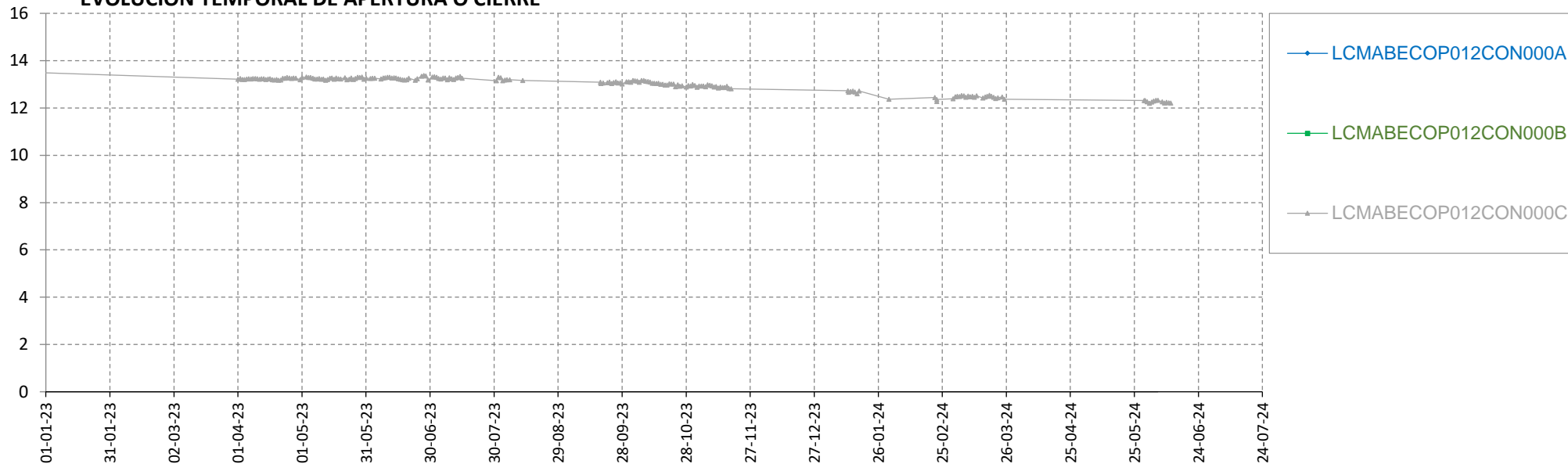
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

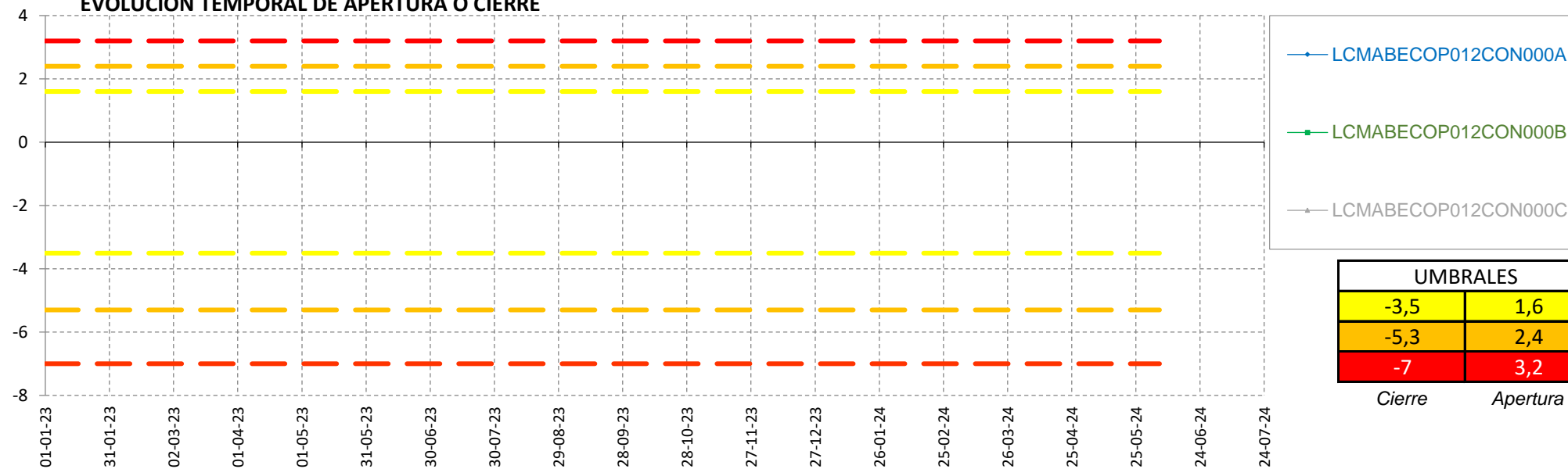
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

9 BÓVEDA TE-13

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-13

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

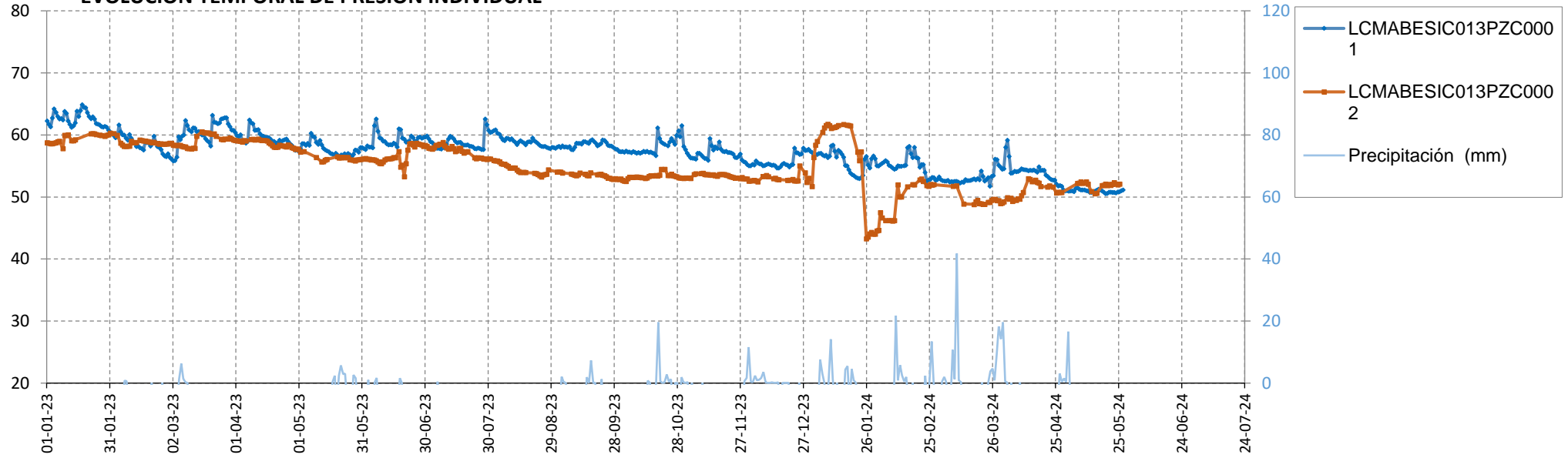
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

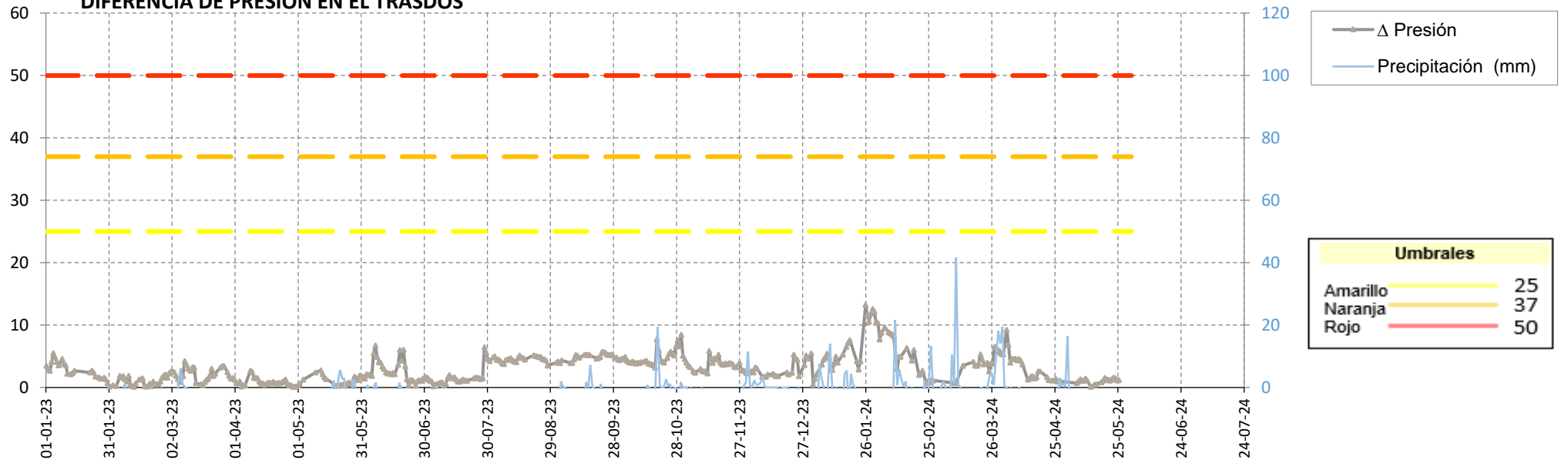
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



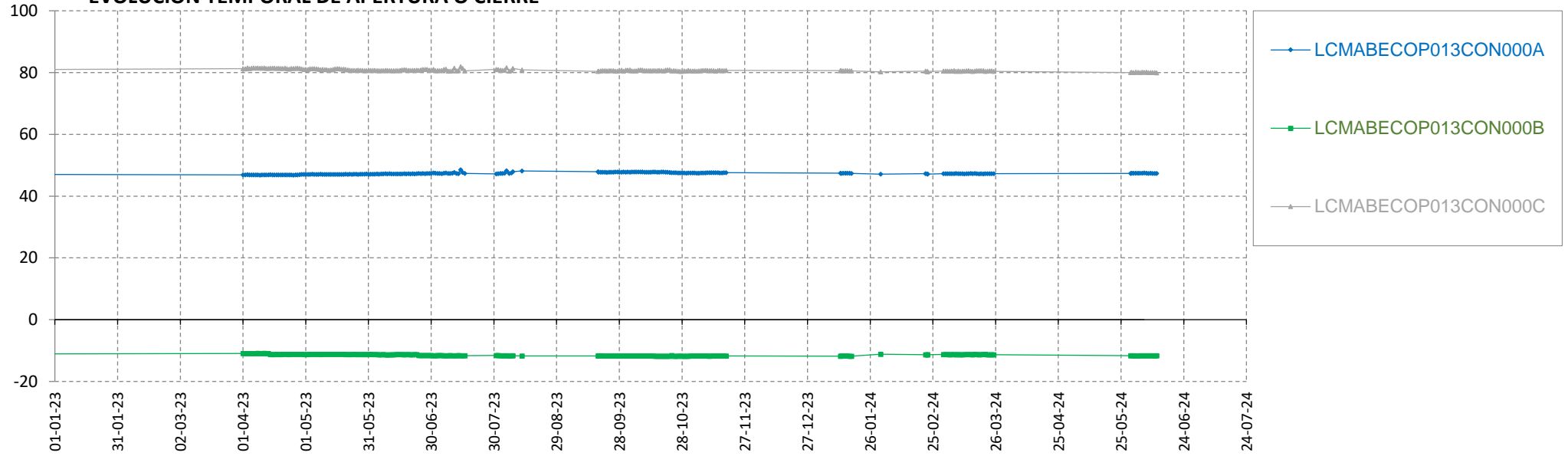
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



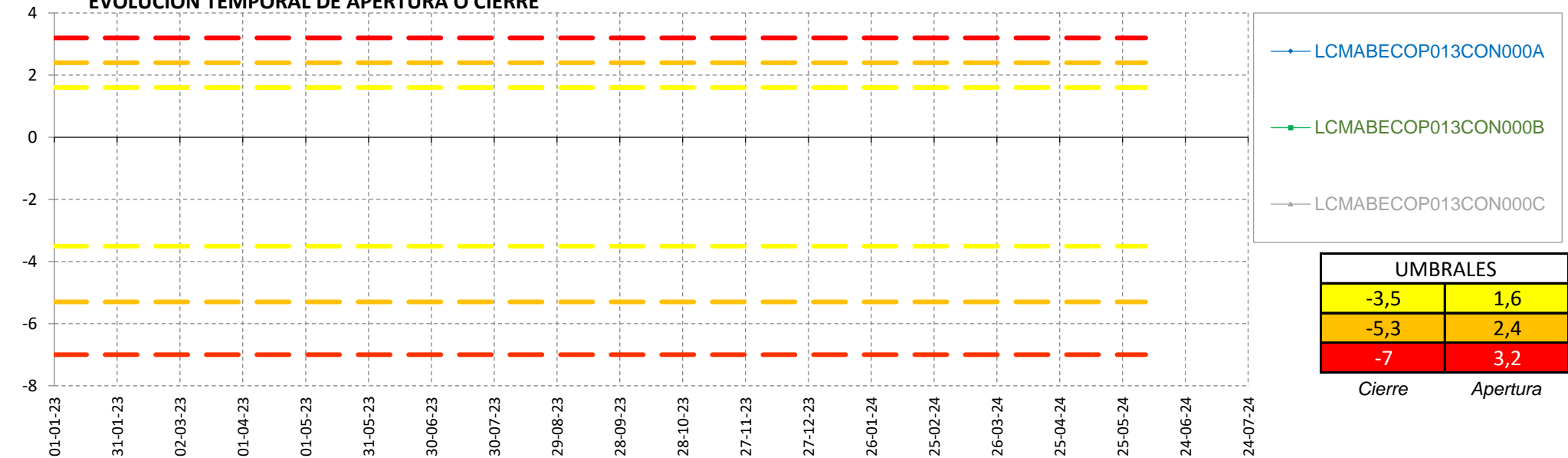
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

10 BÓVEDA TE-14

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-14

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

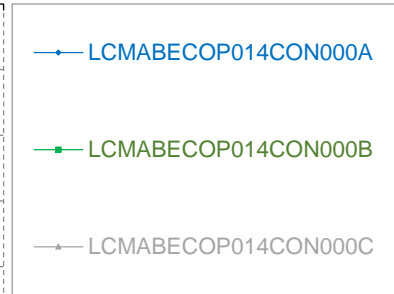
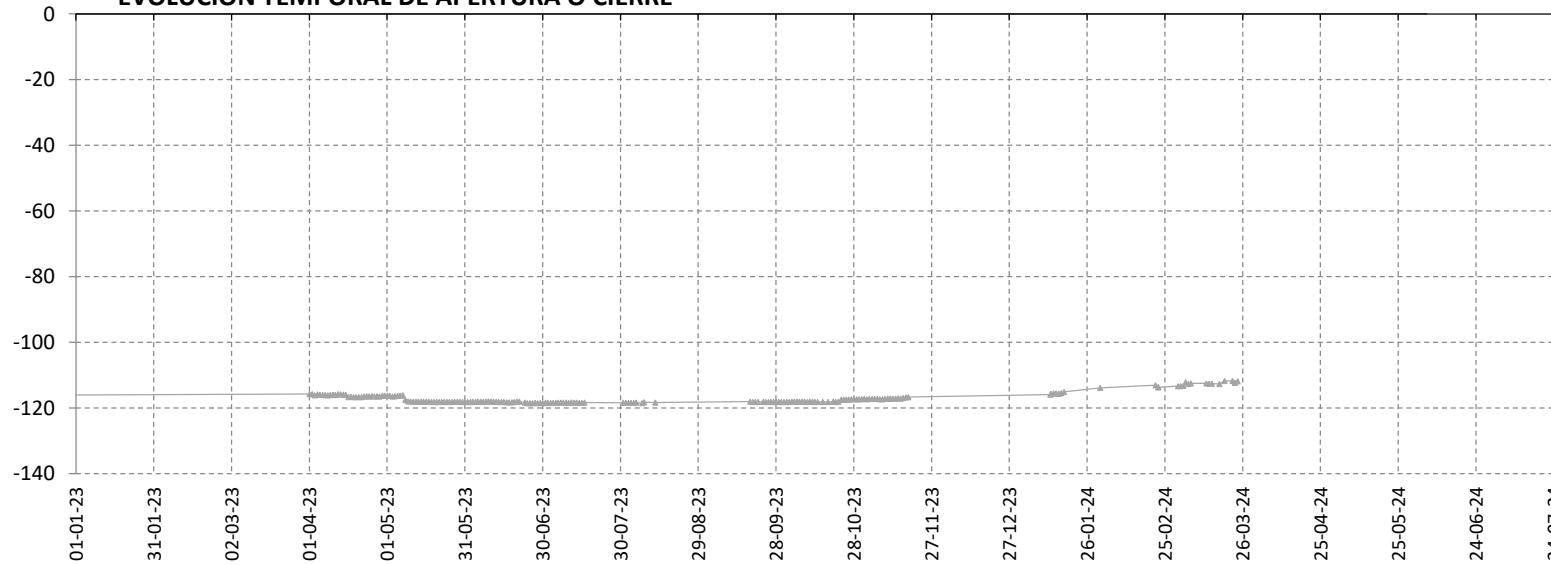
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

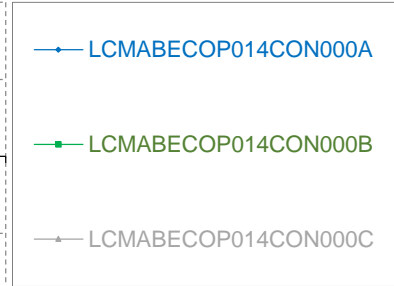
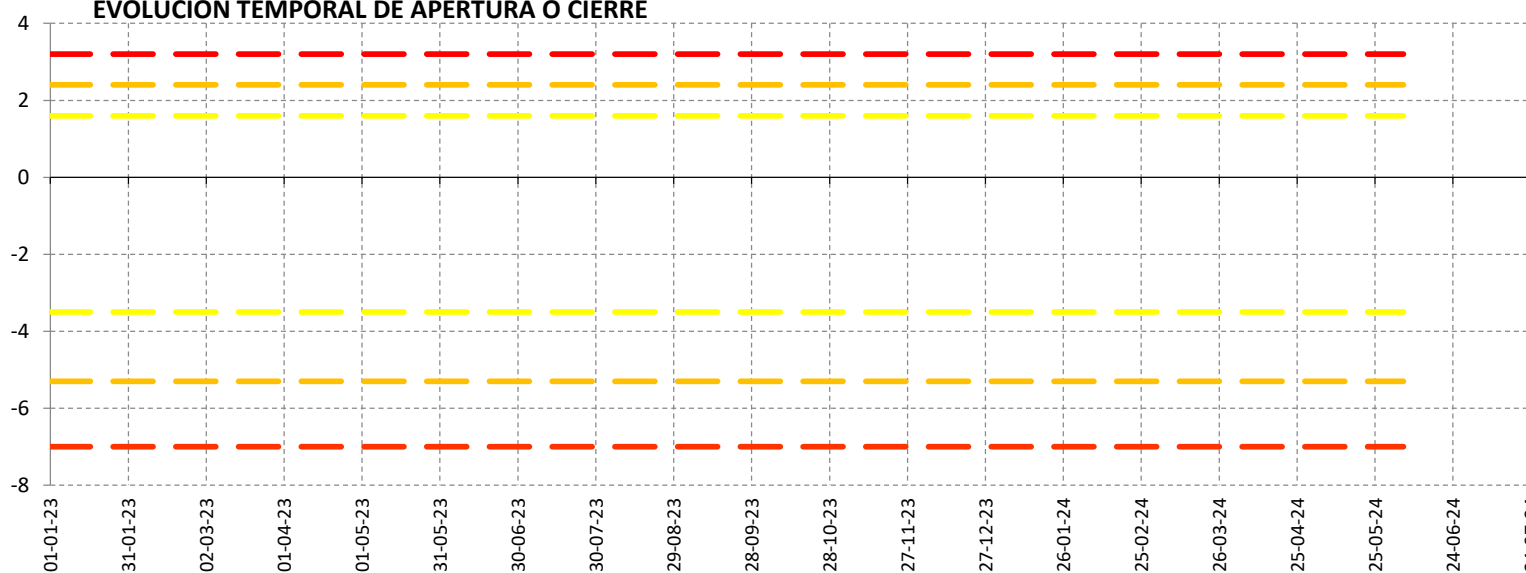
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

11 BÓVEDA TE-17

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-17

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

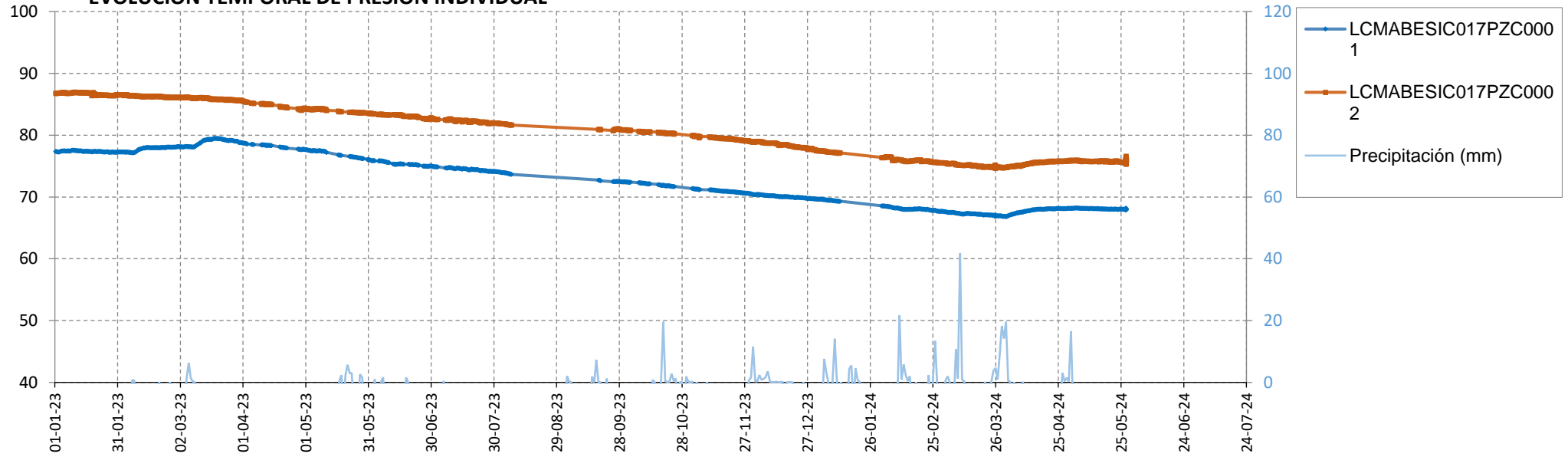
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

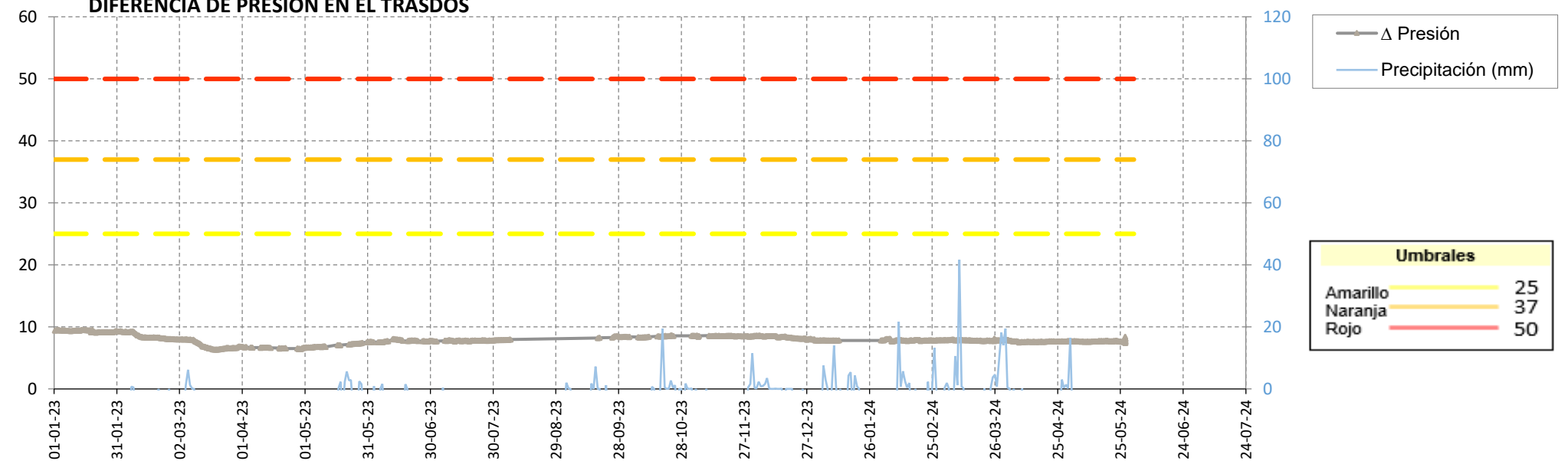
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



Umbrales	
Amarillo	25
Naranja	37
Rojo	50

12 BÓVEDA TE-18

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-18

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

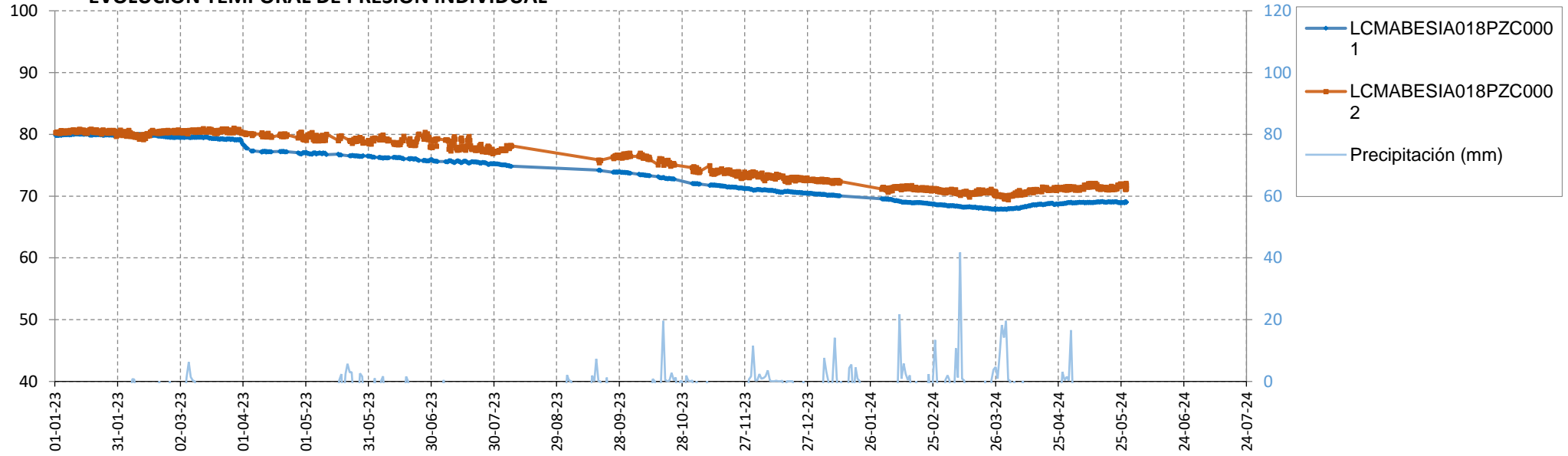
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

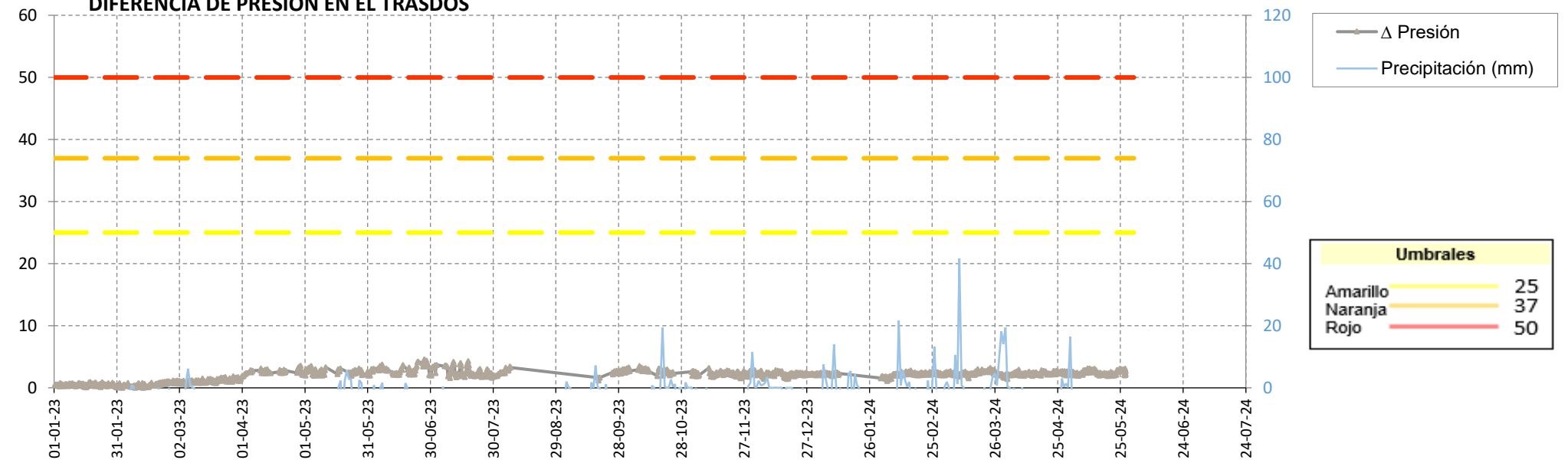
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

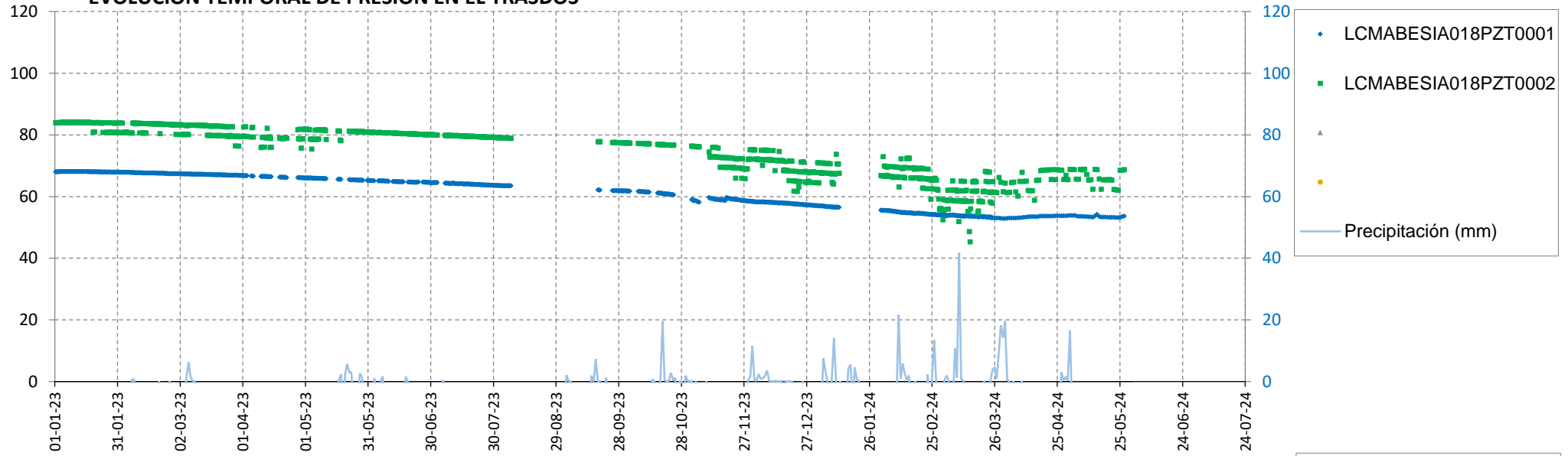
Presión (mca) Diferencia con umbrales



Umbral	
Amarillo	25
Naranja	37
Rojo	50

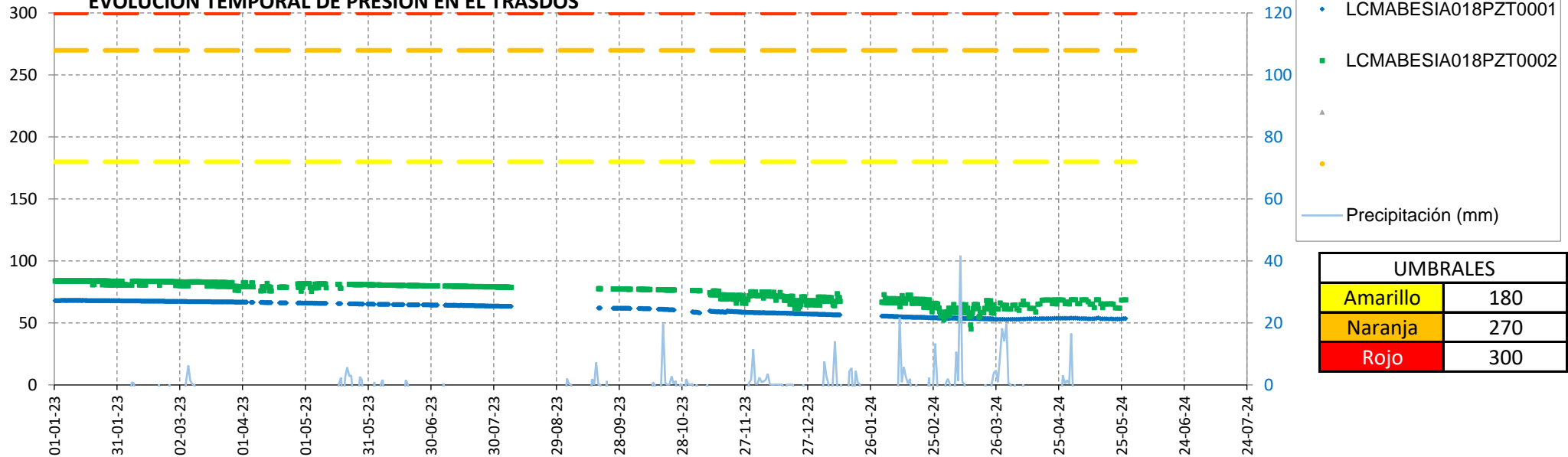
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

13 BÓVEDA TE-22

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-22

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

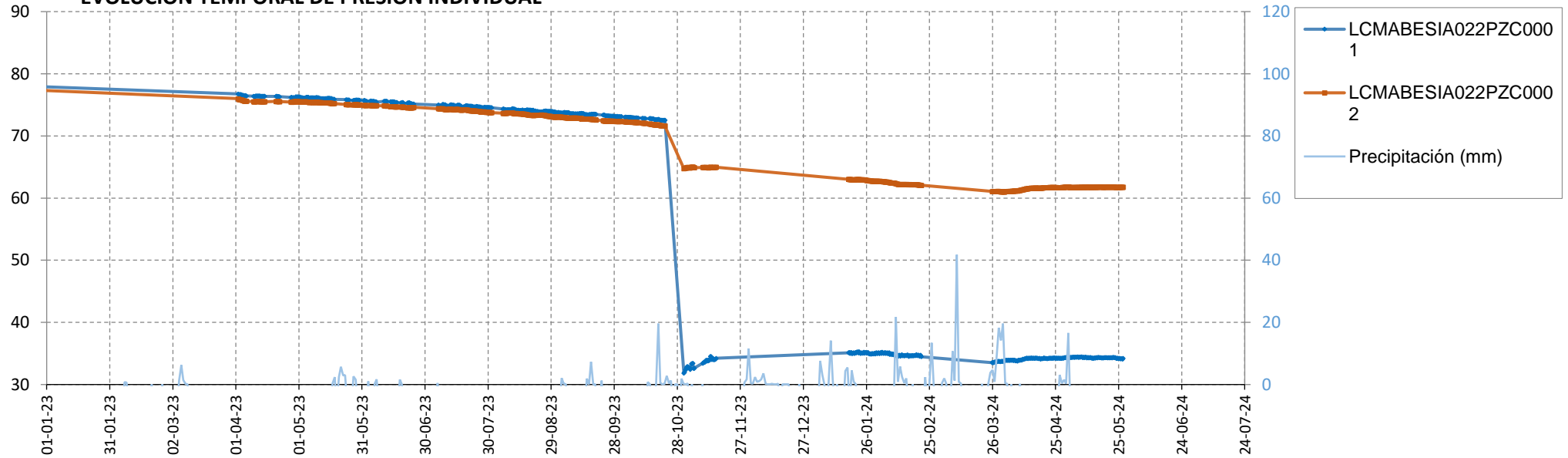
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

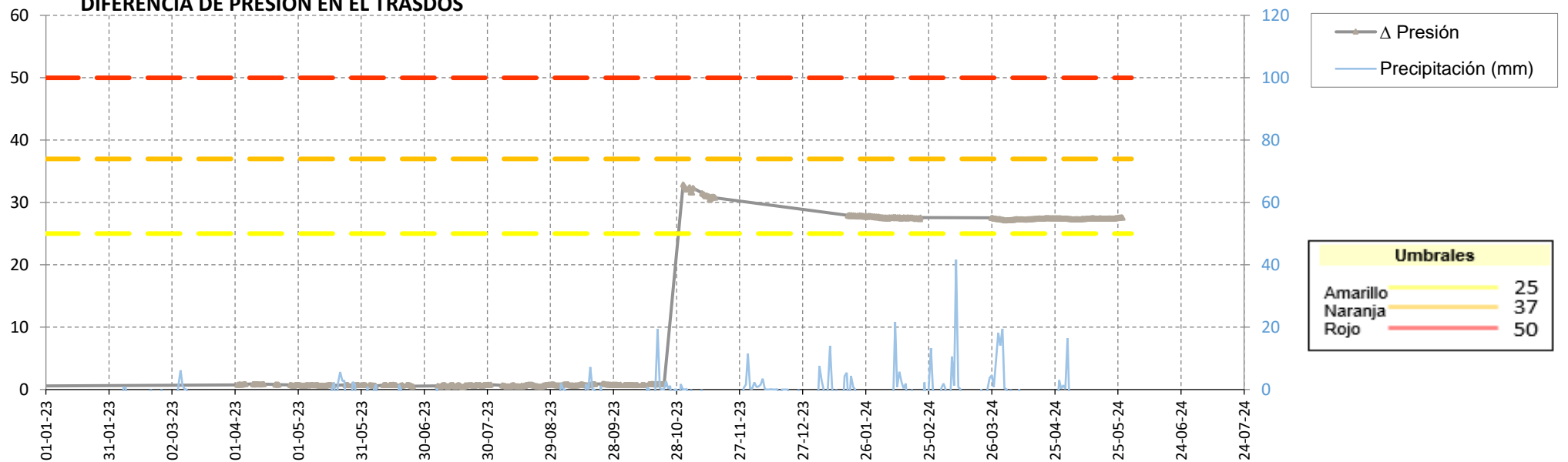
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



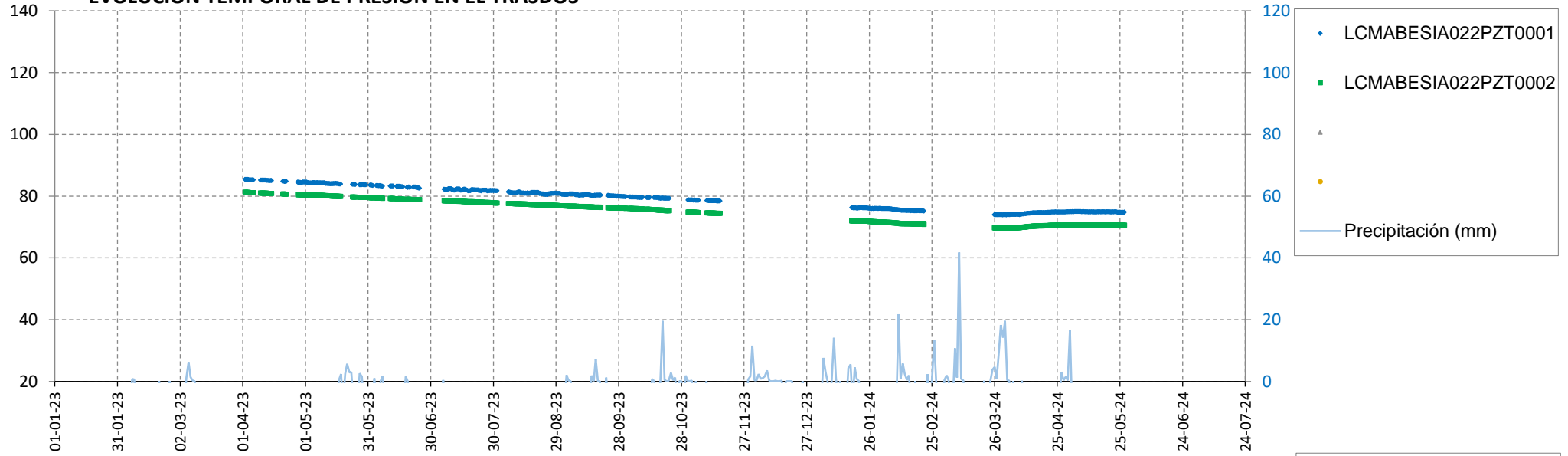
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



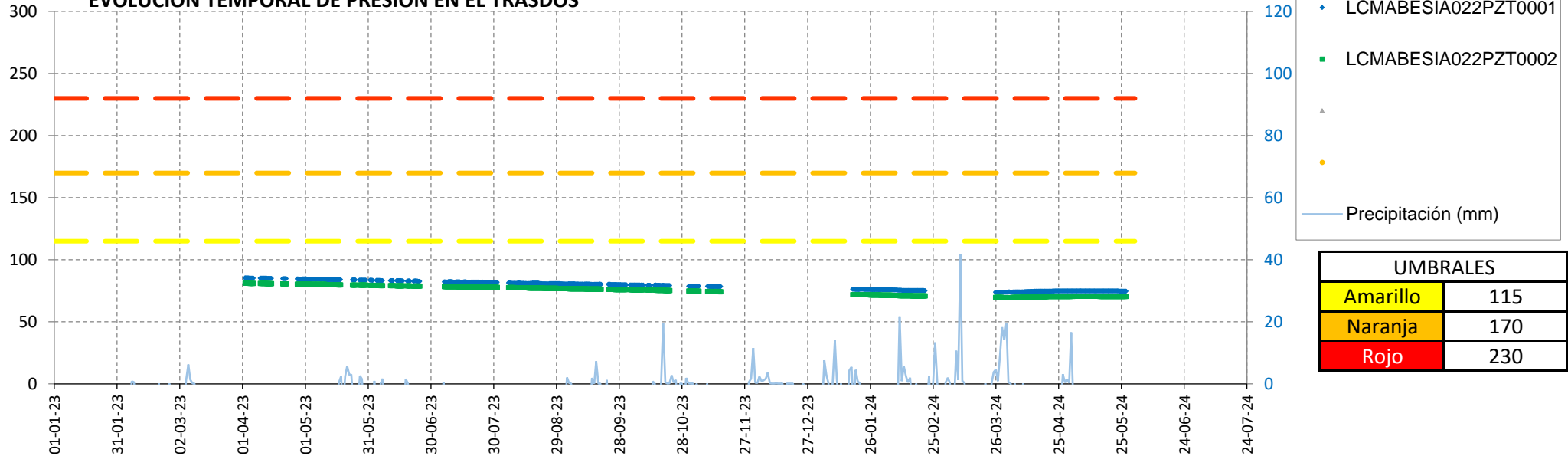
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	115
Naranja	170
Rojo	230

14 BÓVEDA TE-25

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-25

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

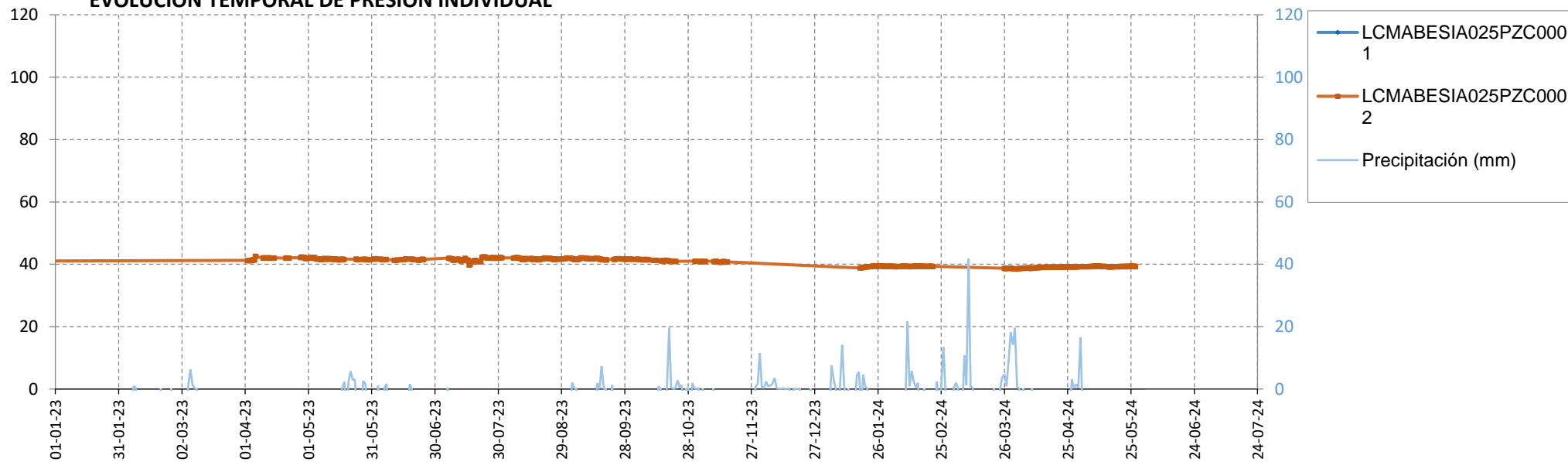
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

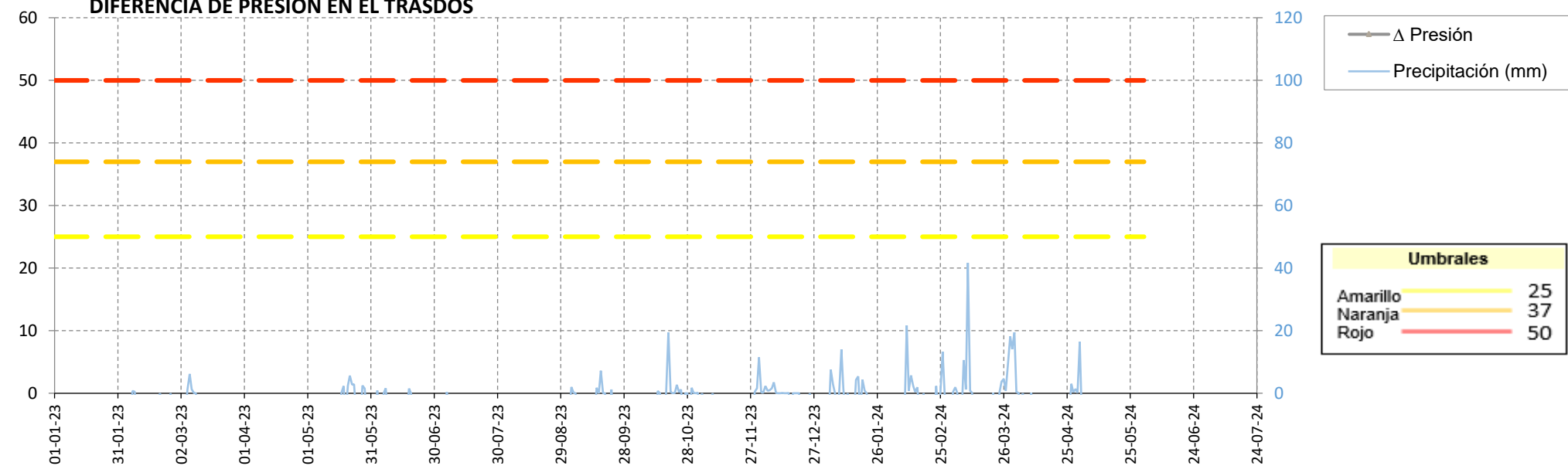
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



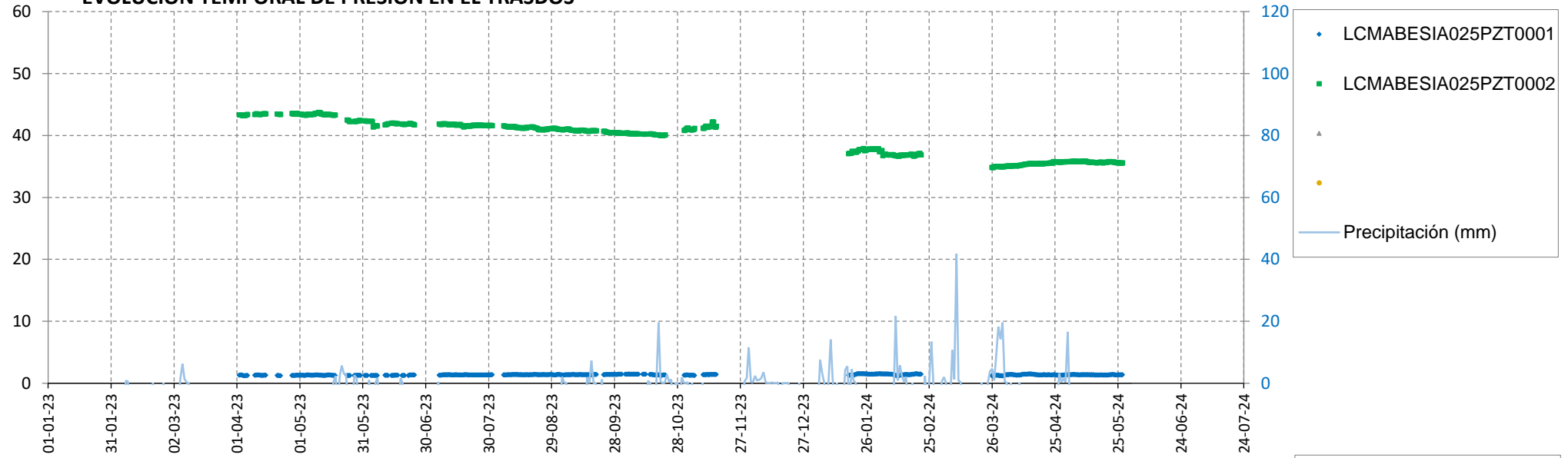
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



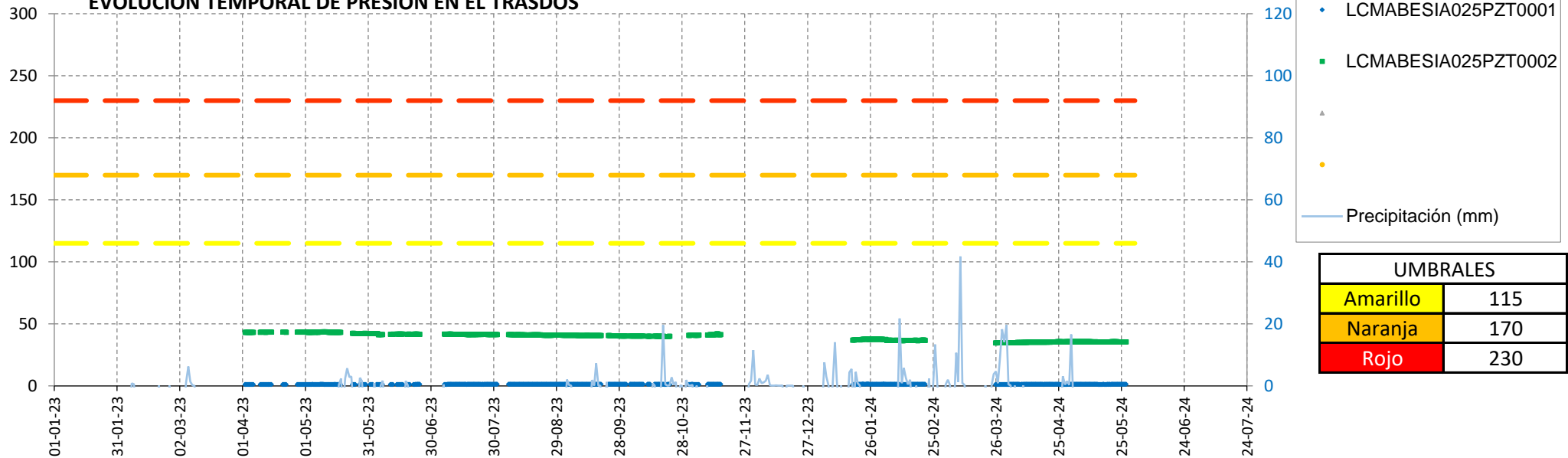
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	115
Naranja	170
Rojo	230

15 BÓVEDA TE-26

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-26

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

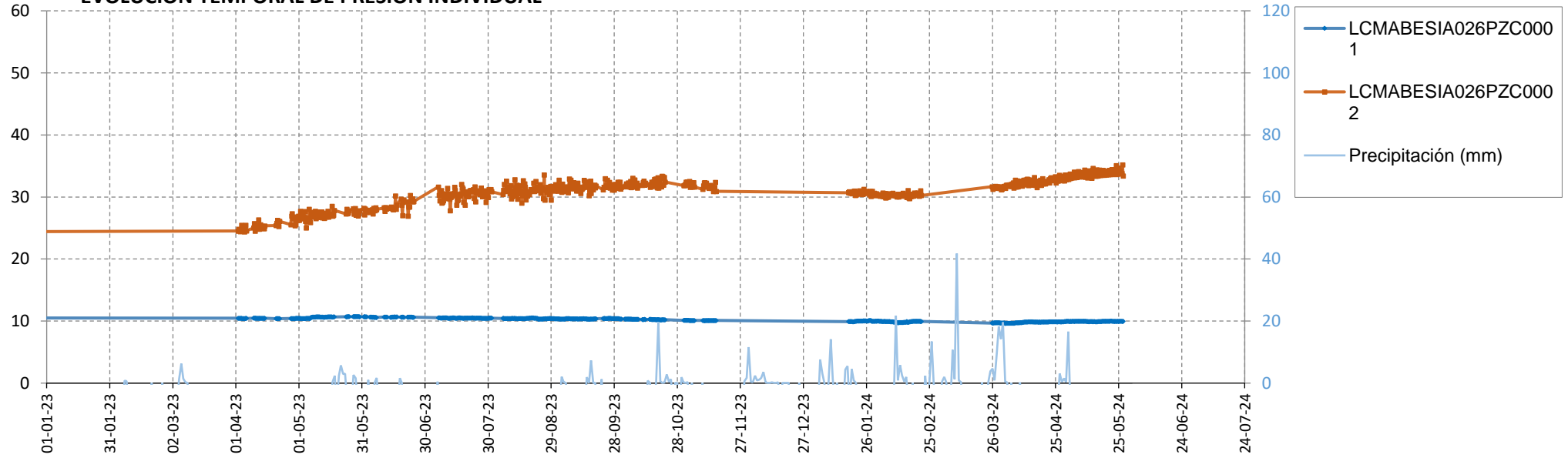
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

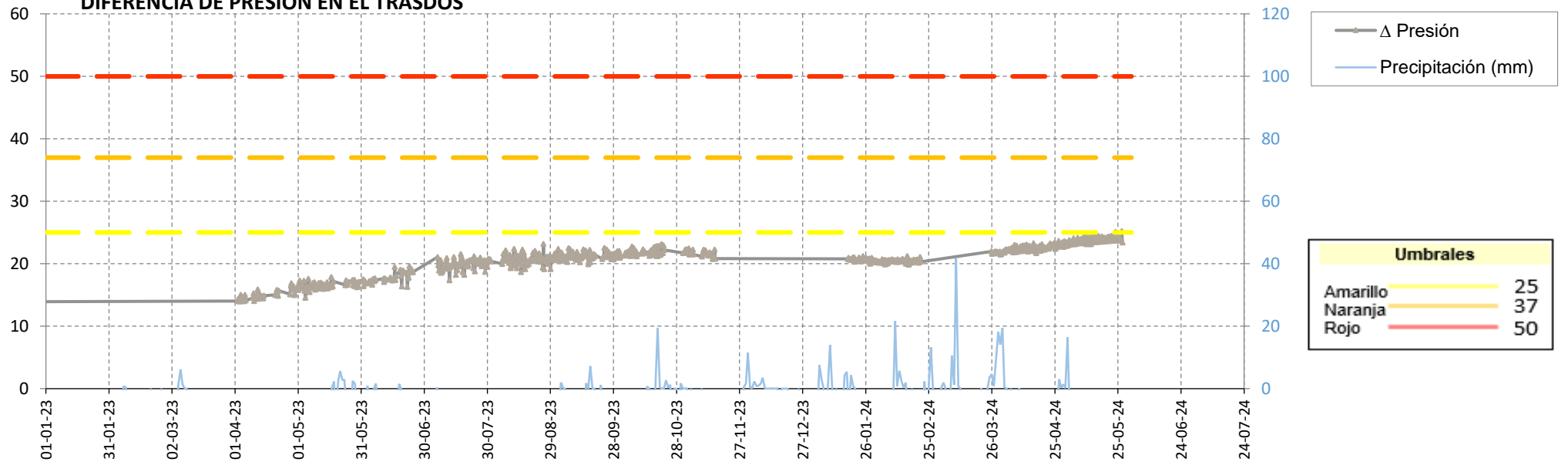
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



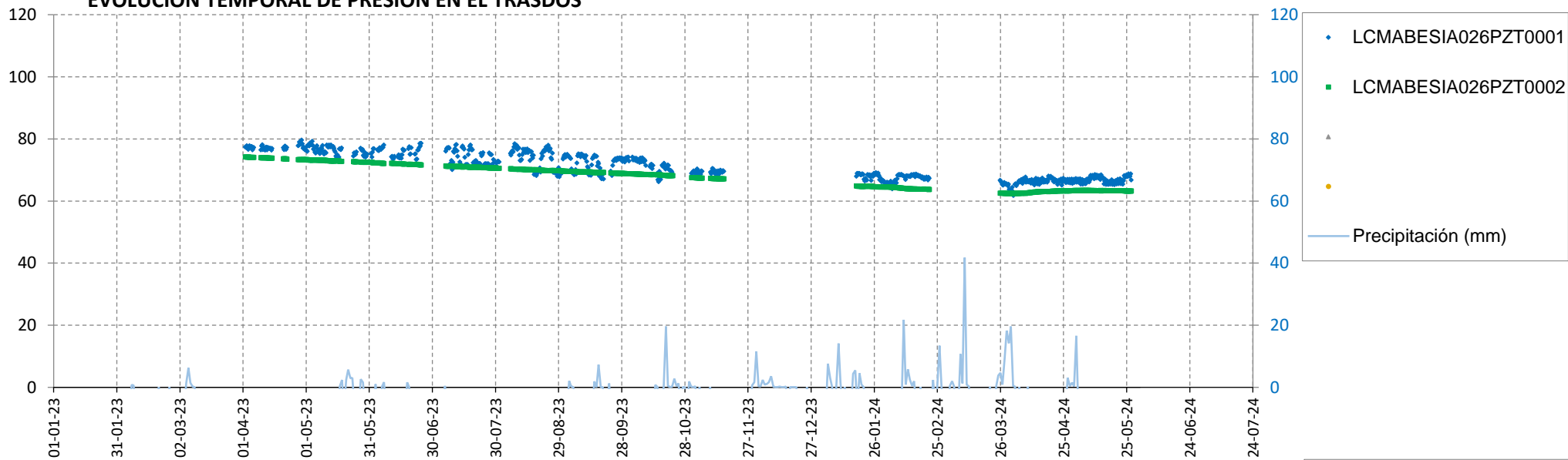
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



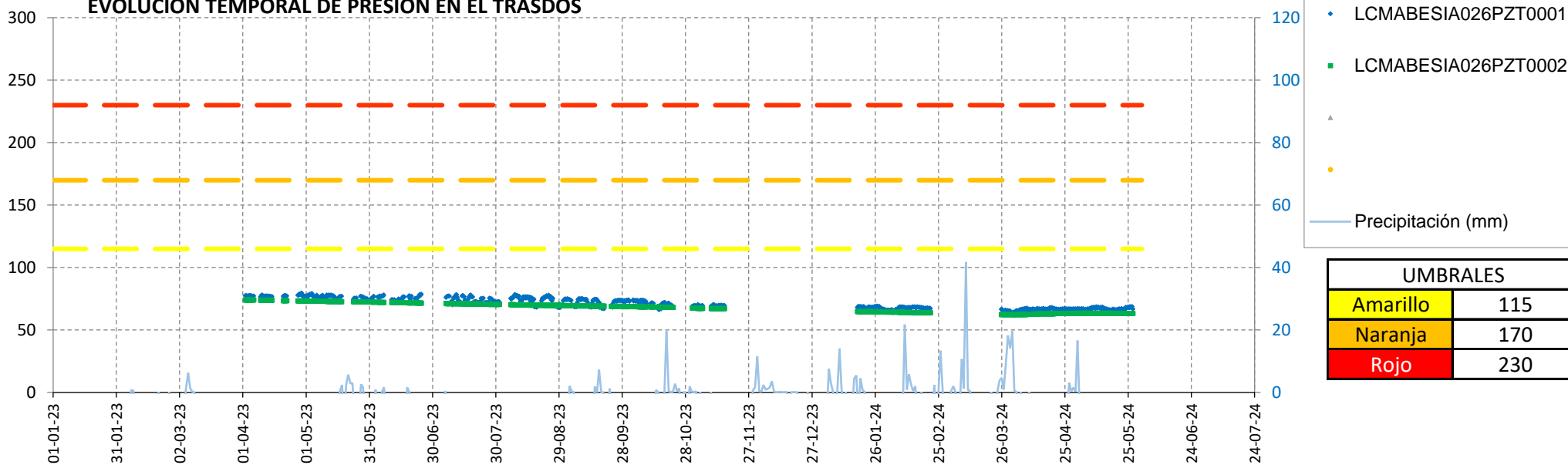
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

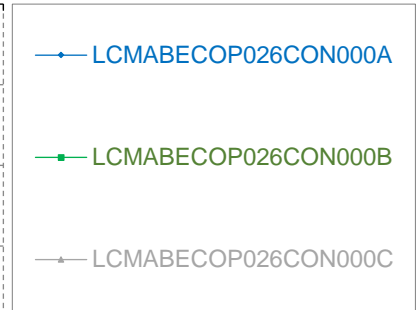
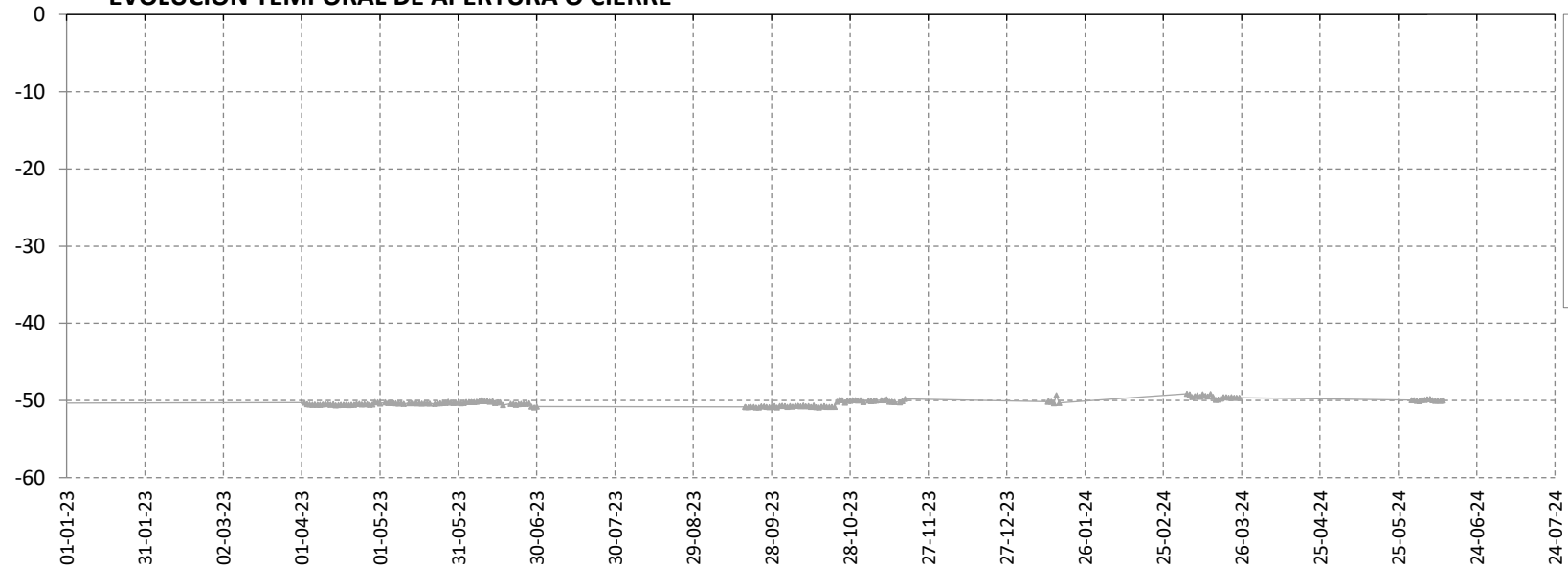
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	115
Naranja	170
Rojo	230

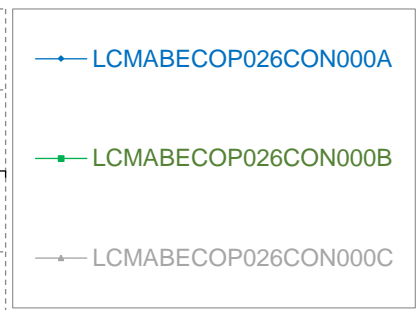
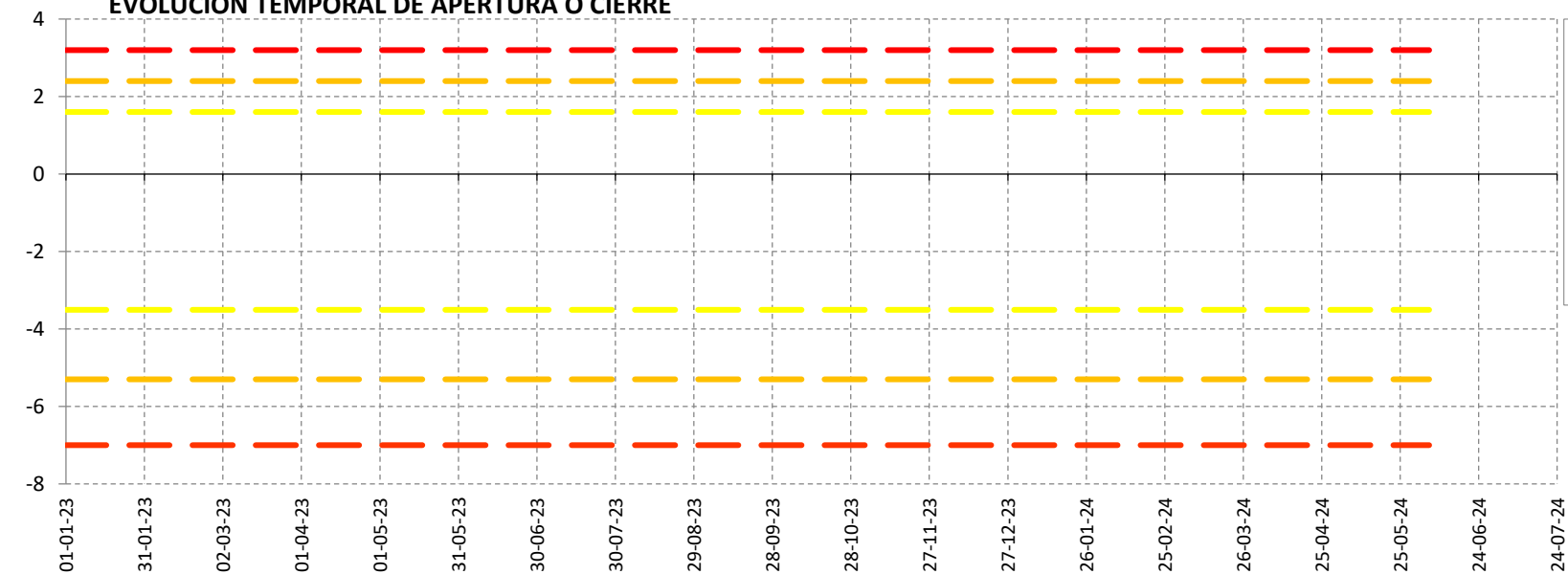
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

16 BÓVEDA TE-30

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-30

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

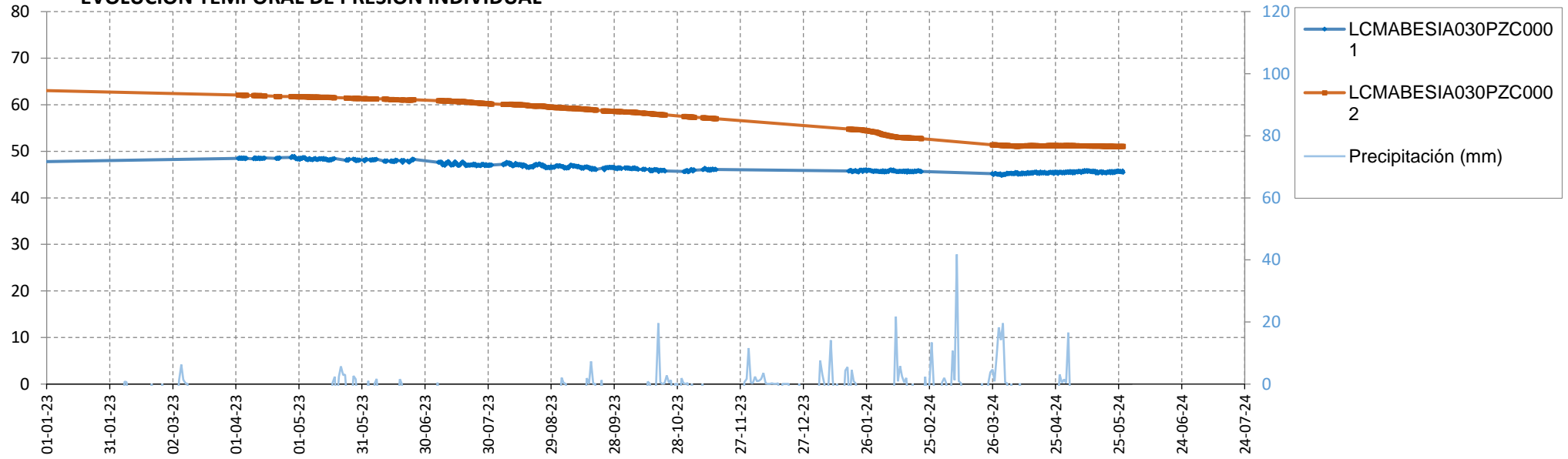
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

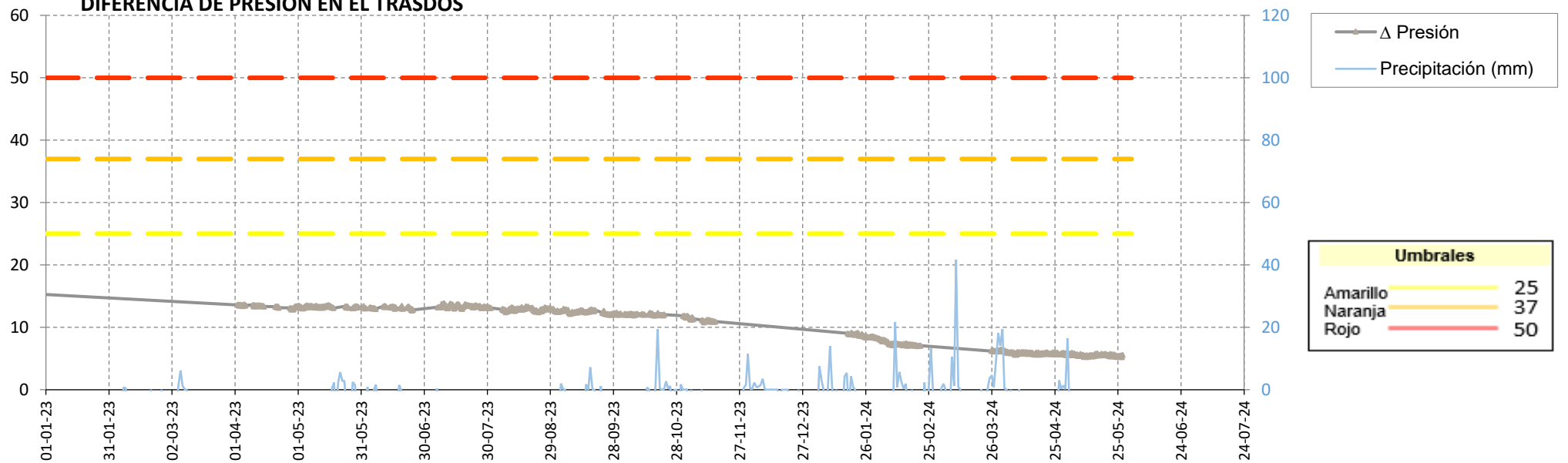
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



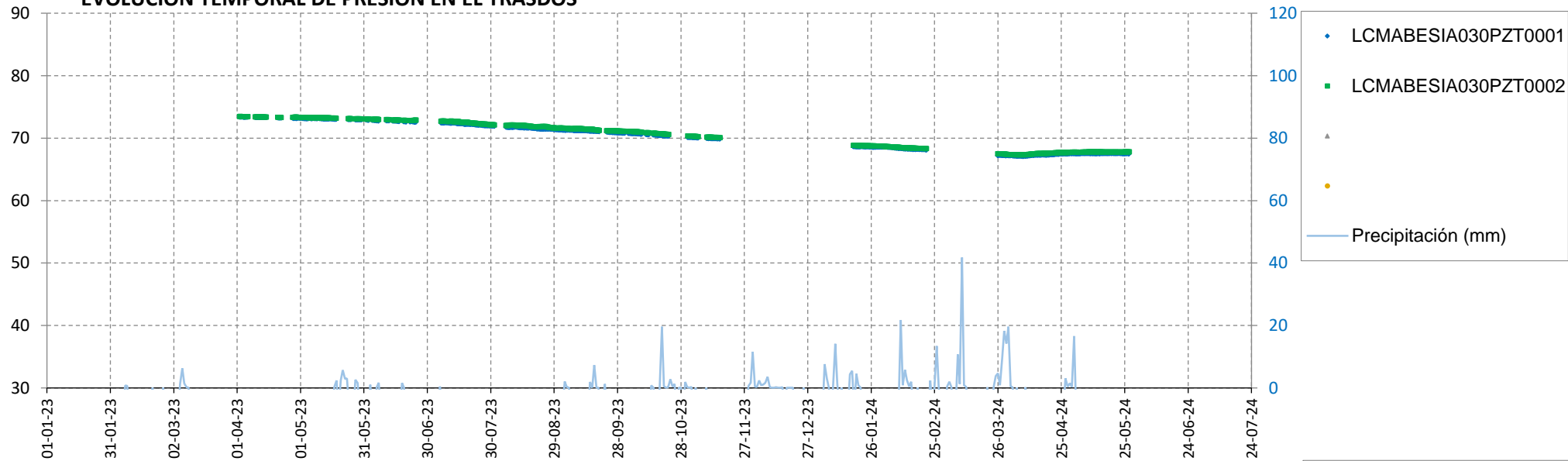
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



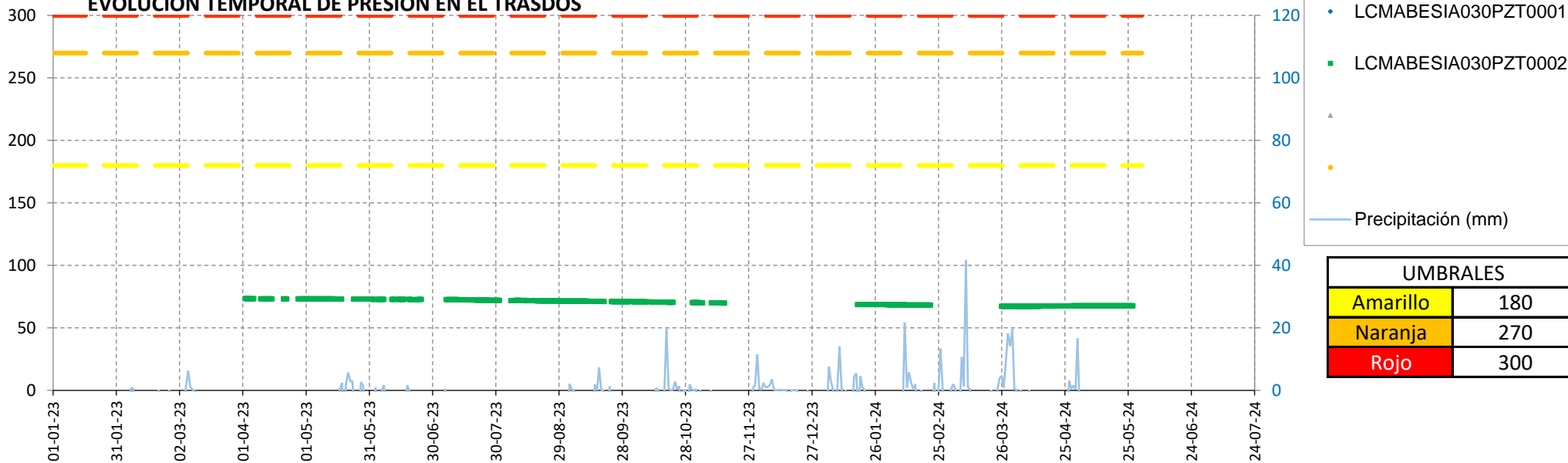
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

17 BÓVEDA TE-38

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-38

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

18 BÓVEDA TE-46

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-46

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

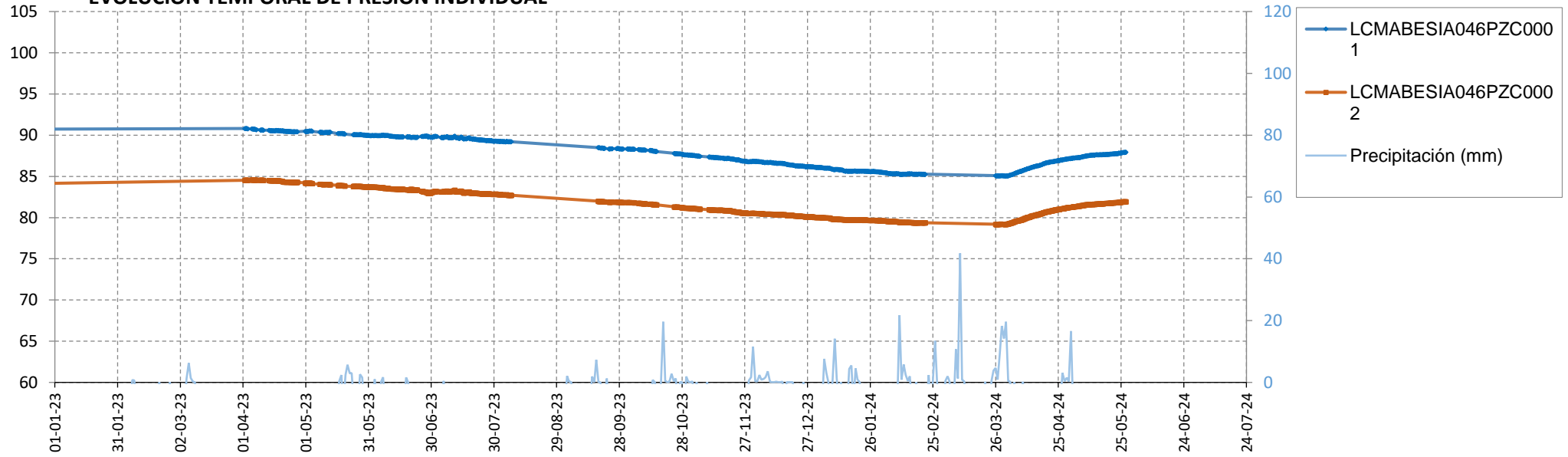
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

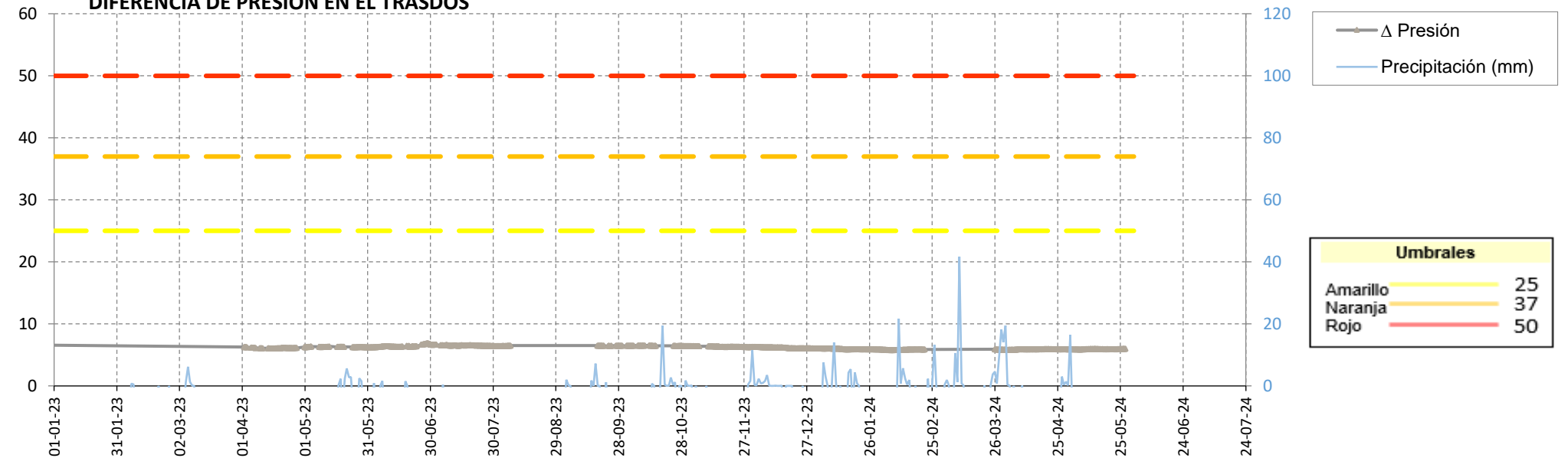
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

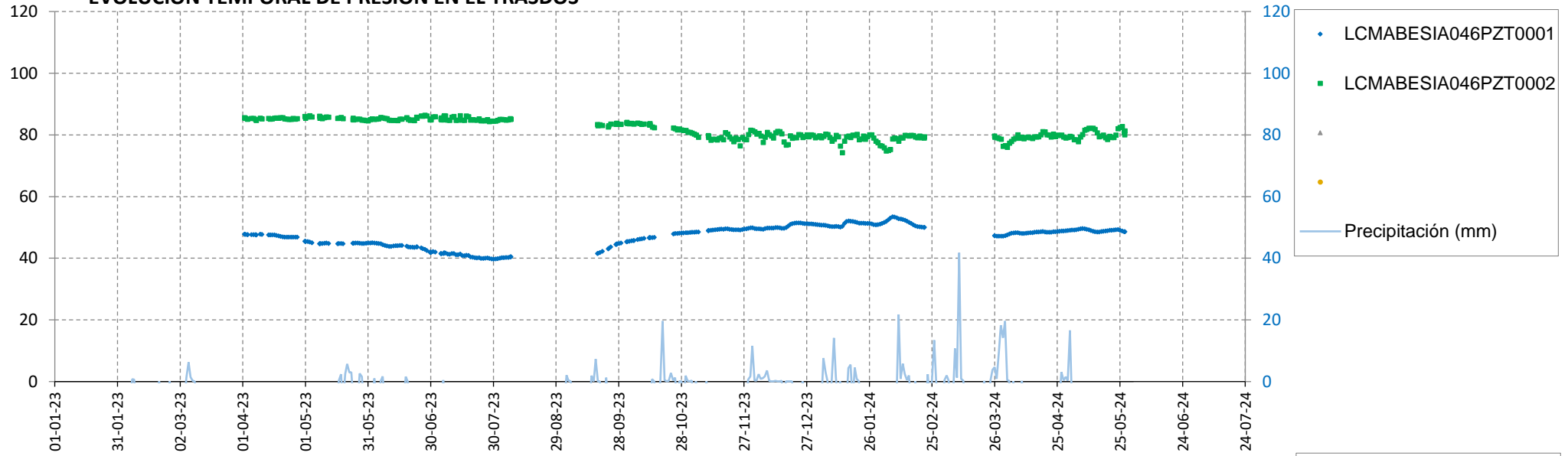
Presión (mca) Diferencia con umbrales



Umbrales	
Amarillo	25
Naranja	37
Rojo	50

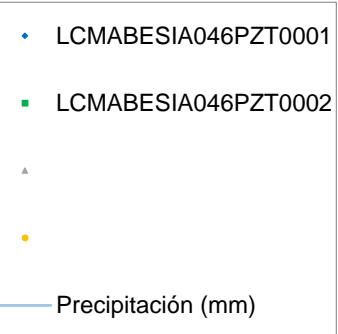
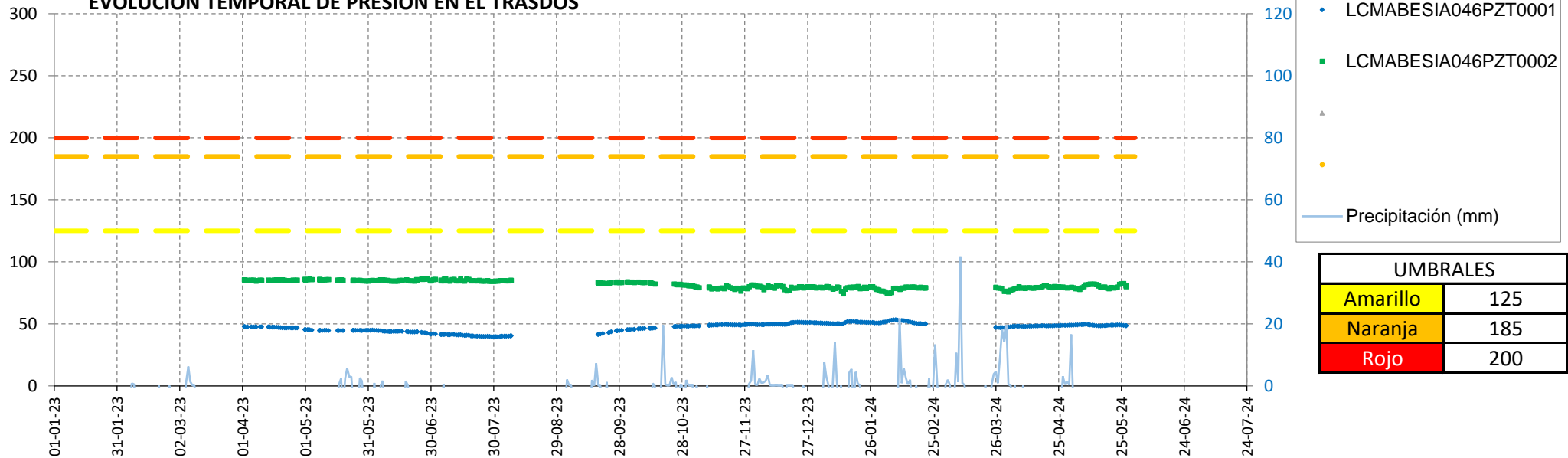
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

19 BÓVEDA TE-47

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TE-47

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

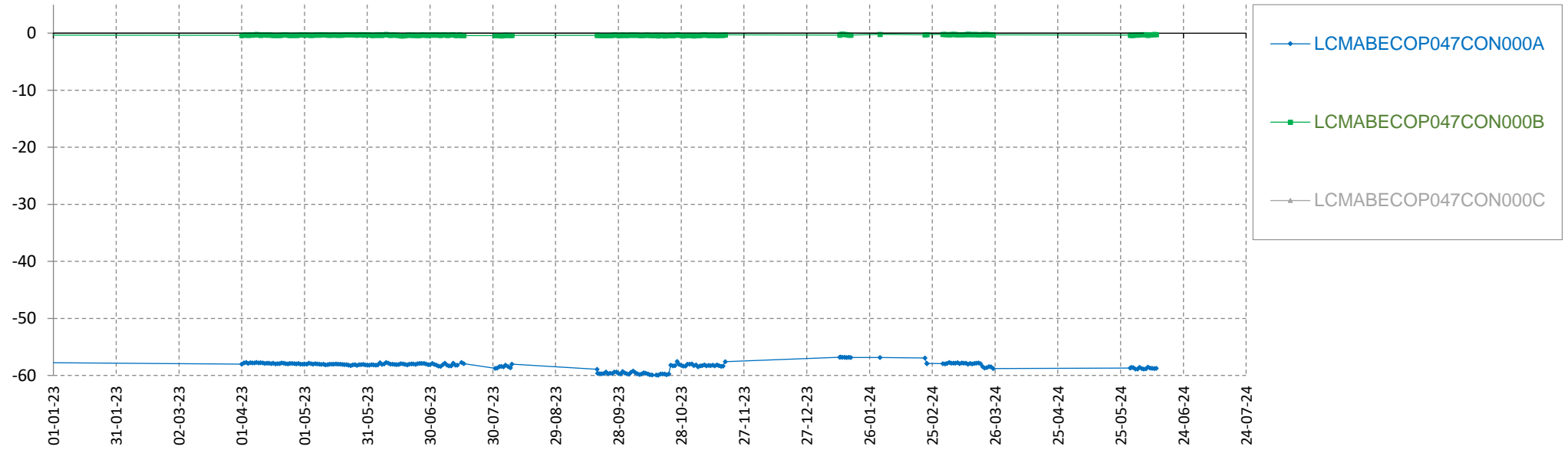
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

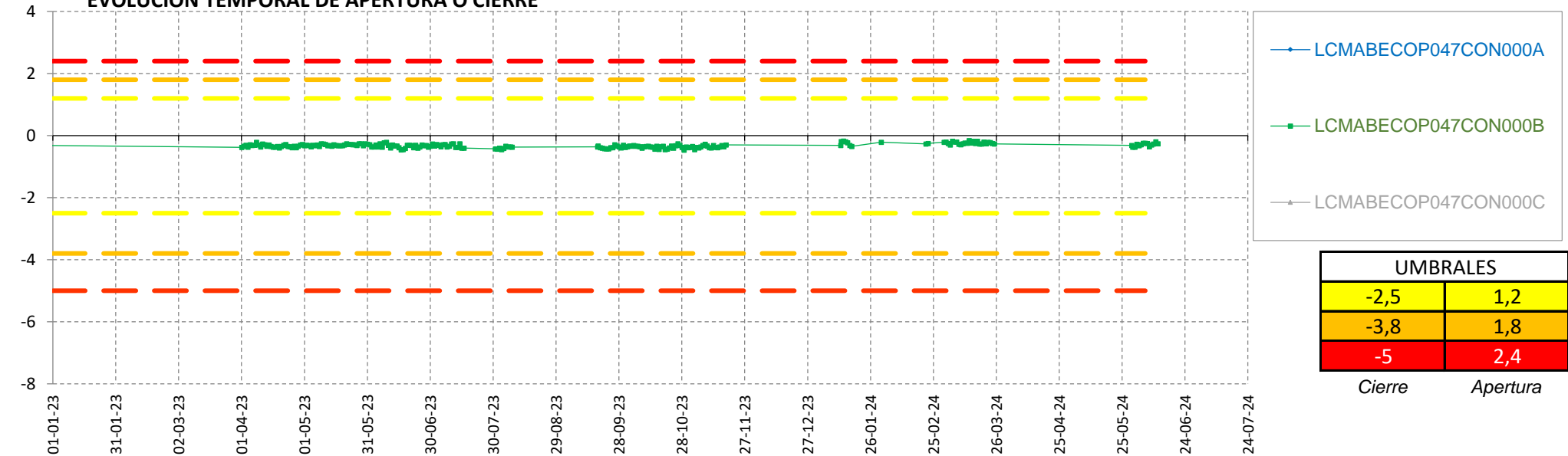
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-2,5	1,2
-3,8	1,8
-5	2,4
Cierre	Apertura

20 BÓVEDA TE-55

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-55

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

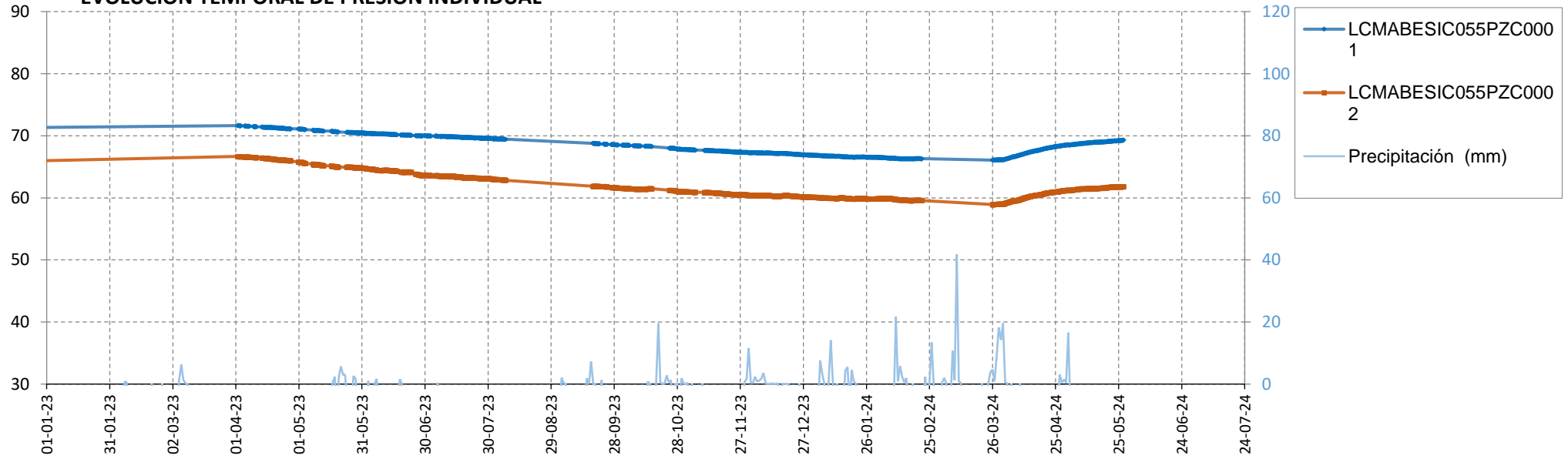
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

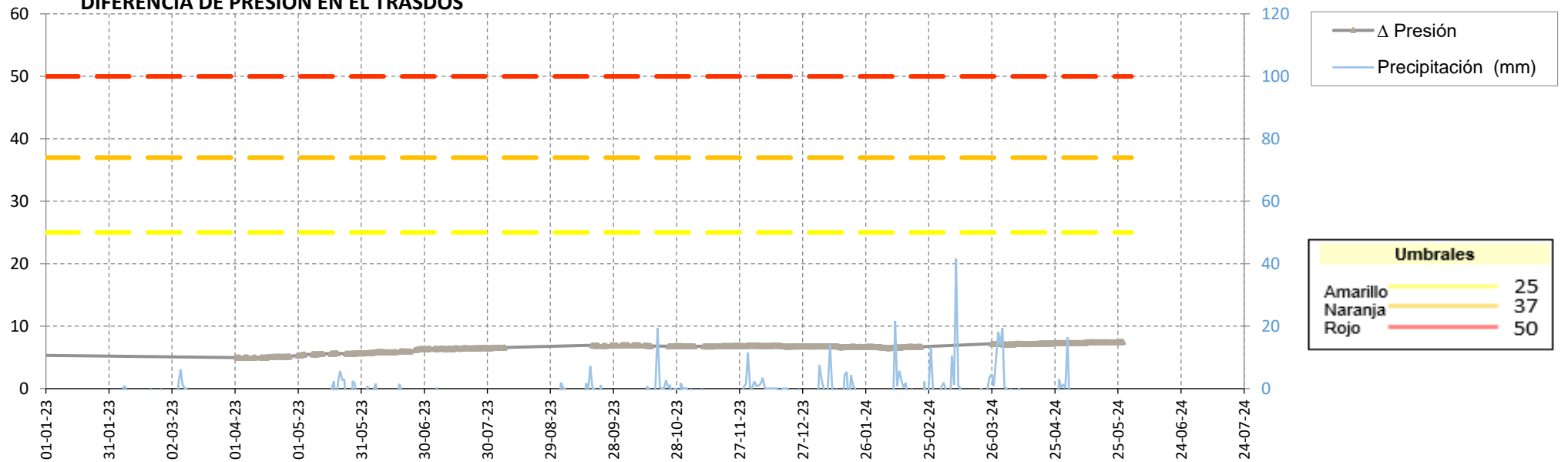
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



21 BÓVEDA TE-56

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-56

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

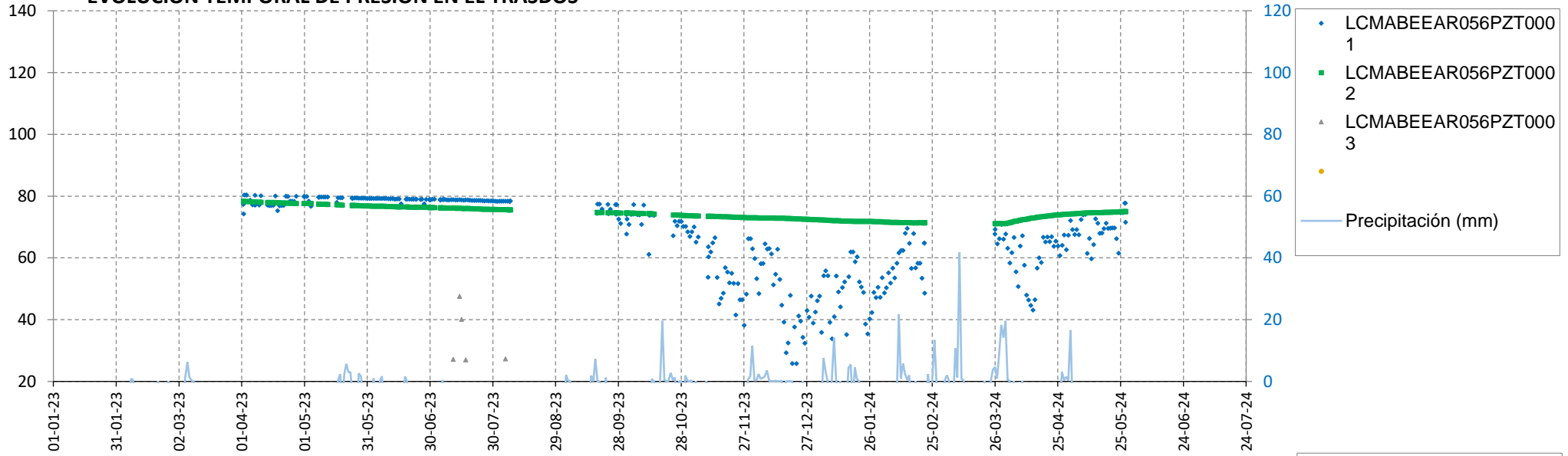
PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

3

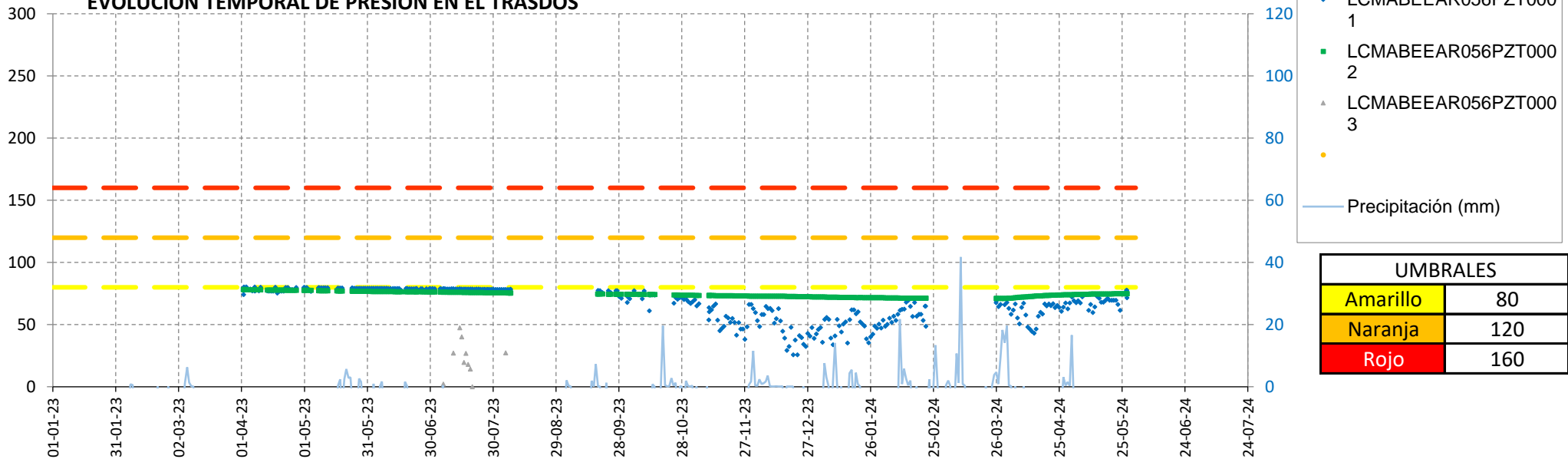
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	80
Naranja	120
Rojo	160

22 BÓVEDA TE-59

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-59

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

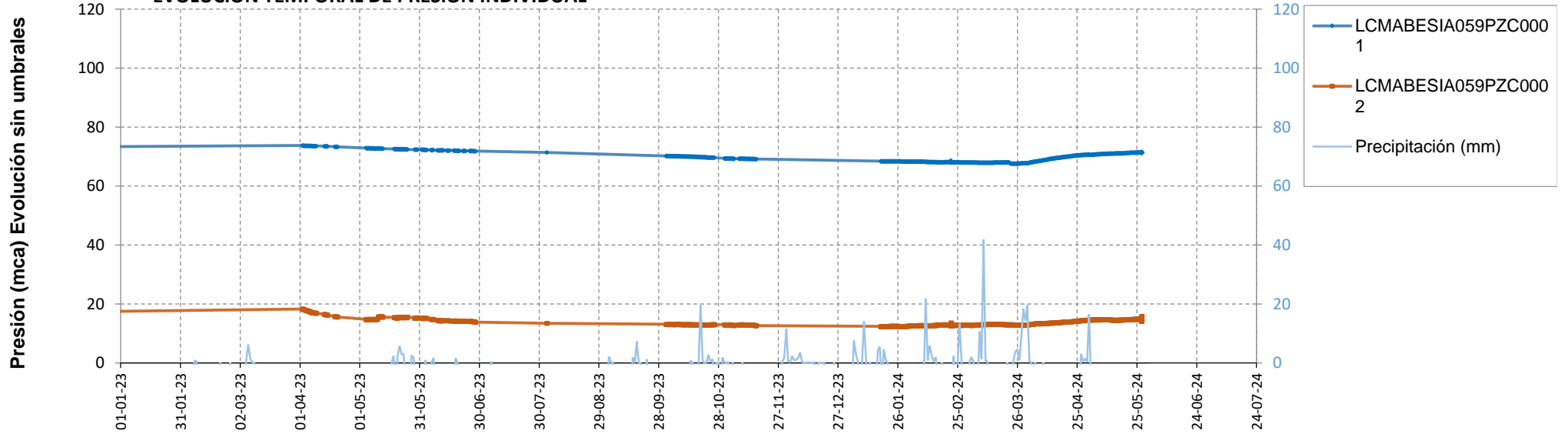
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

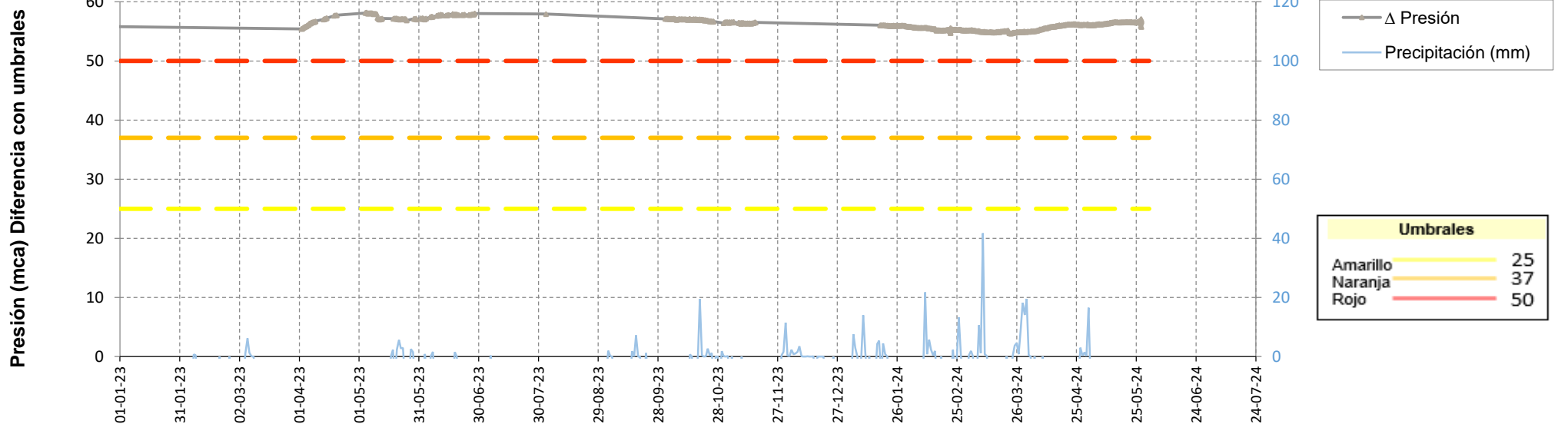
PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

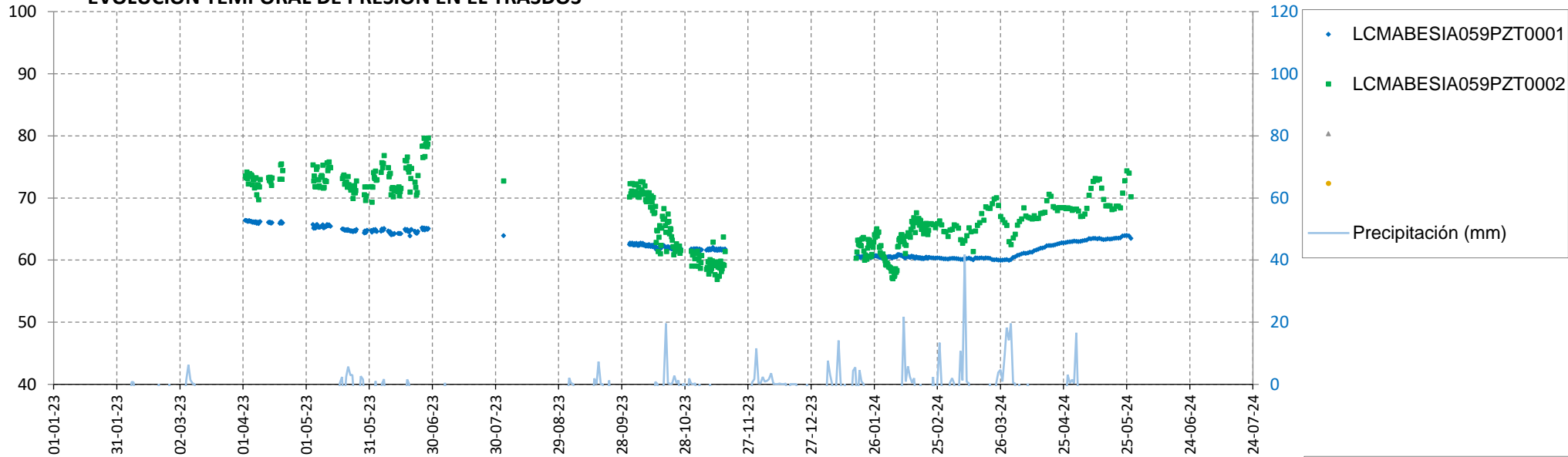


DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS



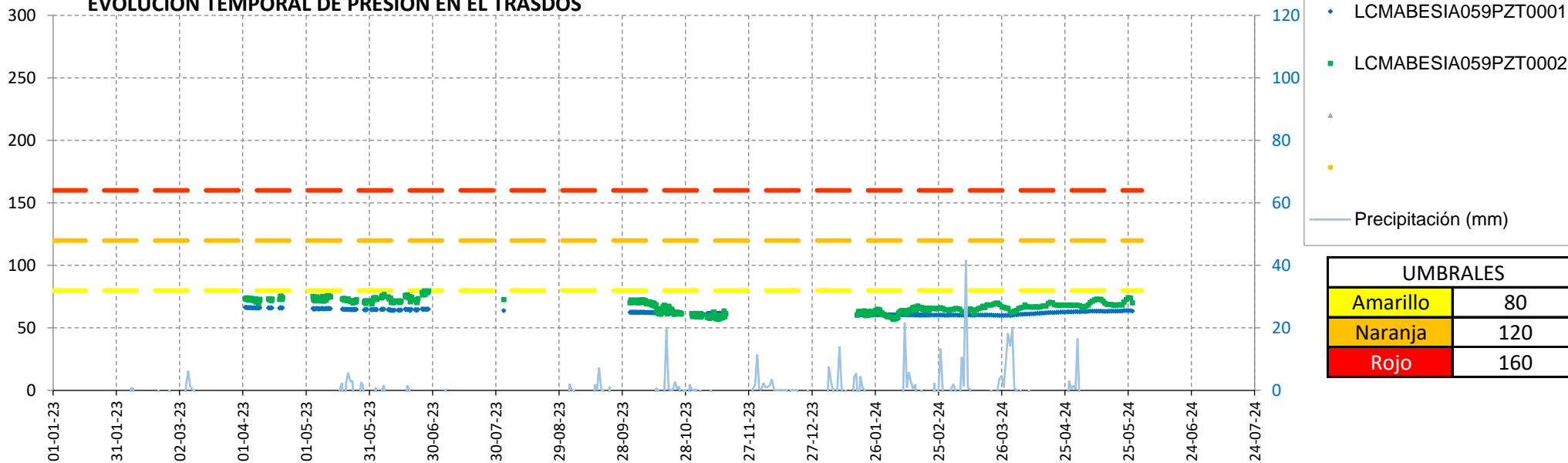
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	80
Naranja	120
Rojo	160

23 BÓVEDA TE-62

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-62

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

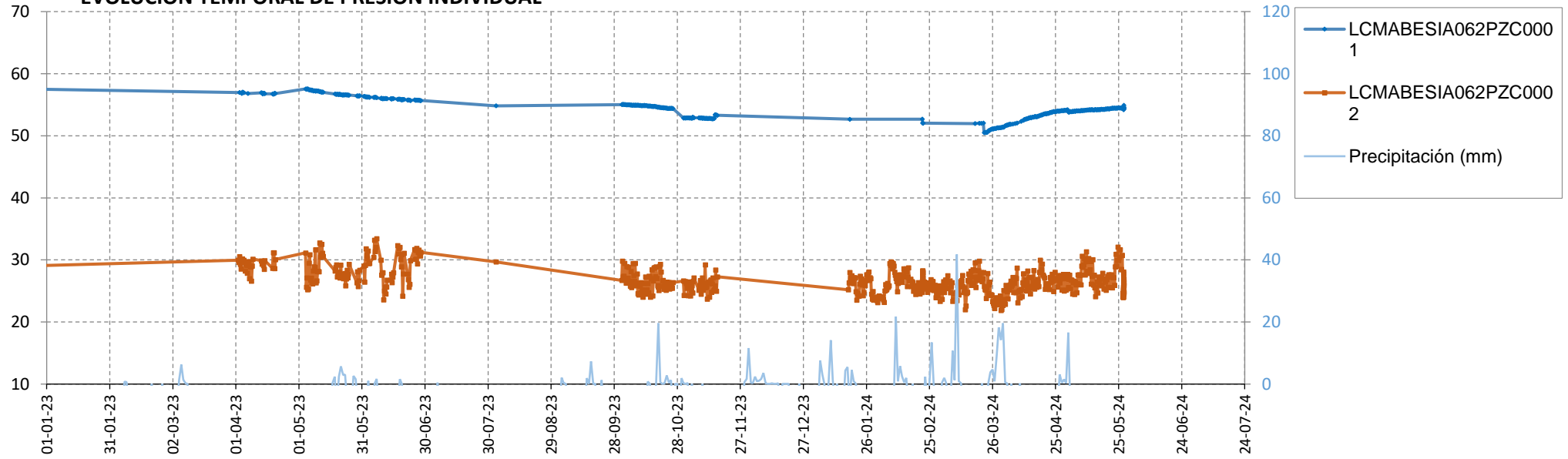
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

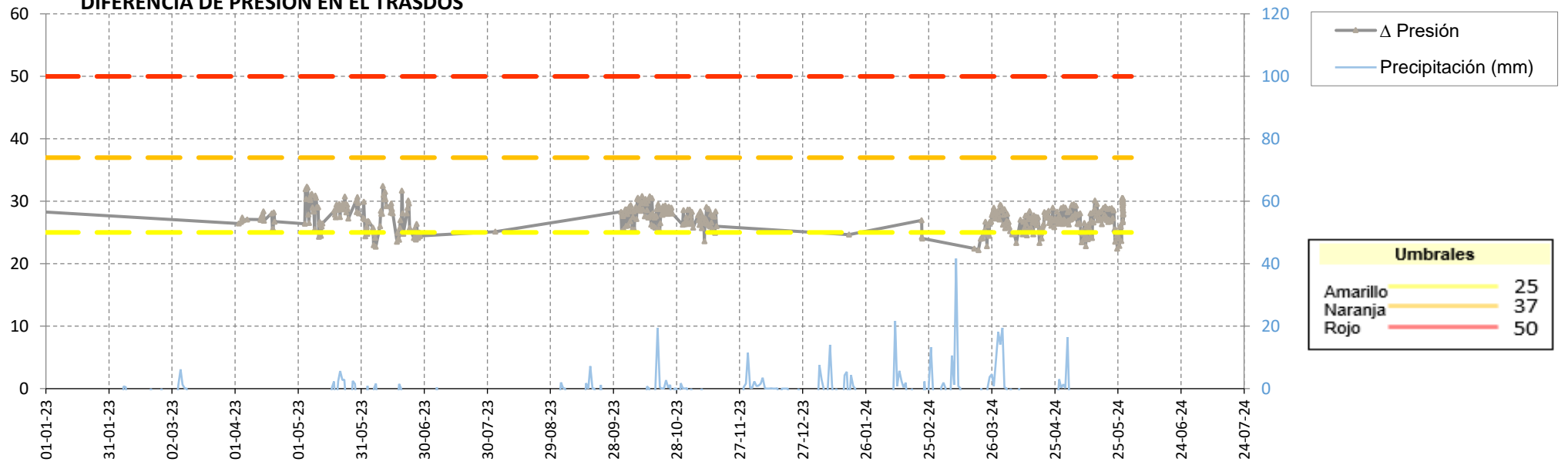
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



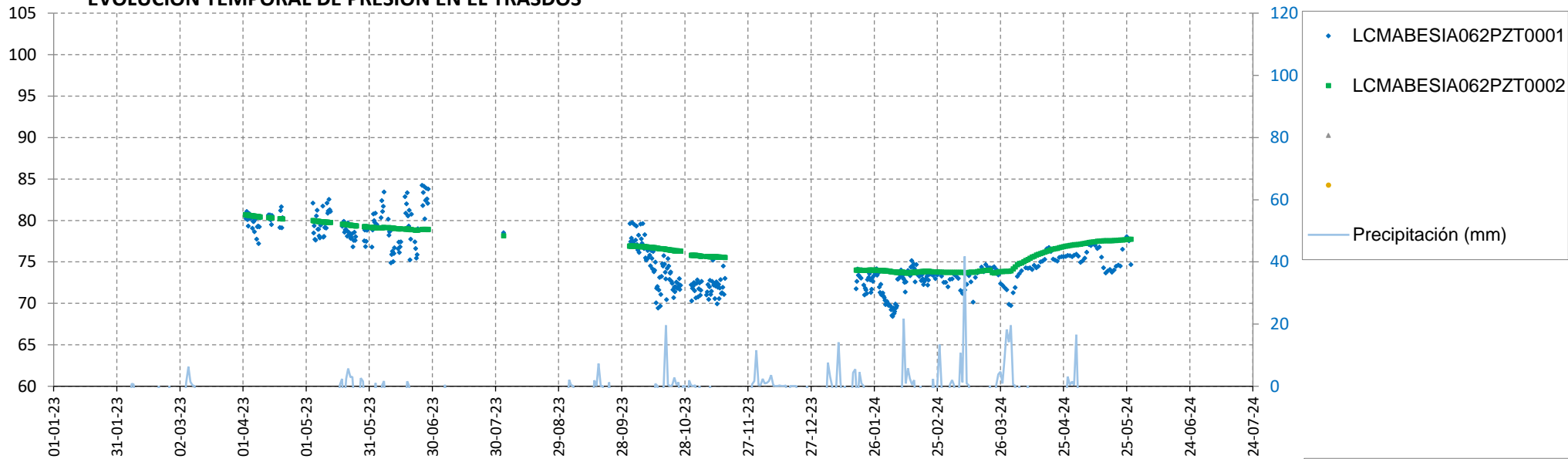
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



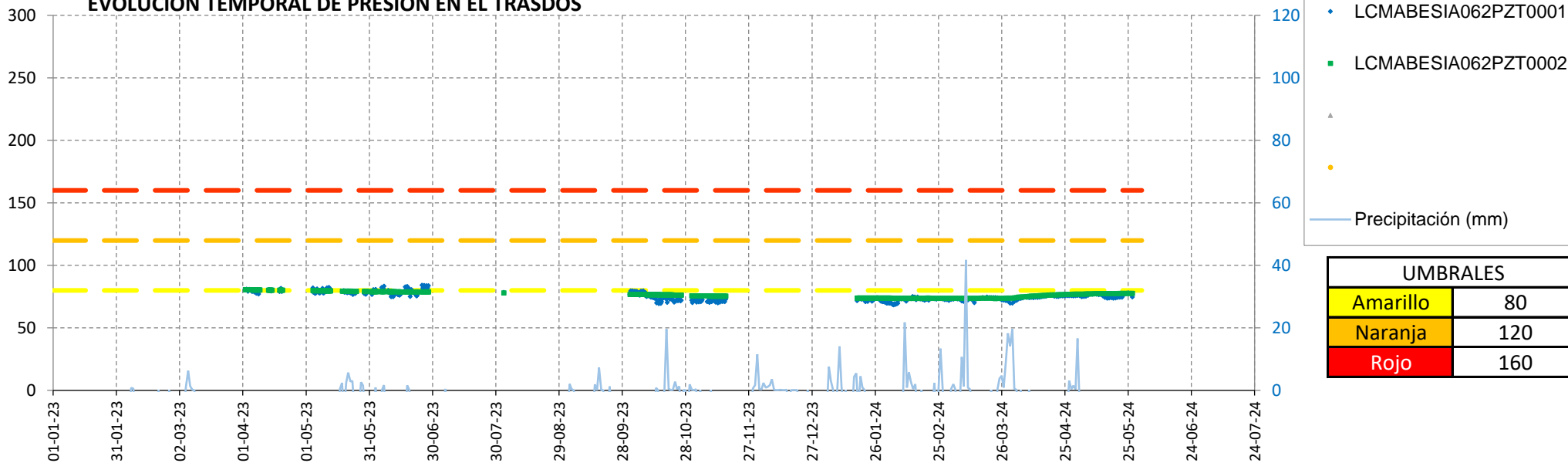
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	80
Naranja	120
Rojo	160

24 BÓVEDA TE-63

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-63

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

25 BÓVEDA TE-66

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-66

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

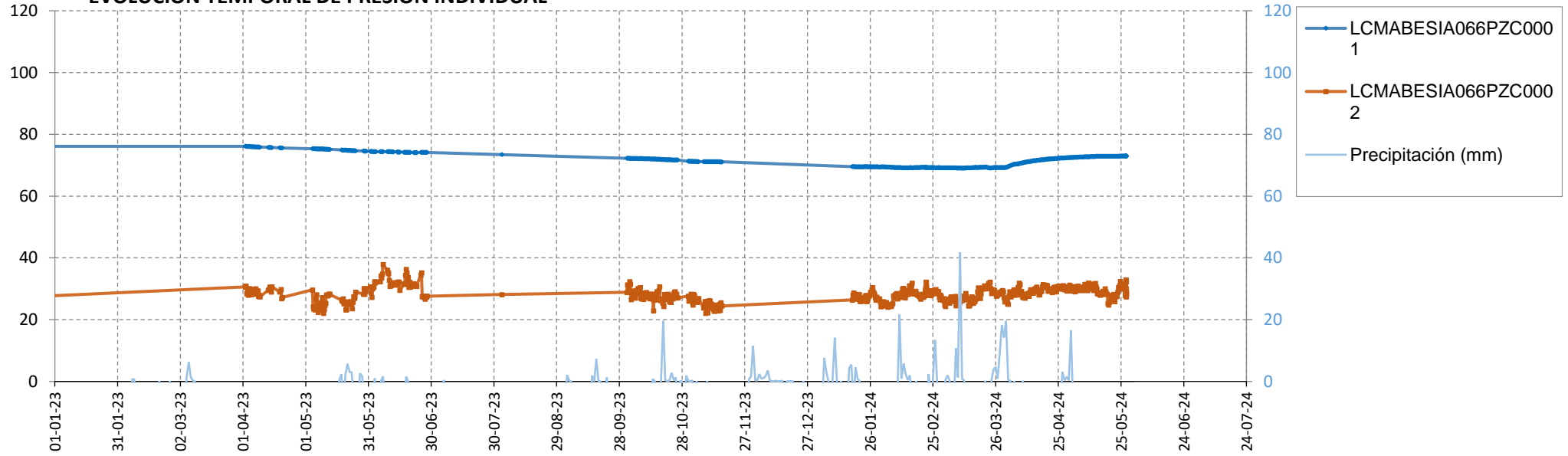
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

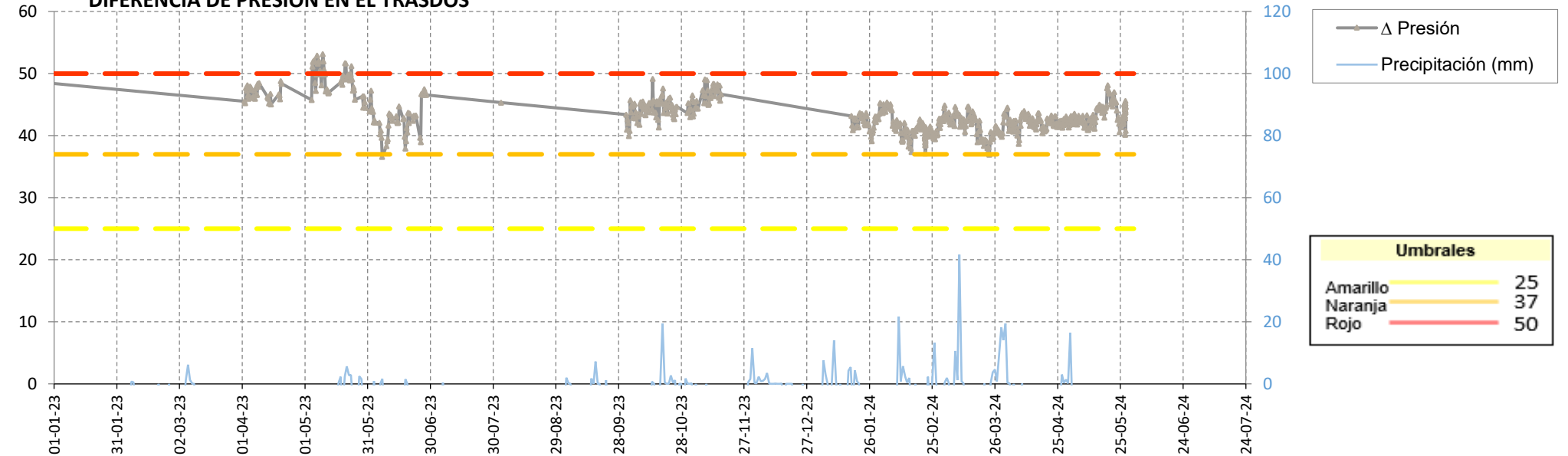
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



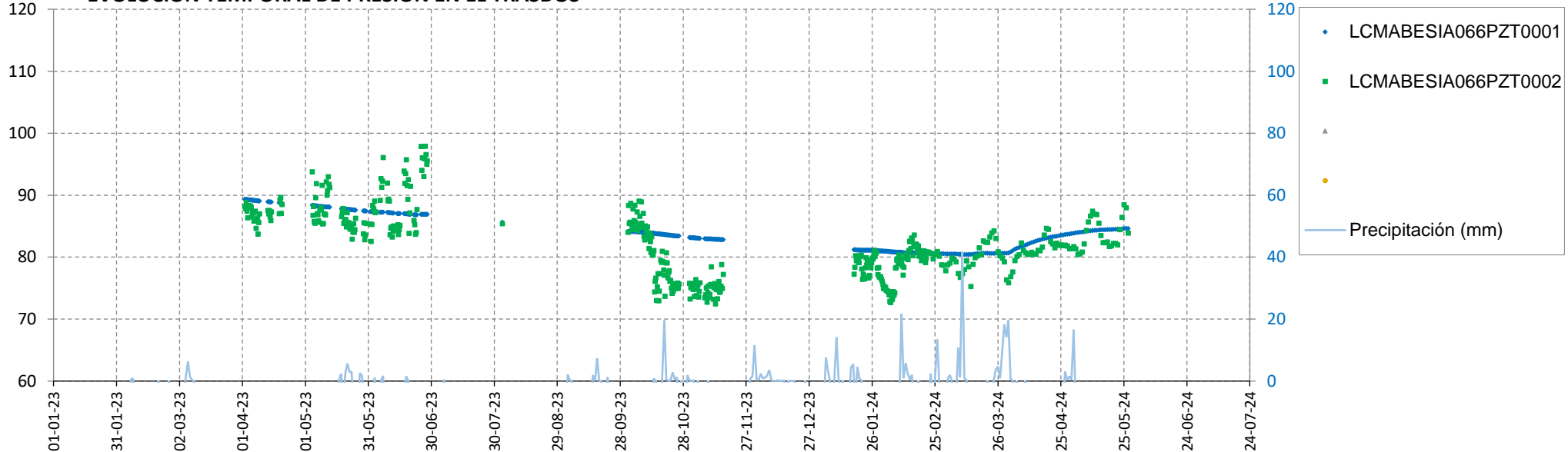
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



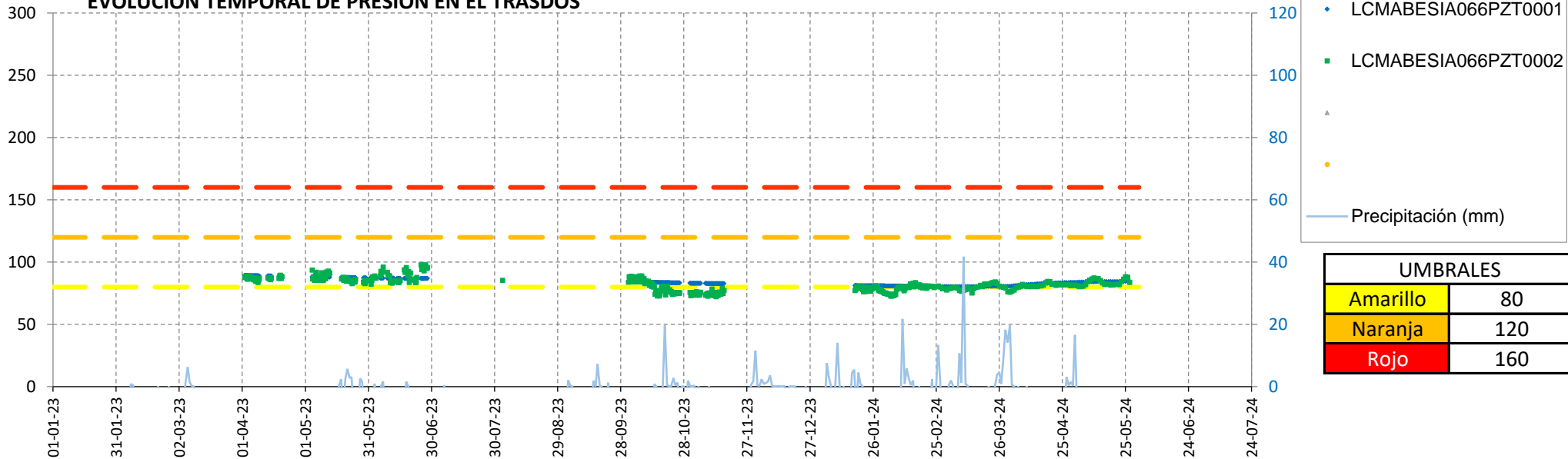
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	80
Naranja	120
Rojo	160

26 BÓVEDA TE-87

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-87

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

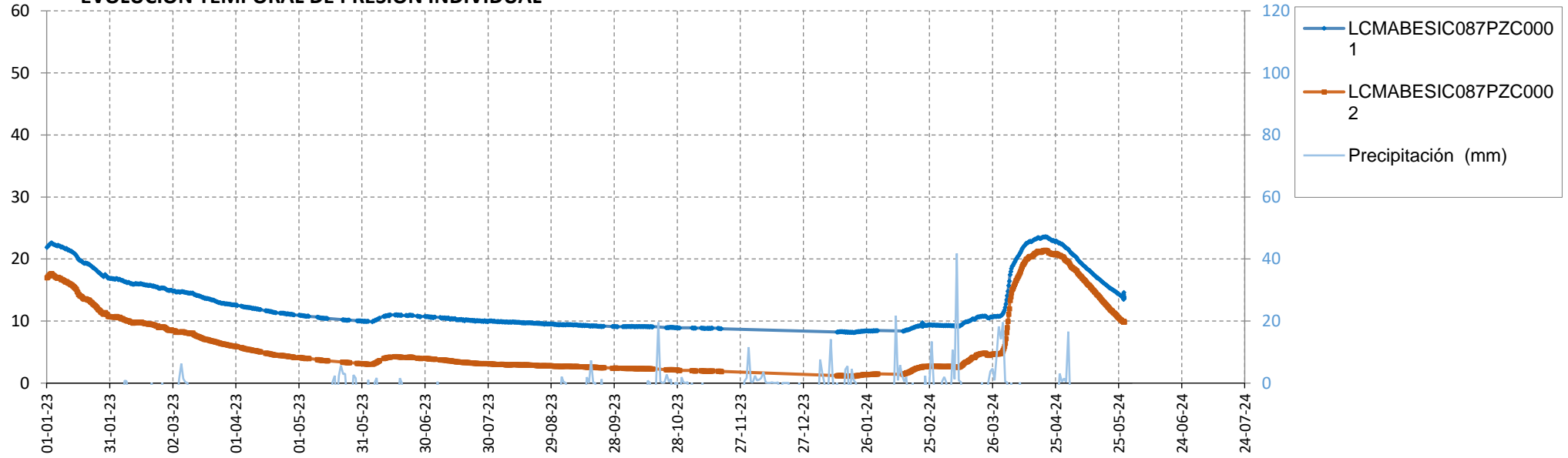
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 3

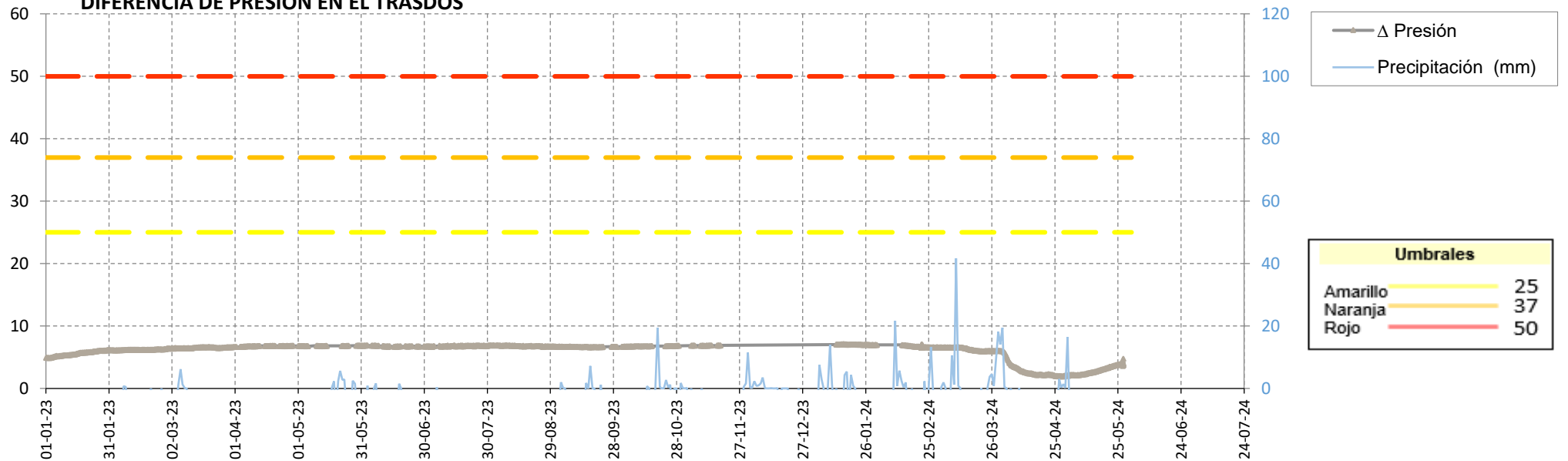
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



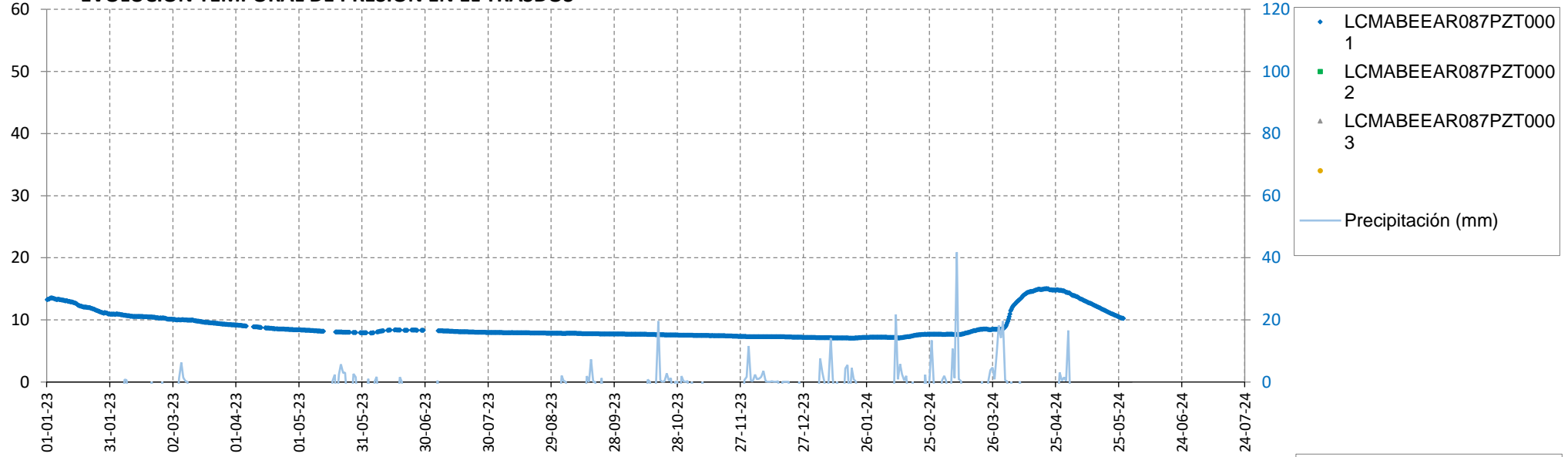
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



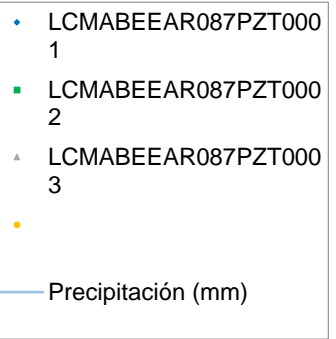
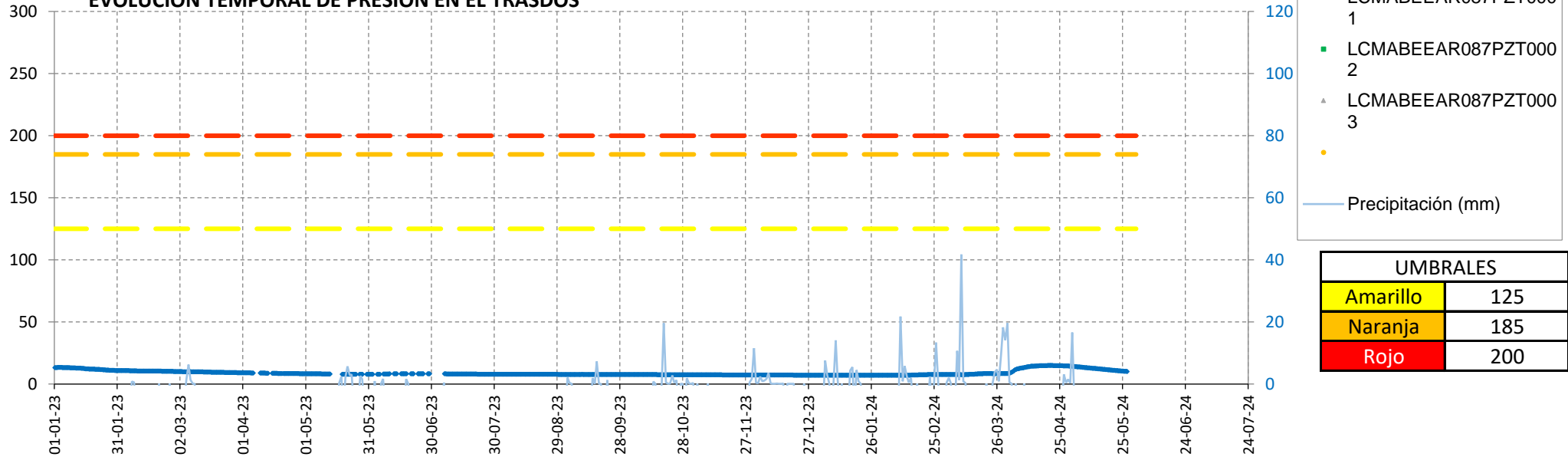
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

27 BÓVEDA TE-88

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-88

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

28 BÓVEDA TE-94

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TE-94

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

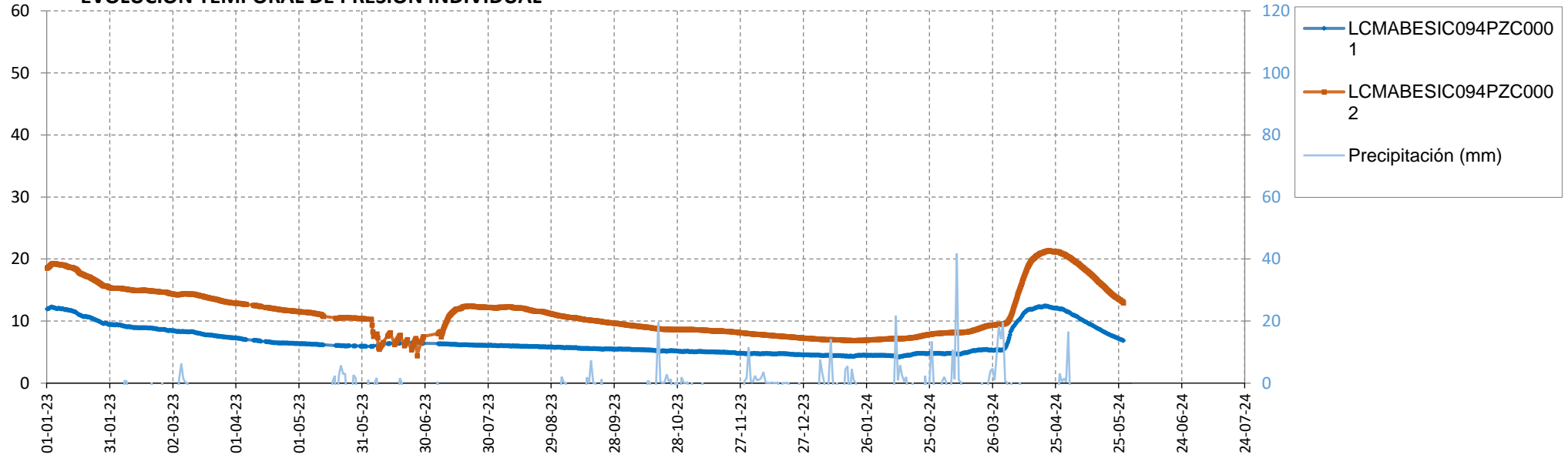
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 3

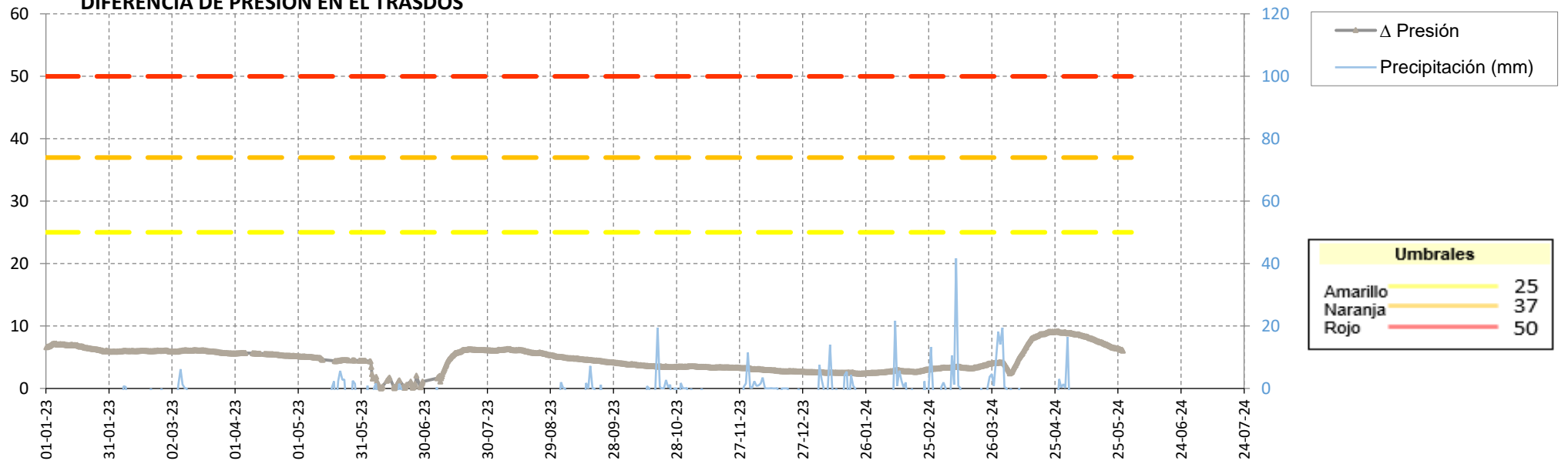
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



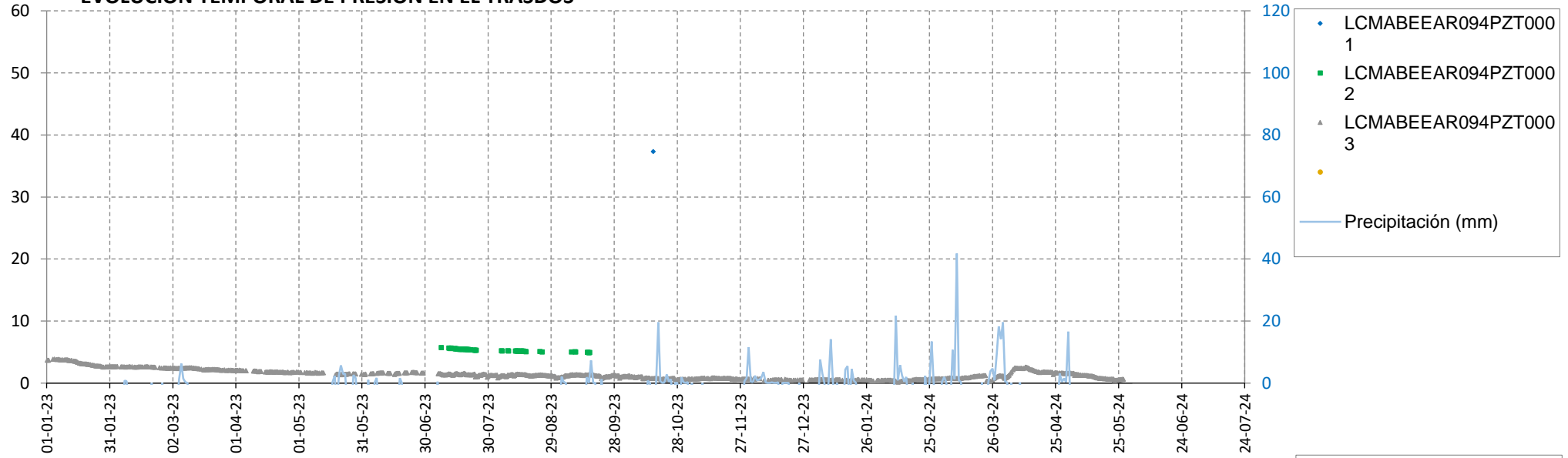
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



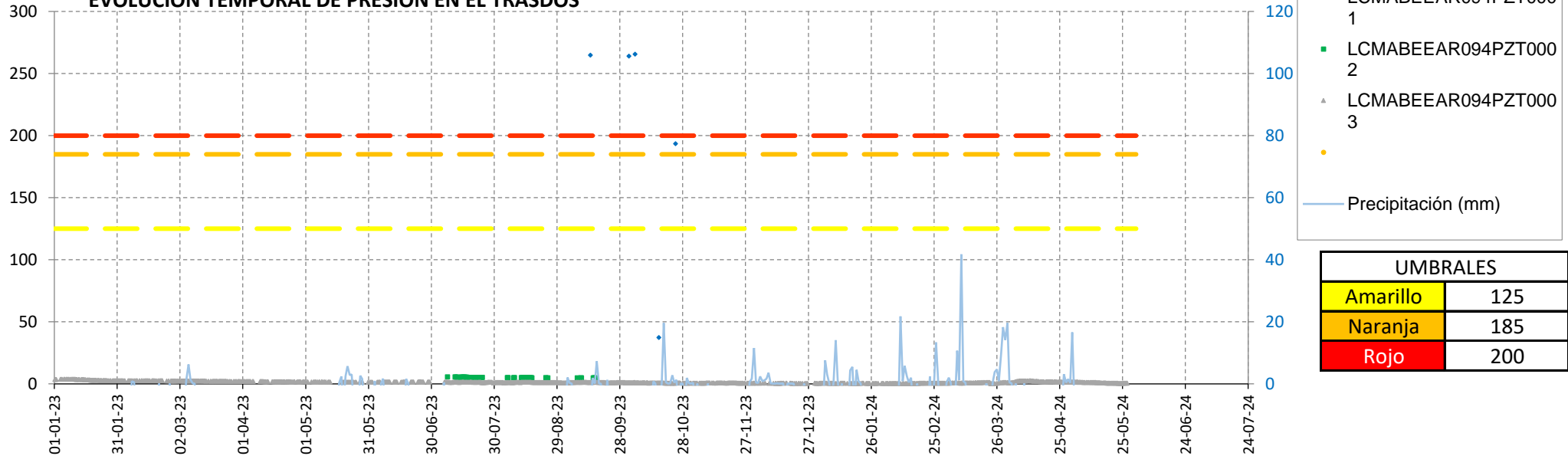
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

29 BÓVEDA TO-03

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-03

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 1 (D.F.R)

30 BÓVEDA TO-08

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-08

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

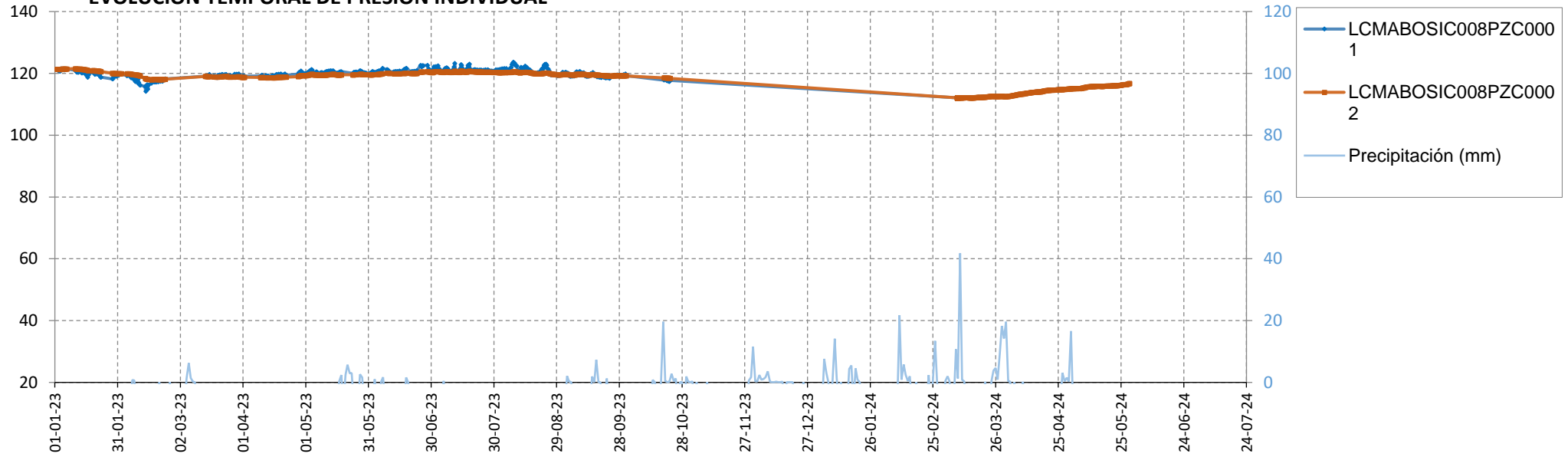
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

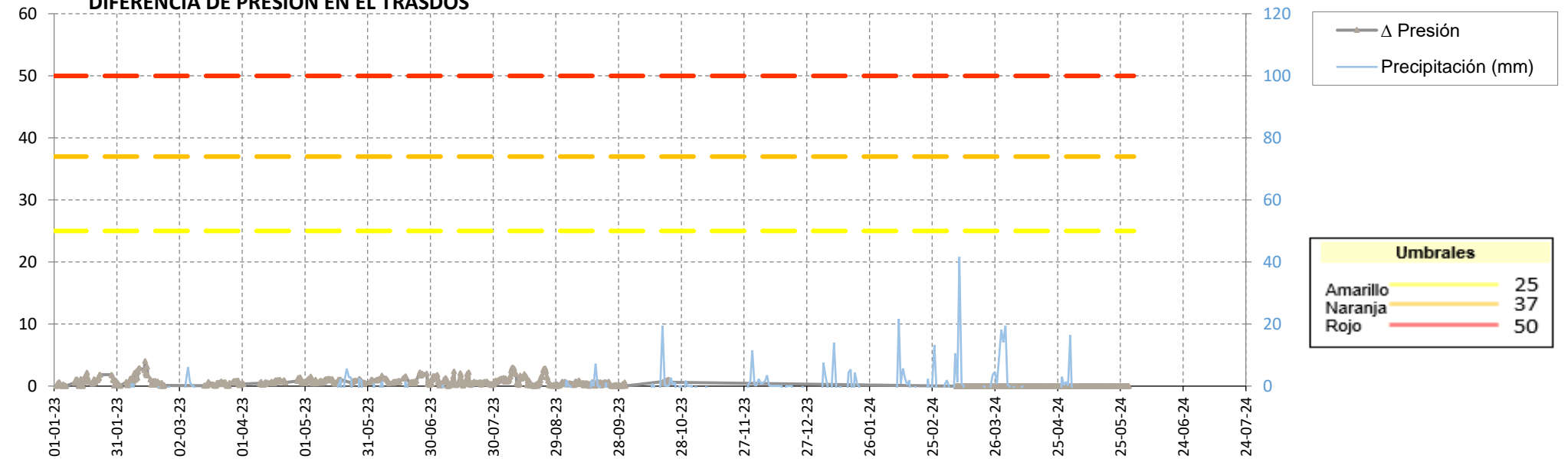
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



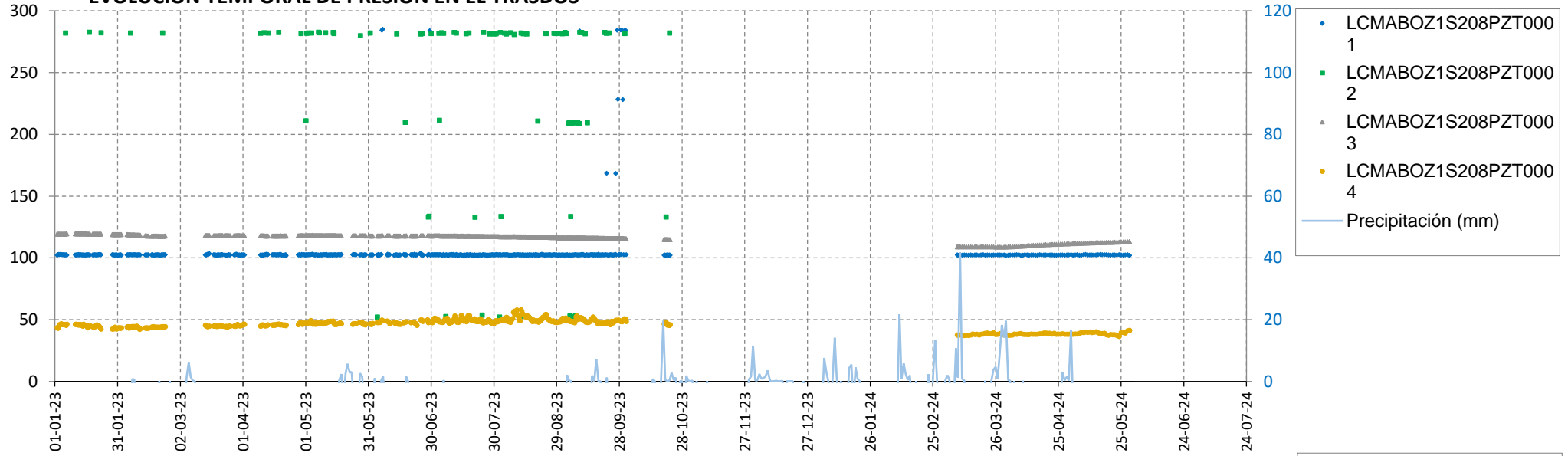
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



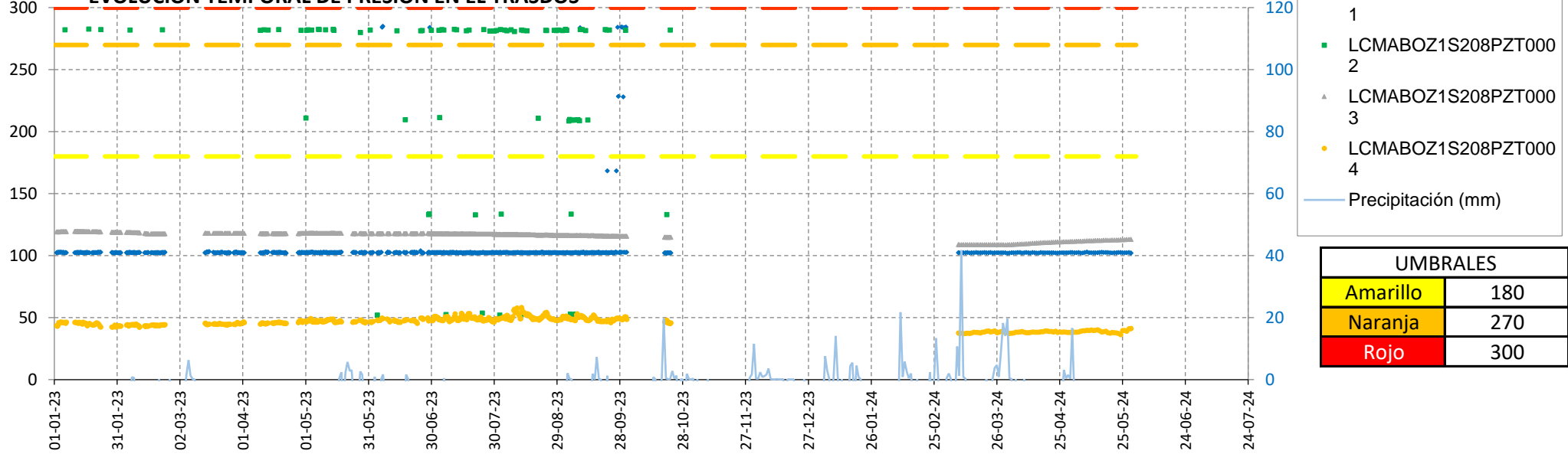
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

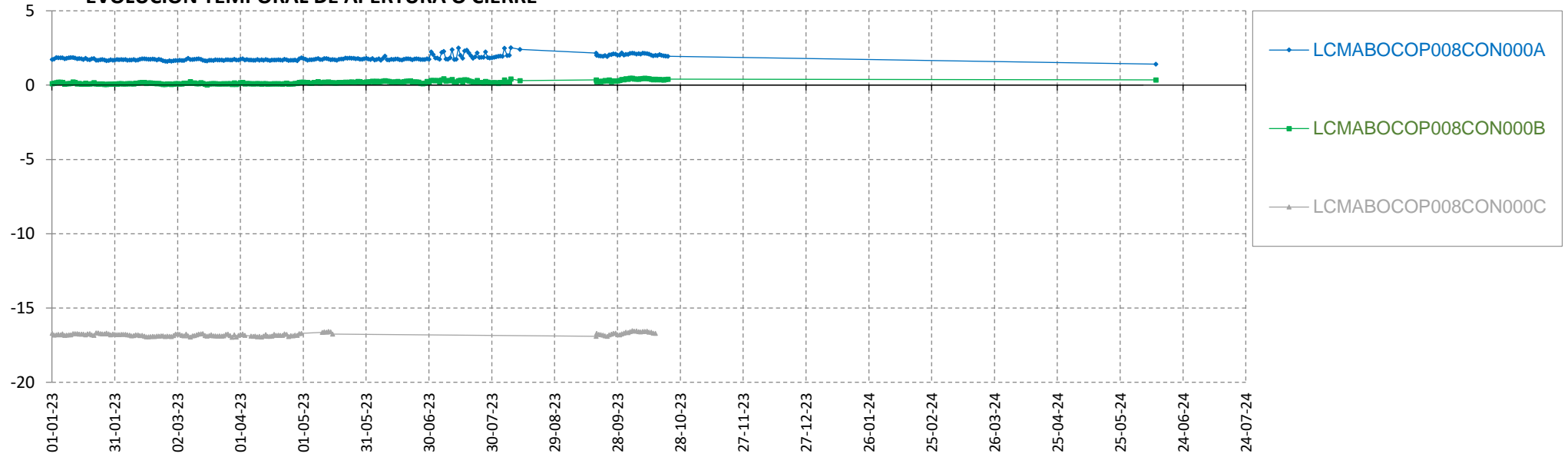
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	180
Naranja	270
Rojo	300

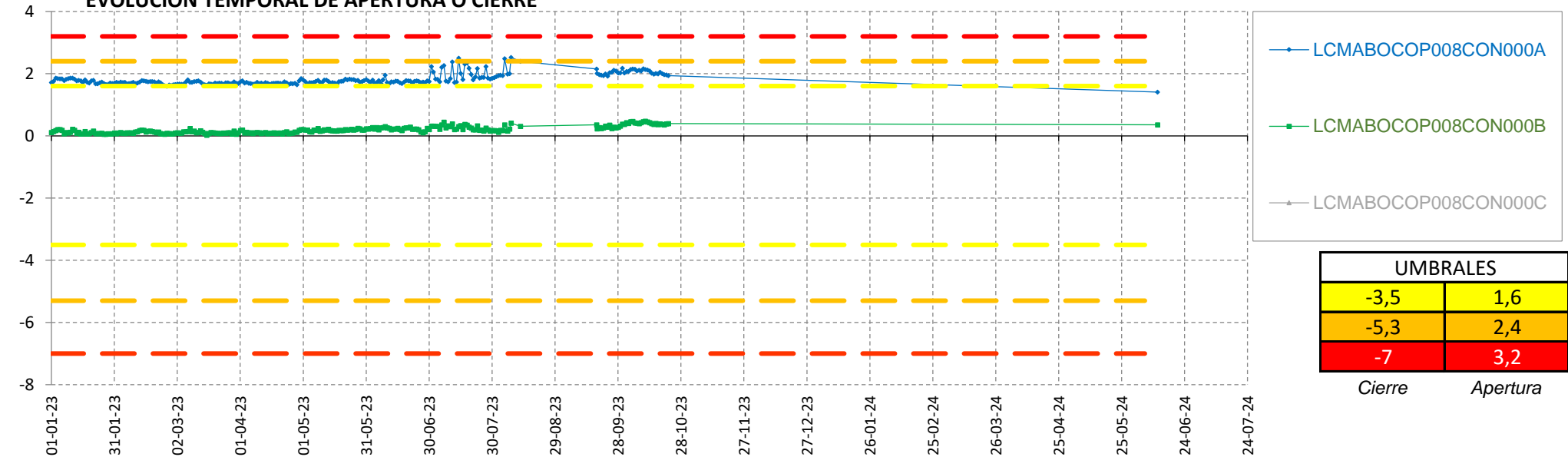
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

31 BÓVEDA TO-10

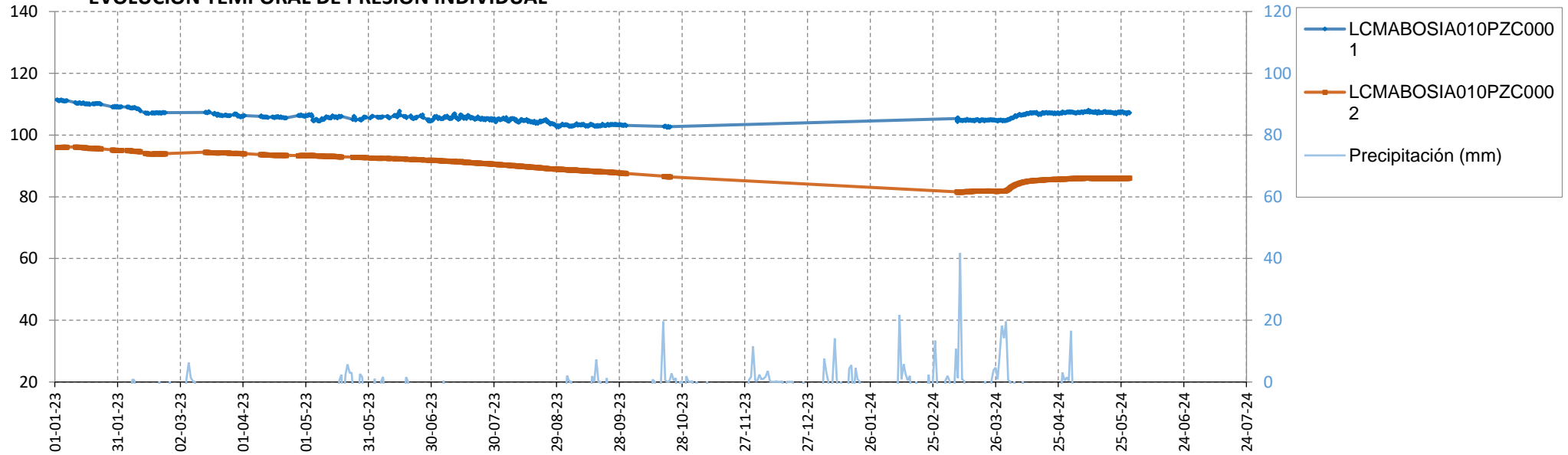
Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-10

COP: Convergencia óptica laser (mm)	3
CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)	
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm ²)	
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm ²)	4
PZC: Piezómetro CV complementario (mca)	2
PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)	2 (D.F.R)

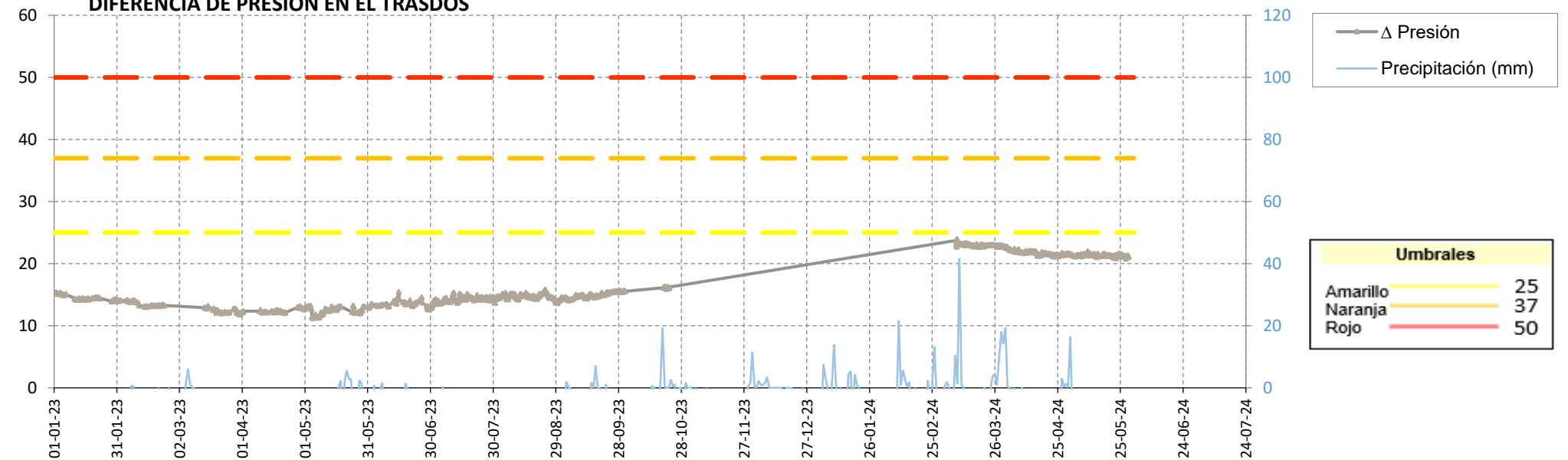
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



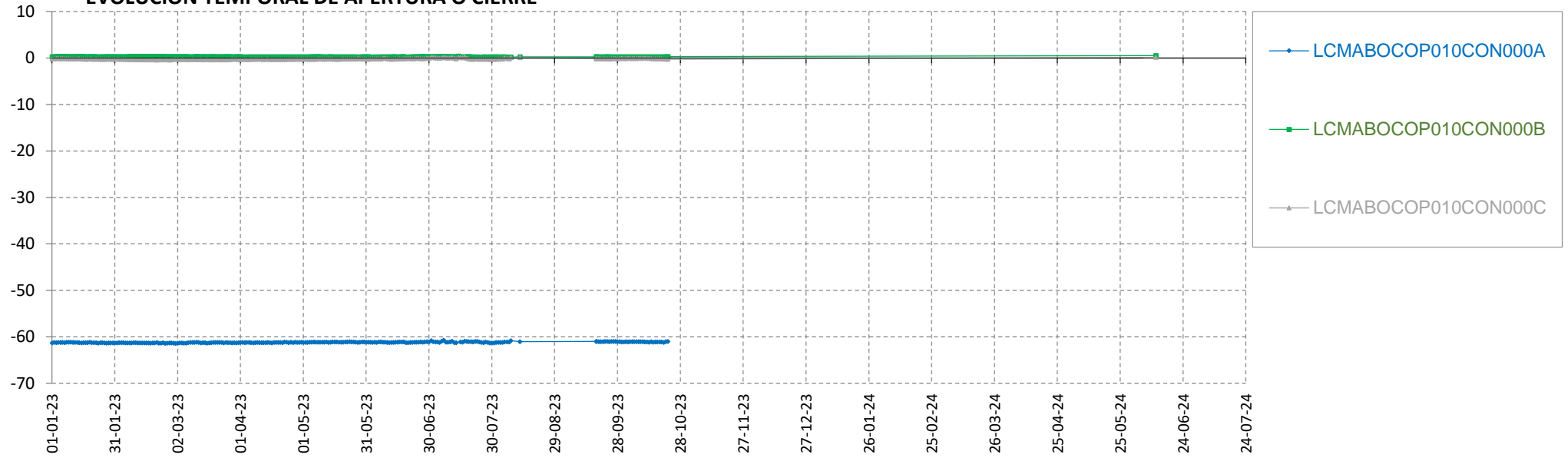
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



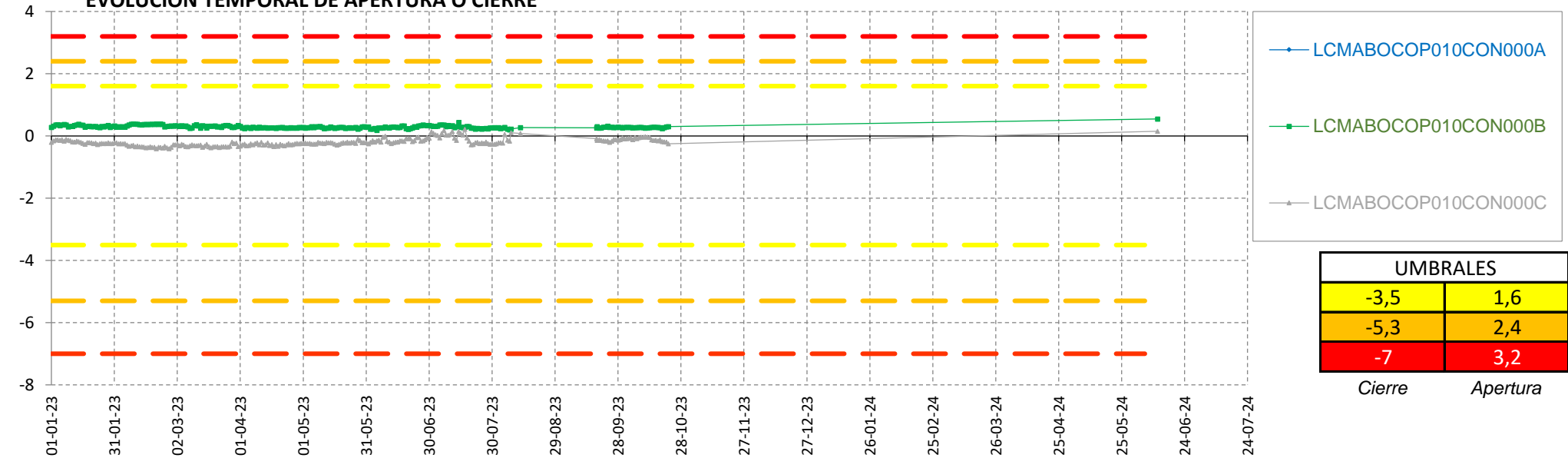
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

32 BÓVEDA TO-12

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-12

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

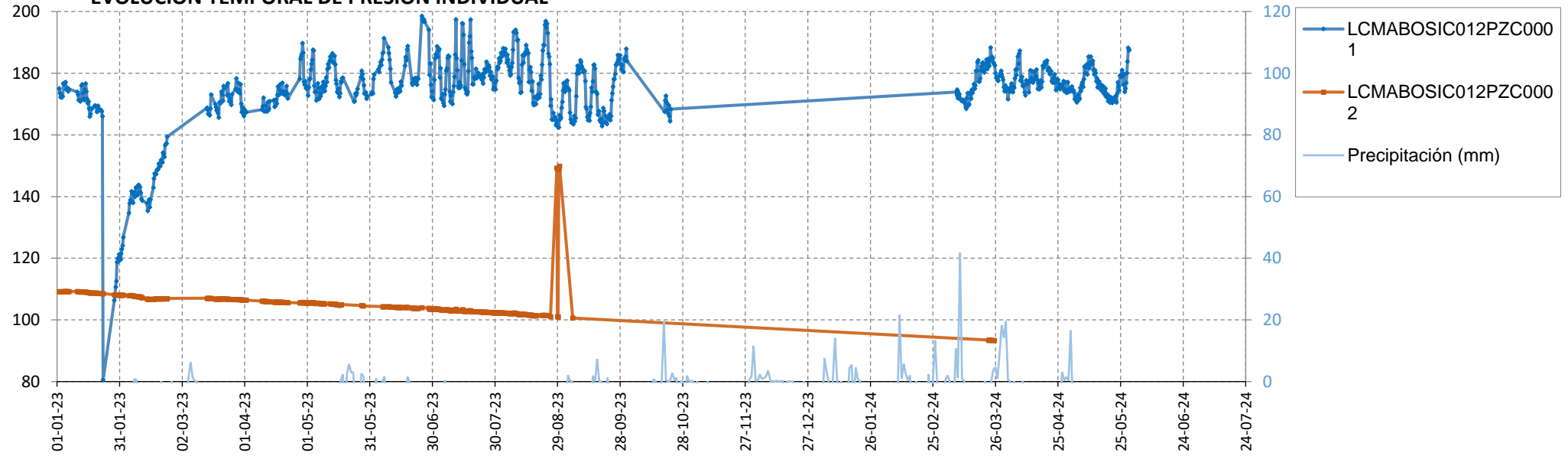
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

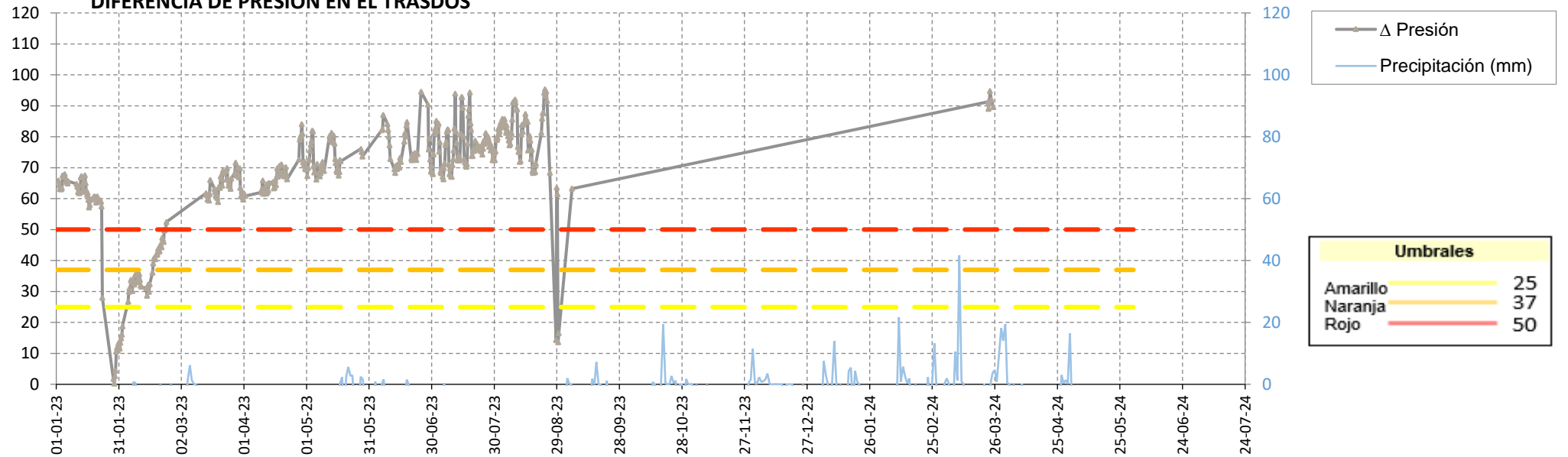
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



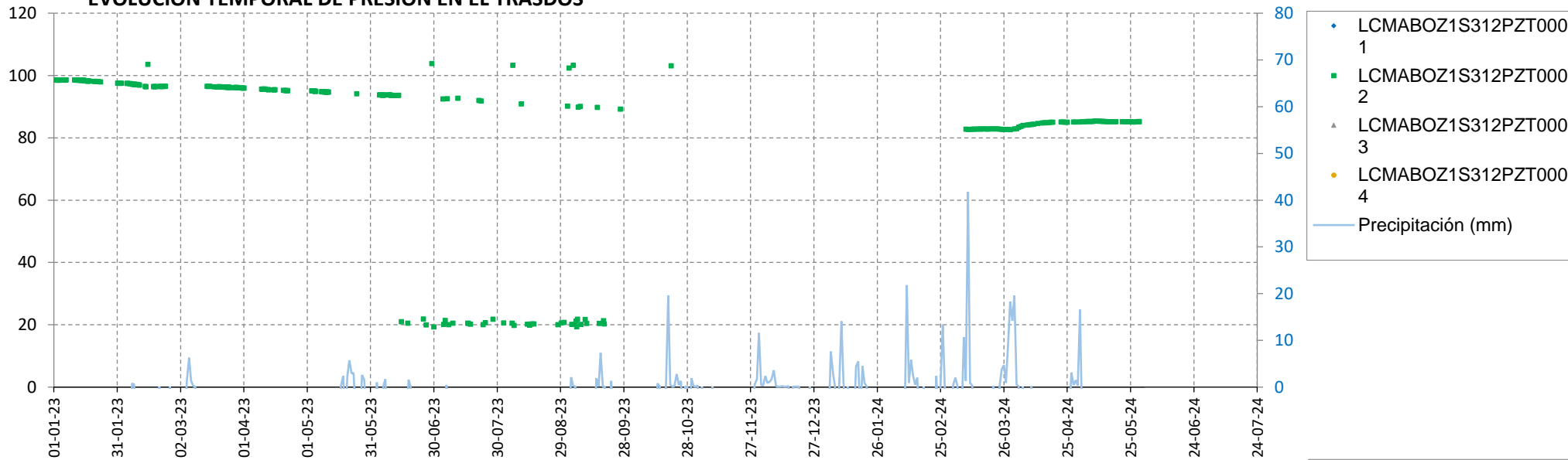
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



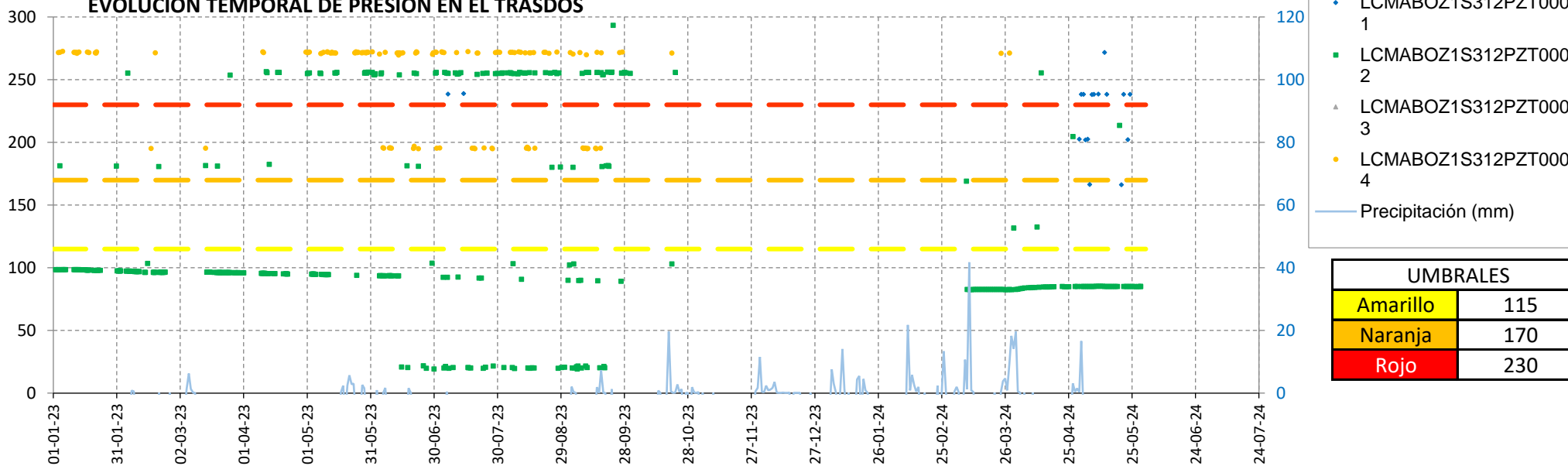
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

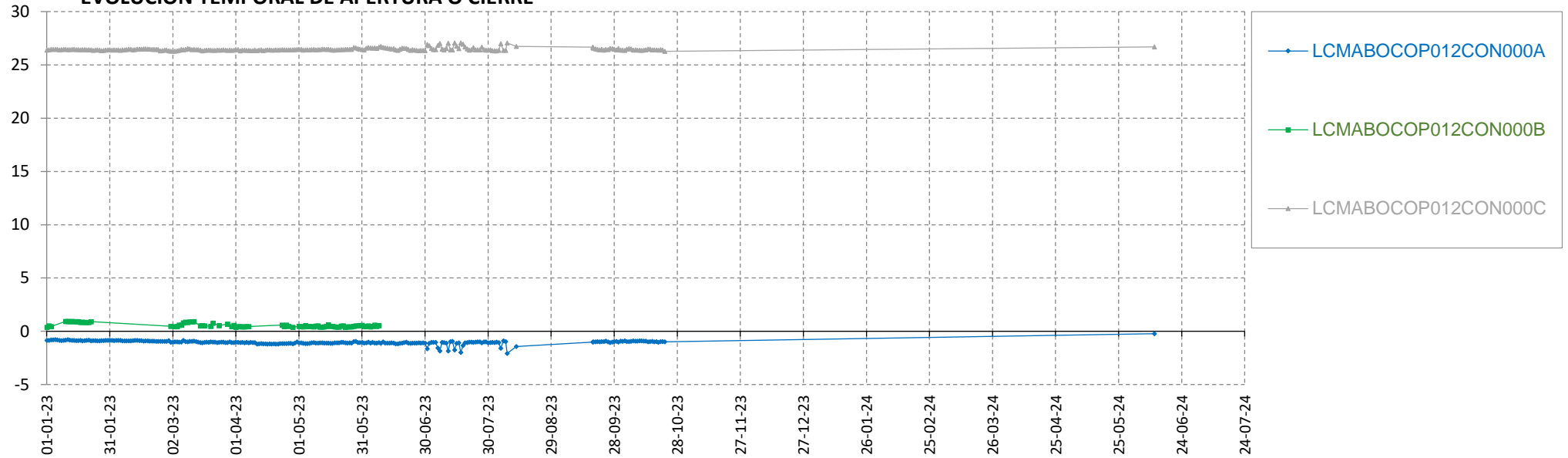
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	115
Naranja	170
Rojo	230

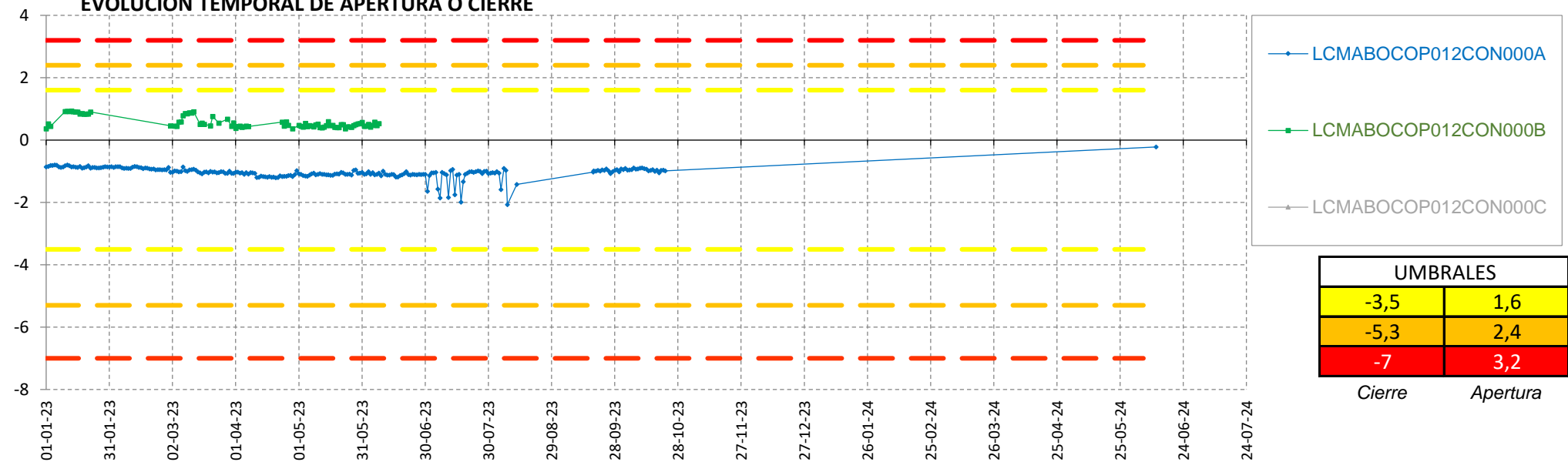
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

33 BÓVEDA TO-16

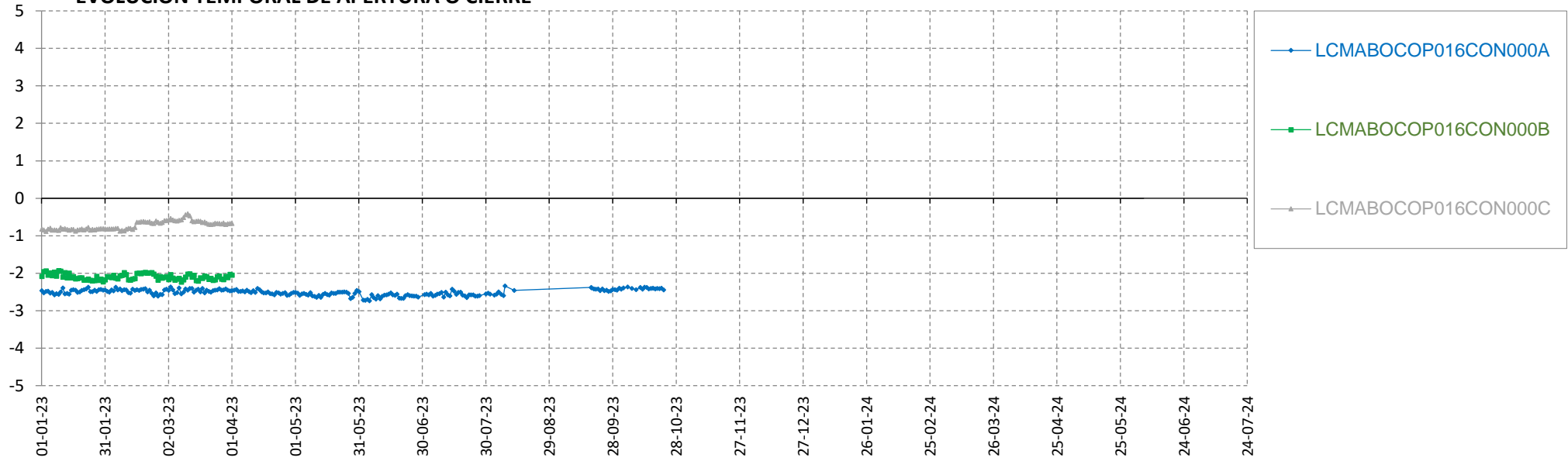
Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-16

COP: Convergencia óptica laser (mm)	3
CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)	6
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm ²)	12
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm ²)	
PZC: Piezómetro CV complementario (mca)	
PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)	

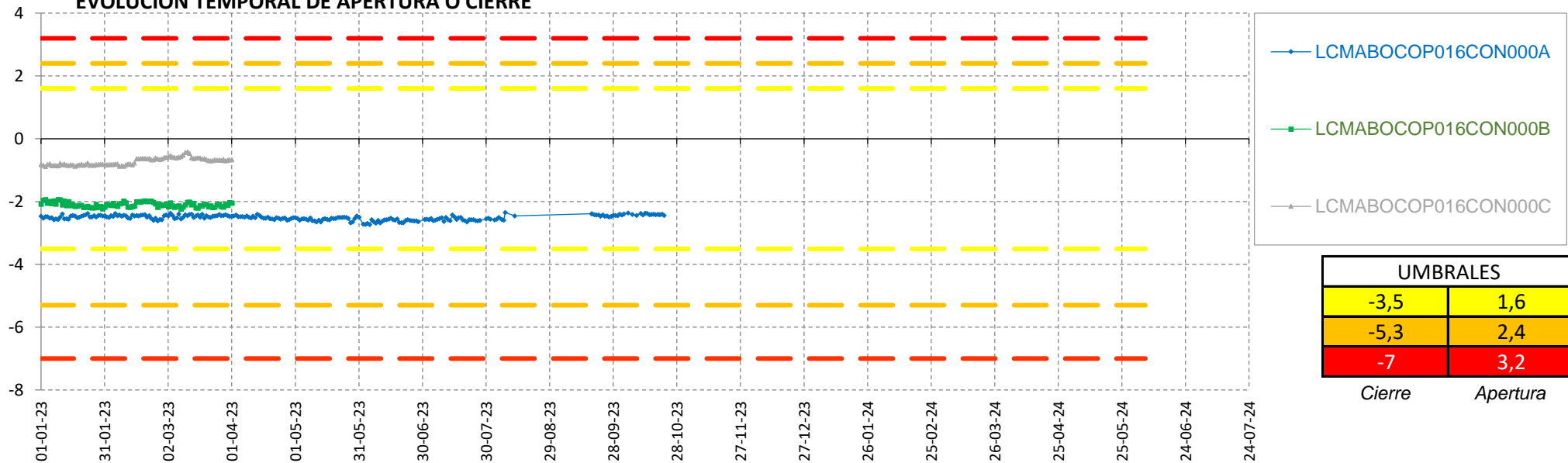
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

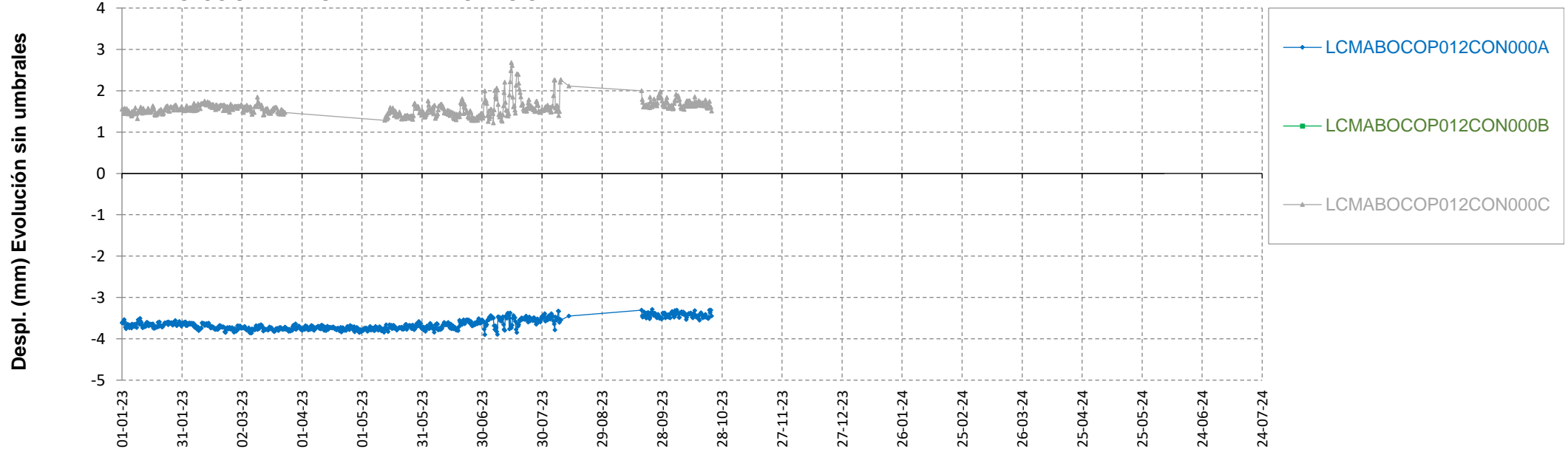
34 BÓVEDA TO-22

Hormigón: HA-80

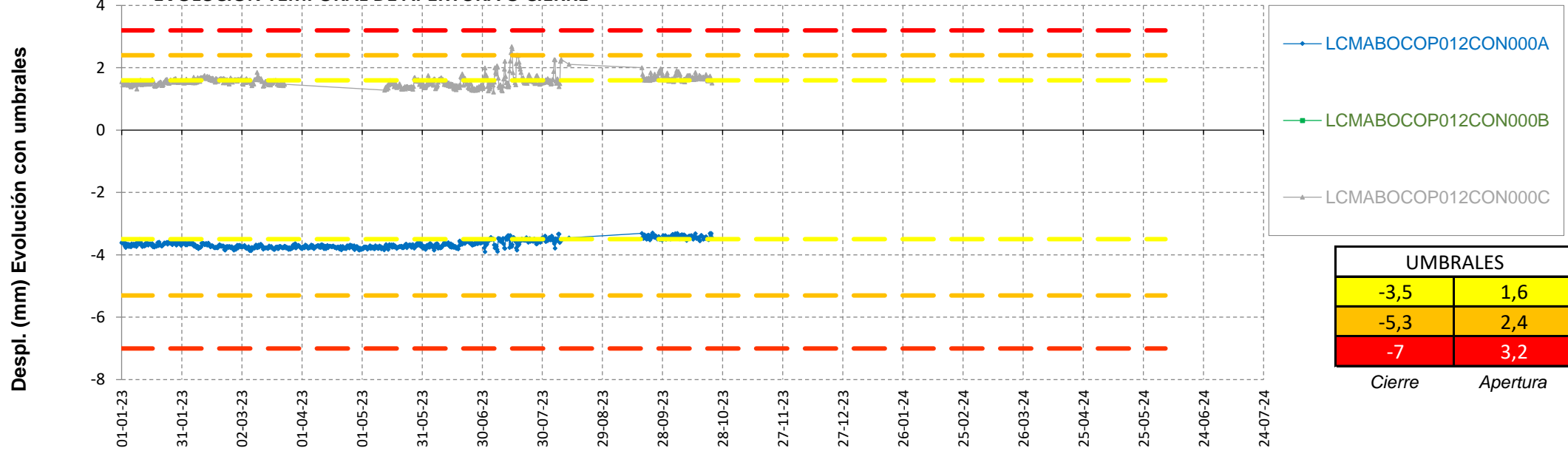
Sensores instalados en la bóveda TO-22

COP: Convergencia óptica laser (mm)	3
CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)	
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm ²)	
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm ²)	4
PZC: Piezómetro CV complementario (mca)	2 (PC no accesible)
PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)	2 (PC no accesible)

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE



UMBRALES	
-3,5	1,6
-5,3	2,4
-7	3,2
Cierre	Apertura

35 BÓVEDA TO-27

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-27

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2 (D.F.R)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4 (D.F.R)

36 BÓVEDA TO-30

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-30

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2 (D.F.R)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2 (D.F.R)

37 BÓVEDA TO-32

Hormigón: HA-80

Sensores instalados en la bóveda TO-32

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

38 BÓVEDA TO-57

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-57

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

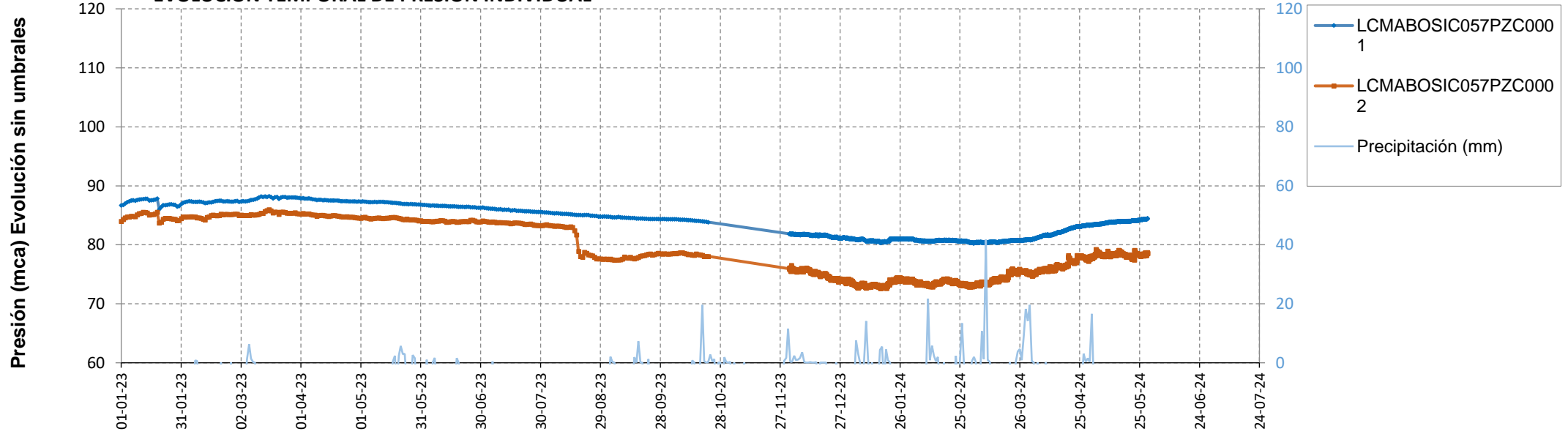
EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

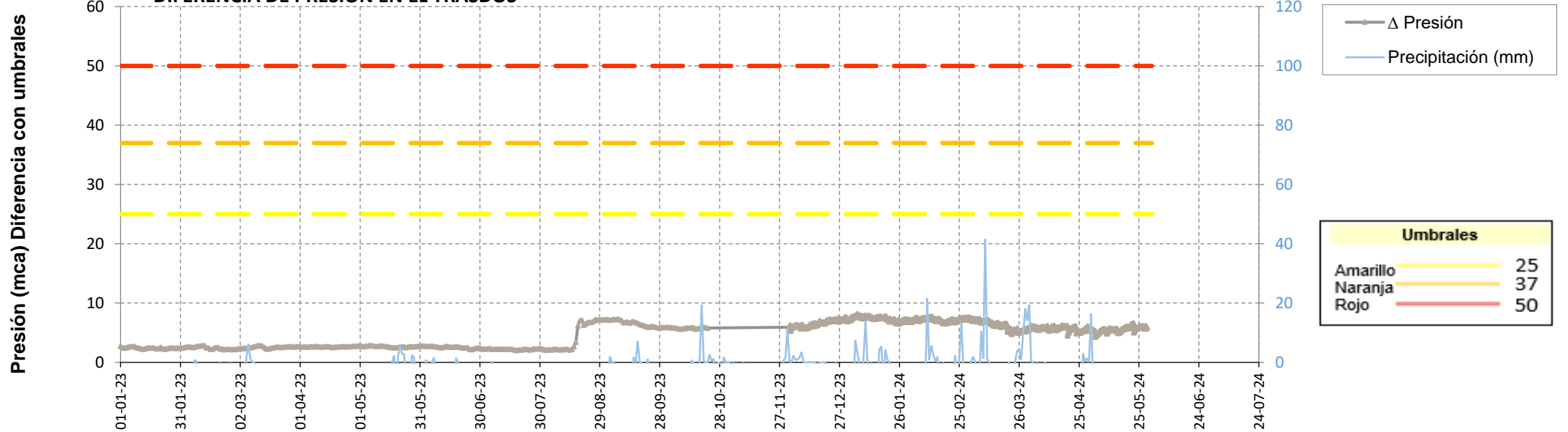
PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL



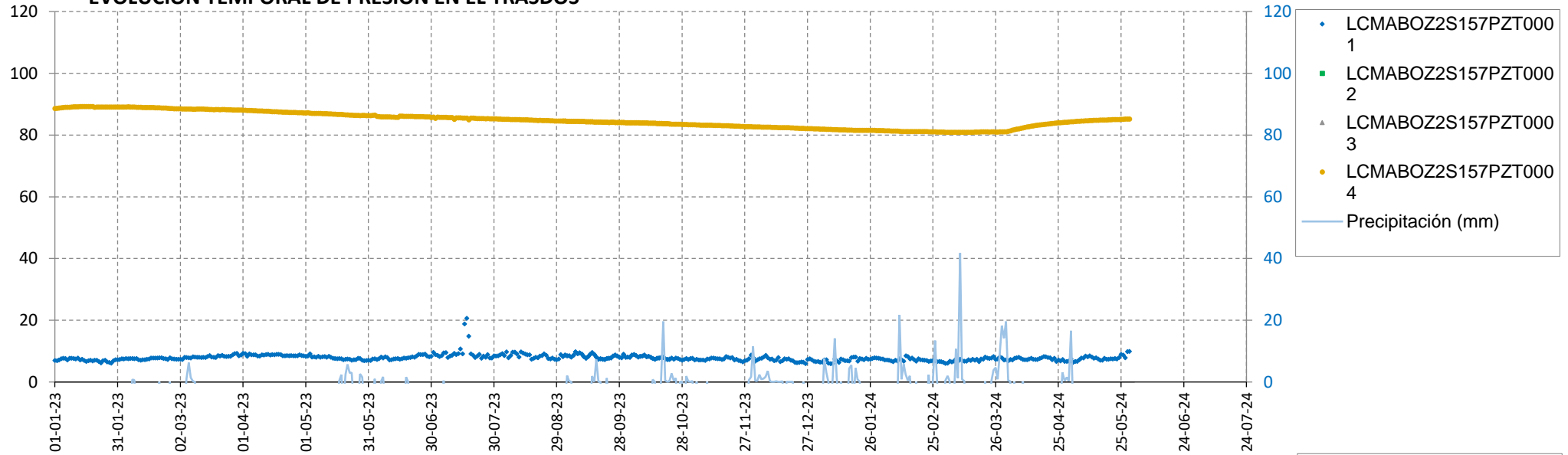
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS



Umbrales	
Amarillo	25
Naranja	37
Rojo	50

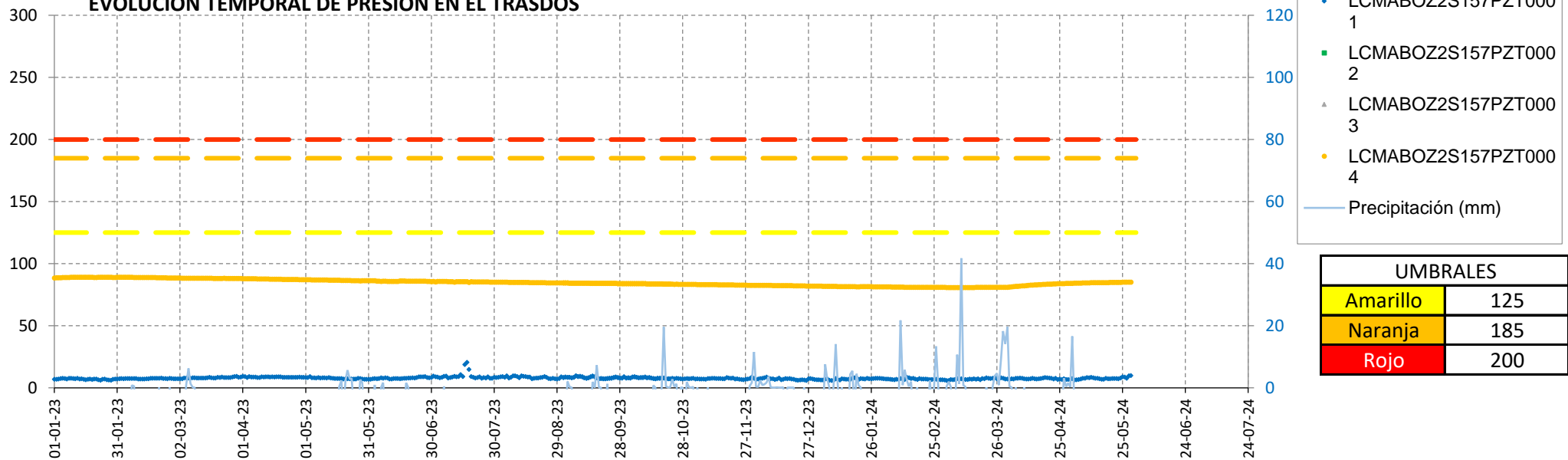
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

39 BÓVEDA TO-64

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-64

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

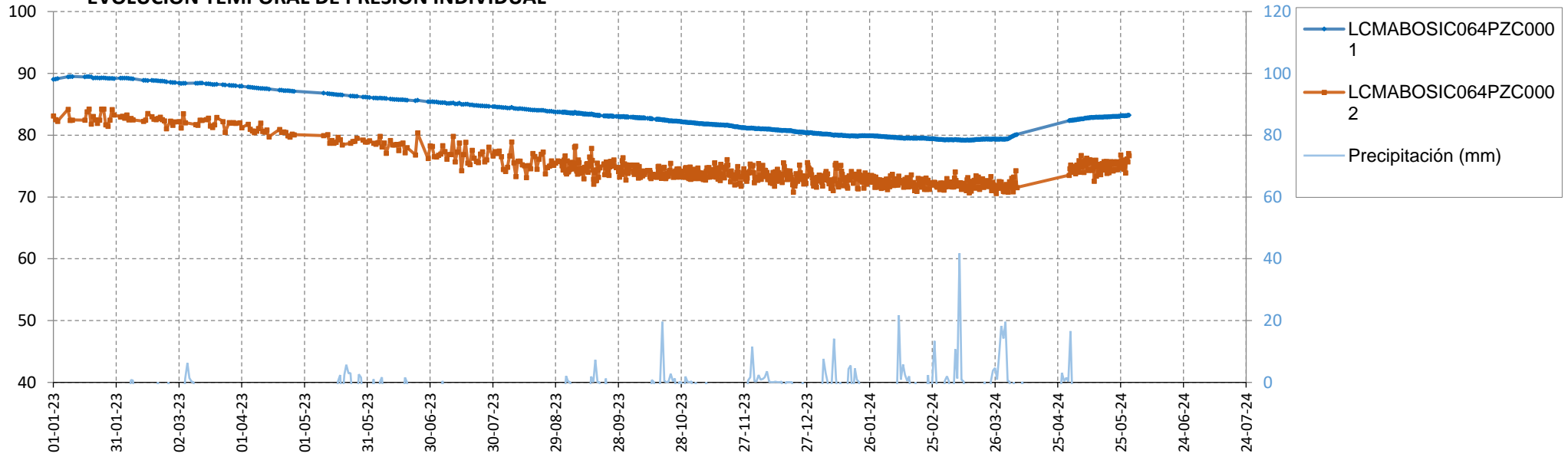
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

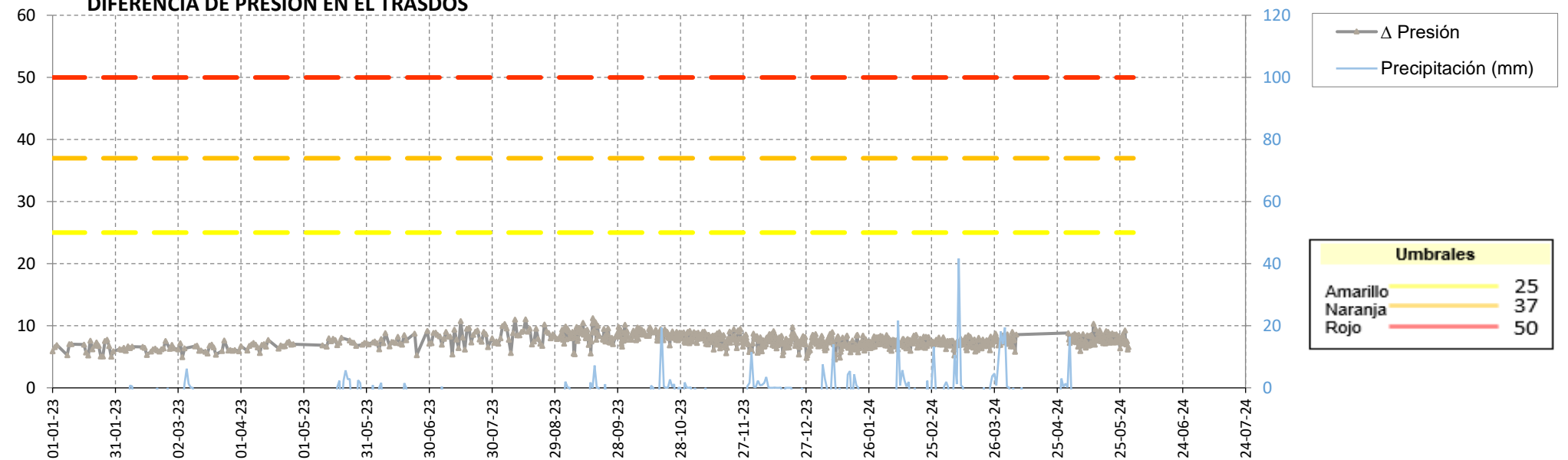
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



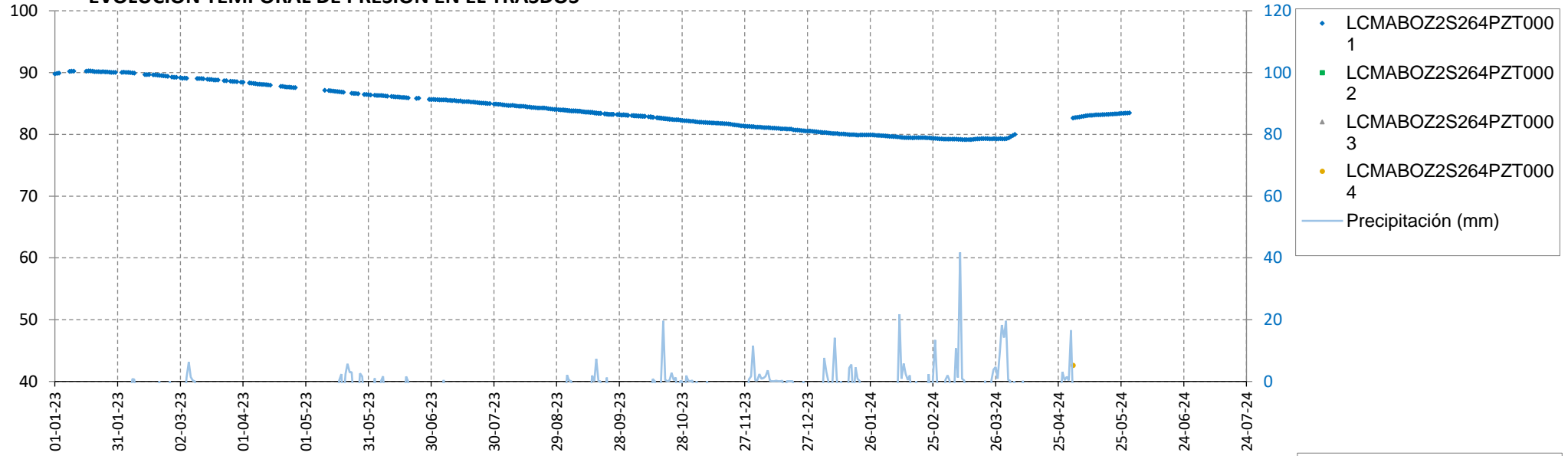
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



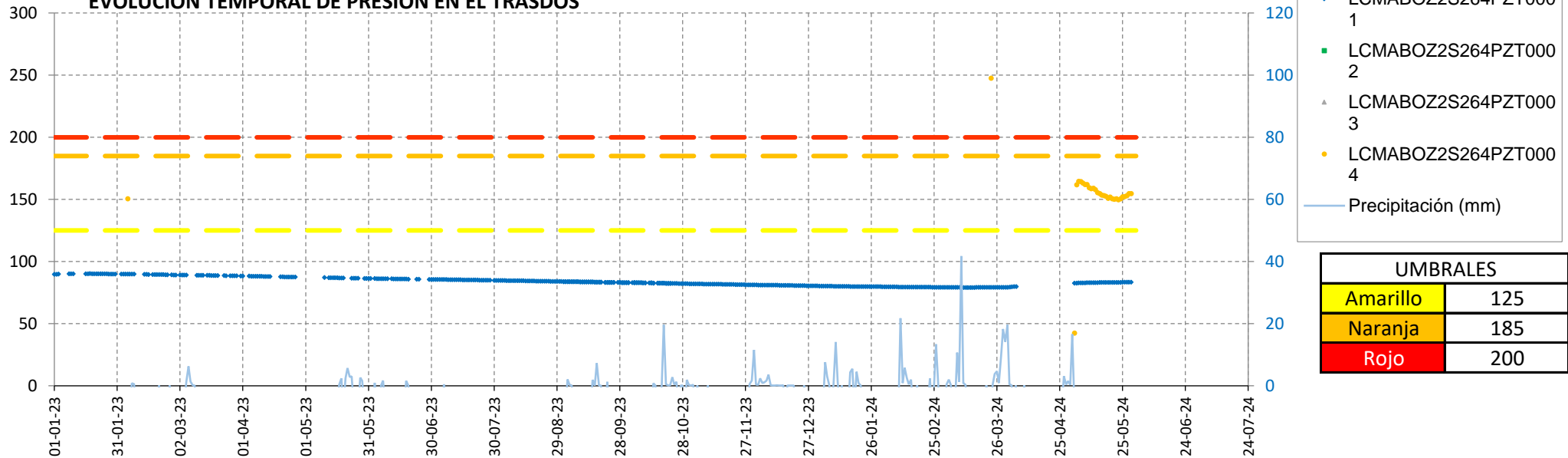
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales

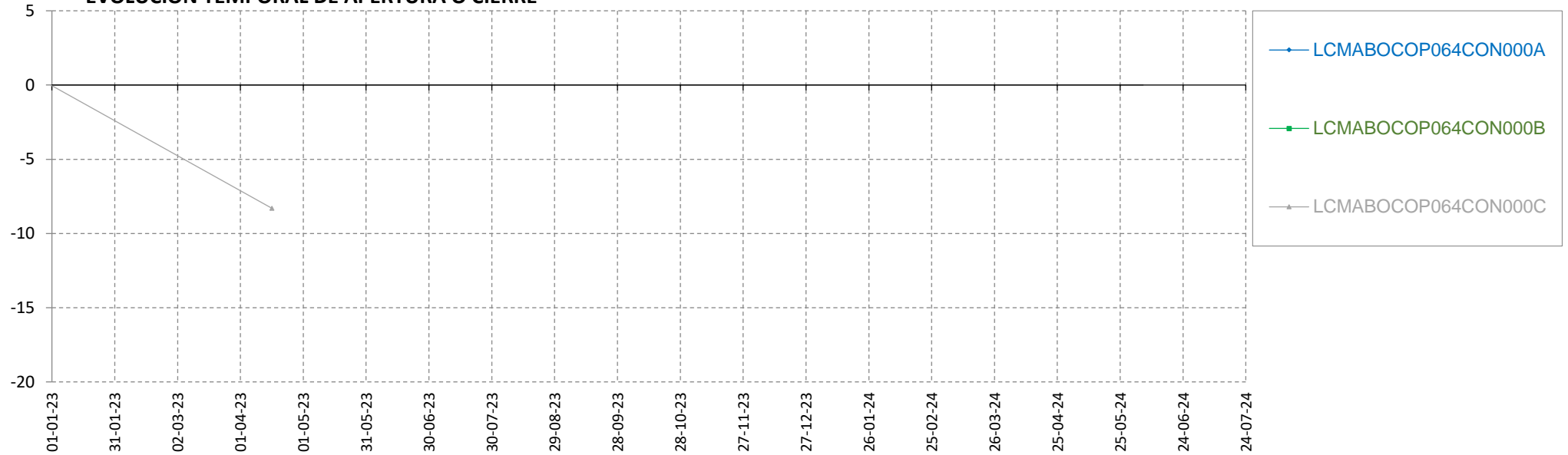


- LCMABOZ2S264PZT000 1
- LCMABOZ2S264PZT000 2
- ▲ LCMABOZ2S264PZT000 3
- LCMABOZ2S264PZT000 4
- Precipitación (mm)

UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

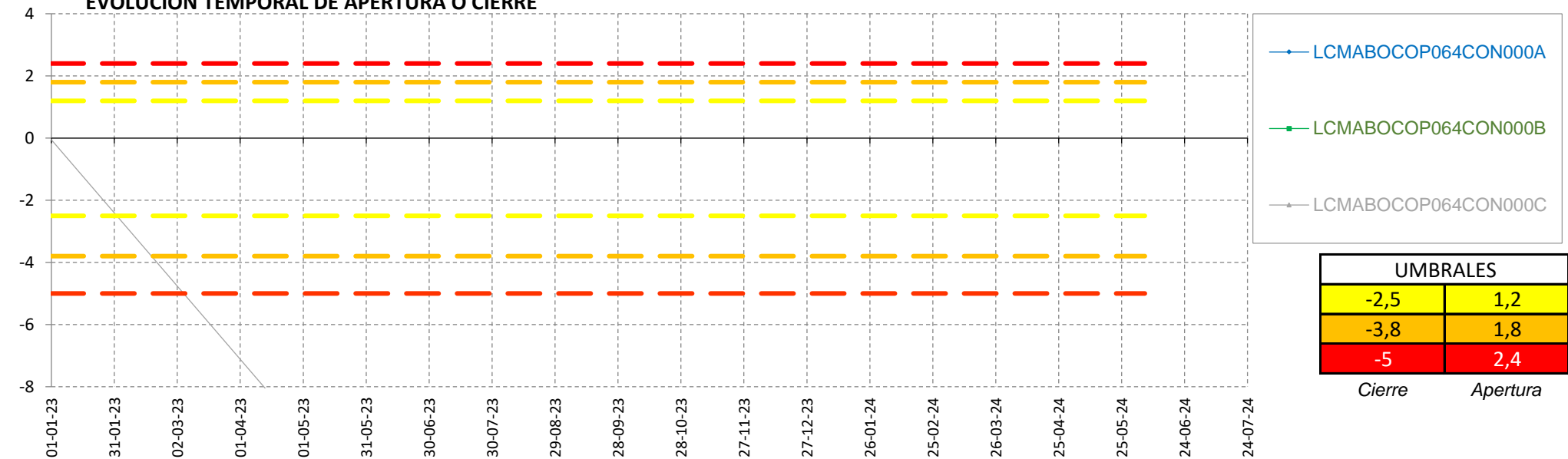
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-2,5	1,2
-3,8	1,8
-5	2,4
Cierre	Apertura

40 BÓVEDA TO-67

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-67

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

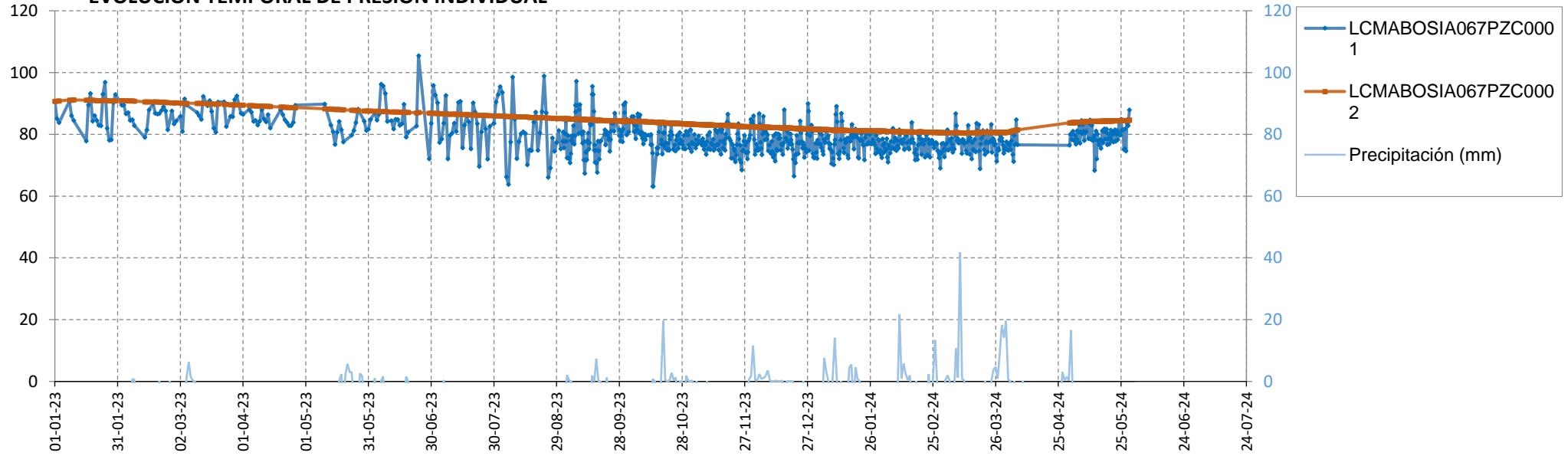
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

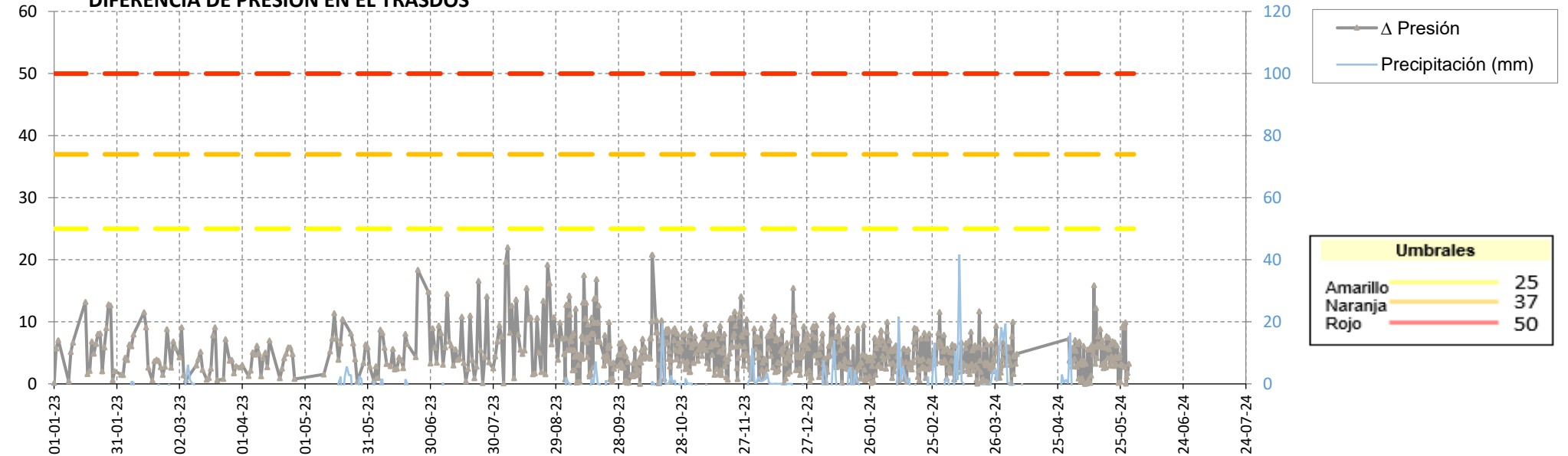
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

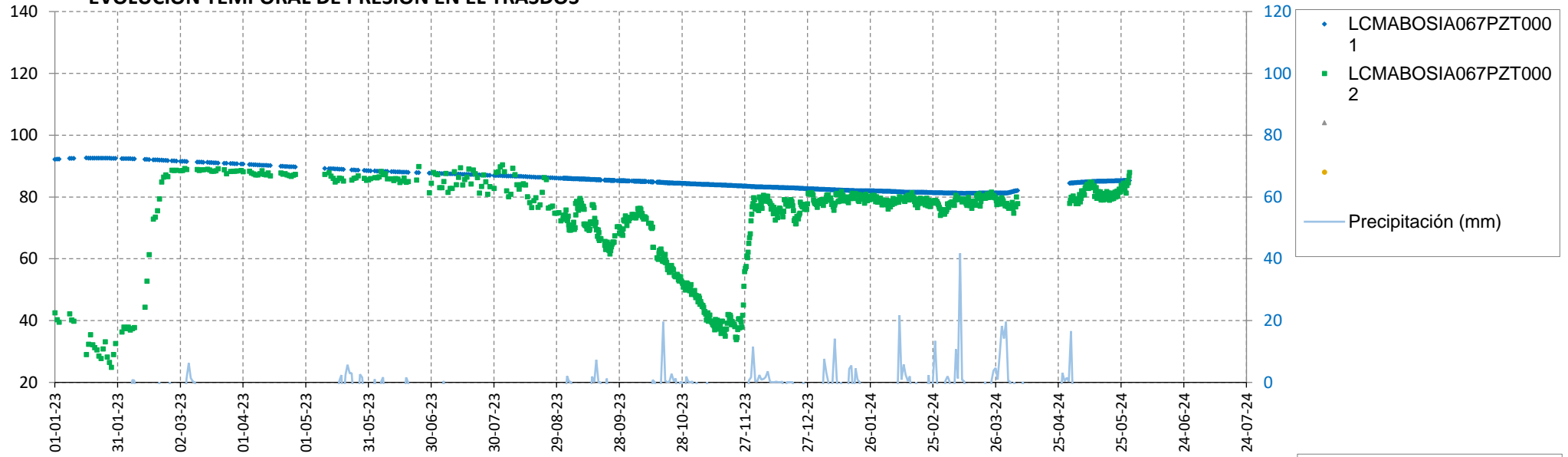
Presión (mca) Diferencia con umbrales



Umbrales	
Amarillo	25
Naranja	37
Rojo	50

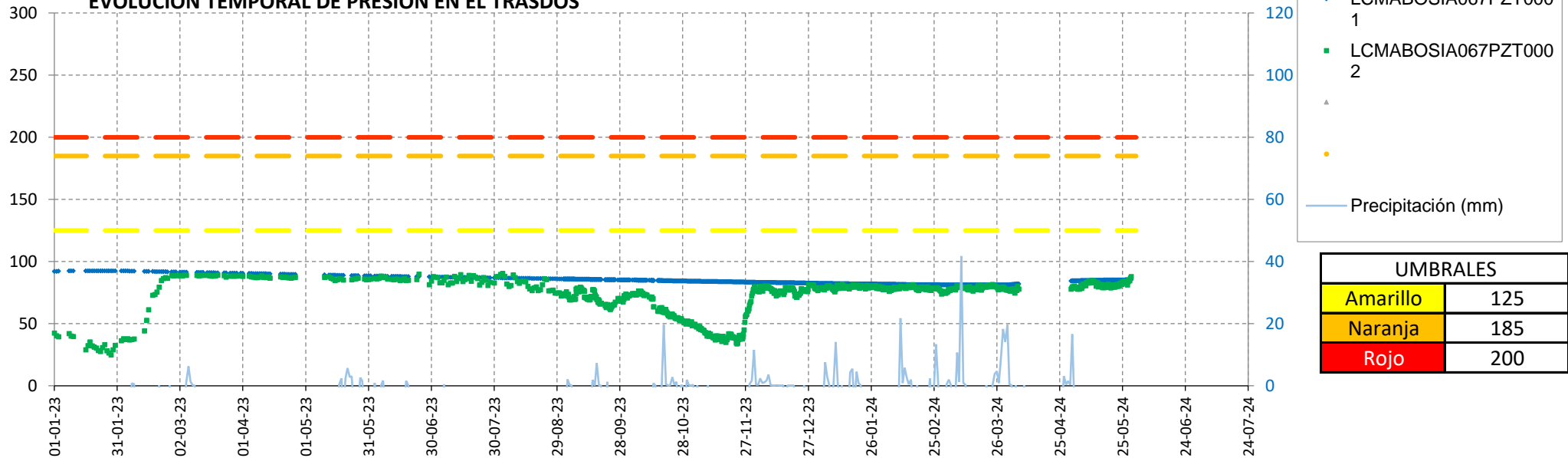
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

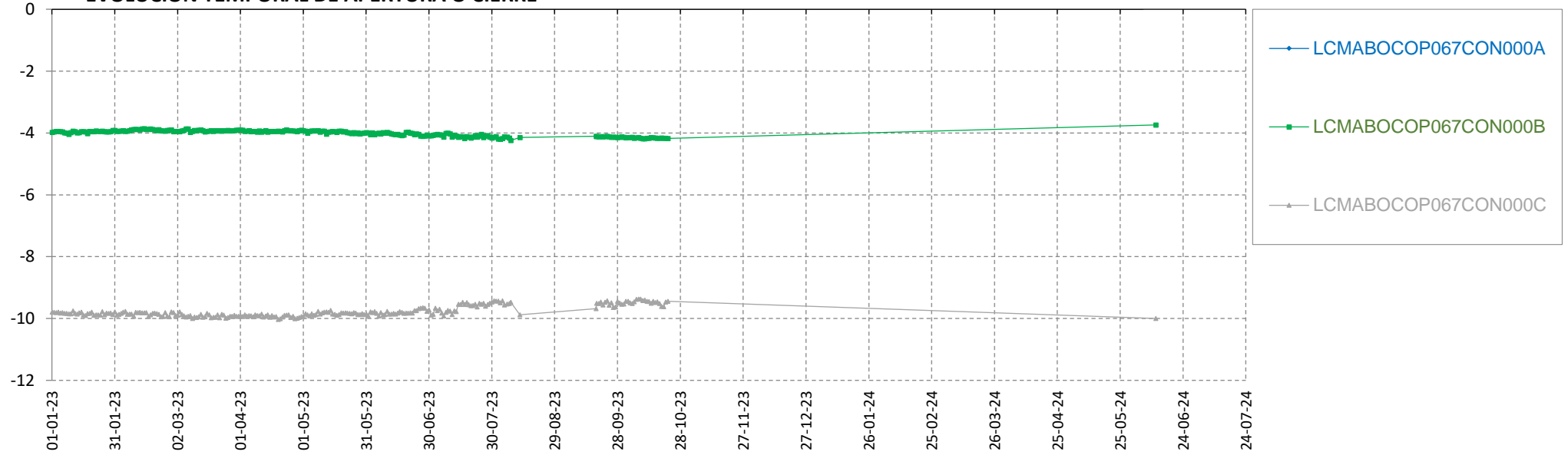
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

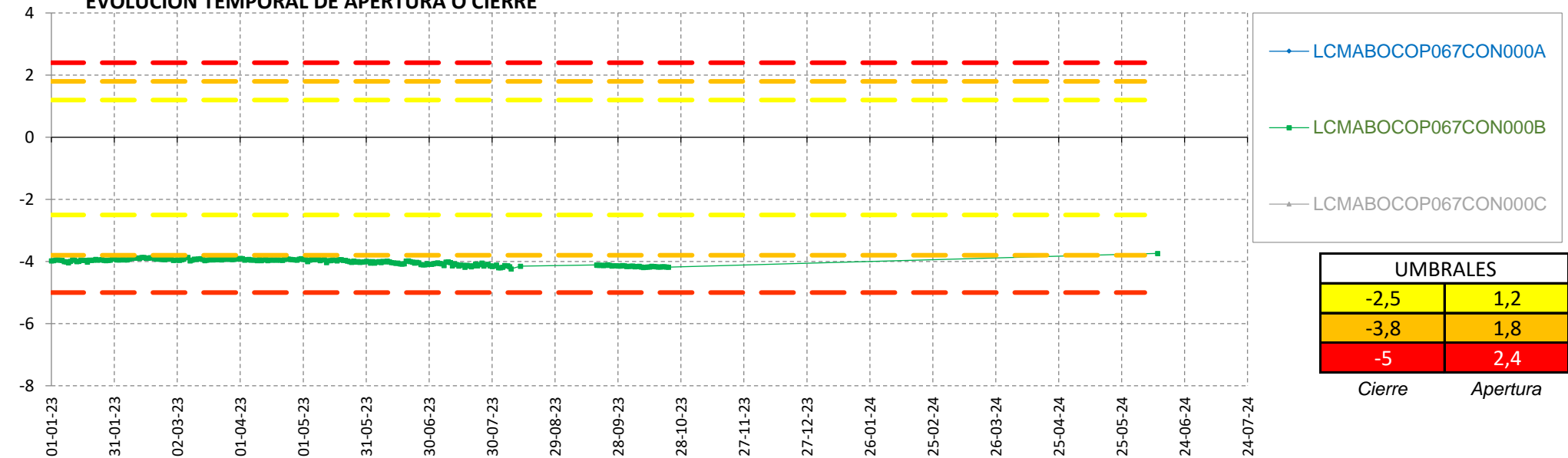
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-2,5	1,2
-3,8	1,8
-5	2,4
Cierre	Apertura

41 BÓVEDA TO-69

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-69

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

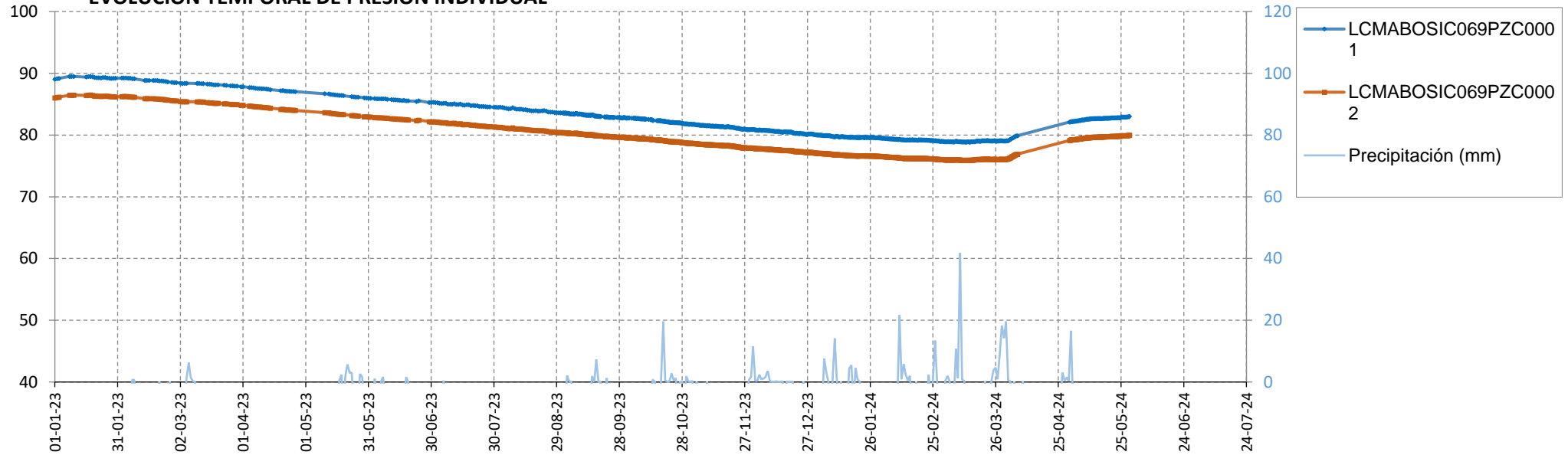
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

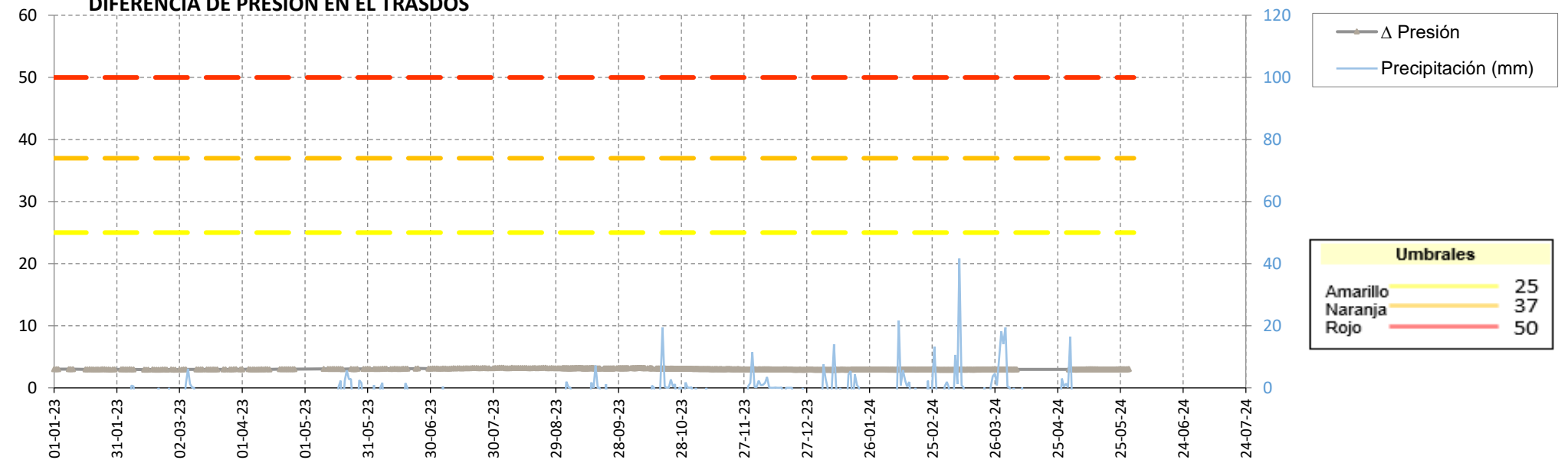
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolución sin umbrales



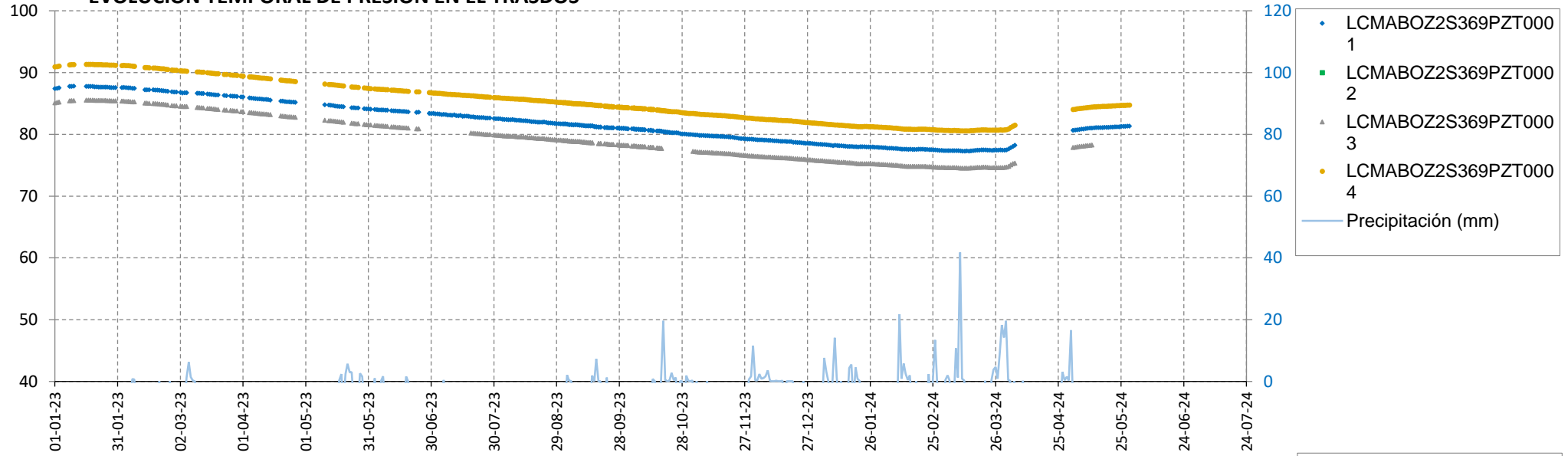
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



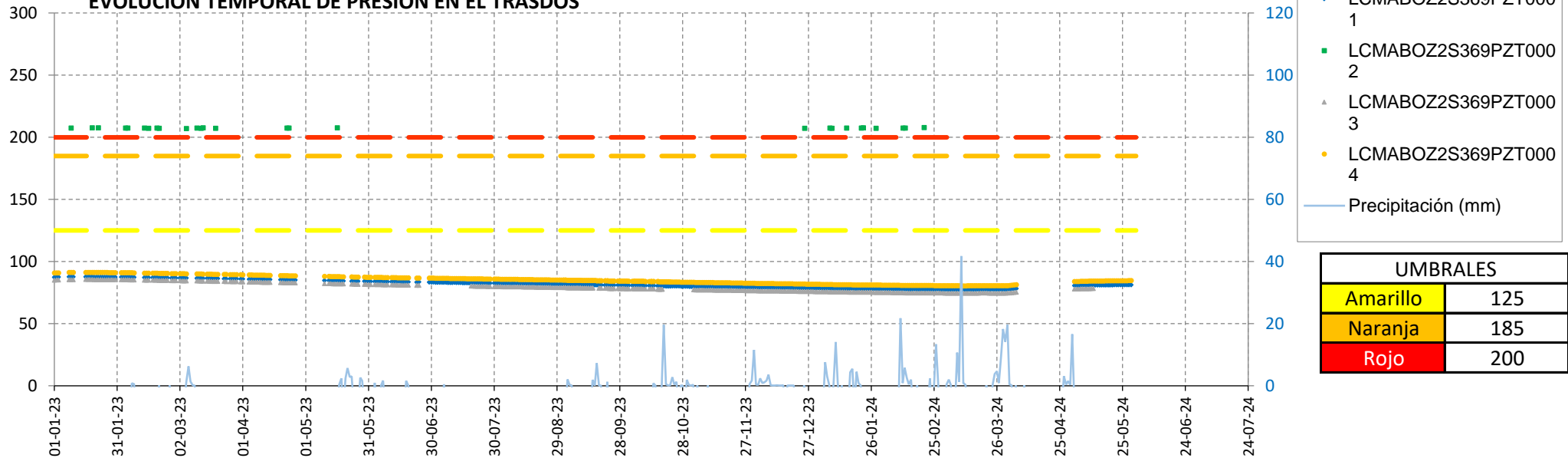
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

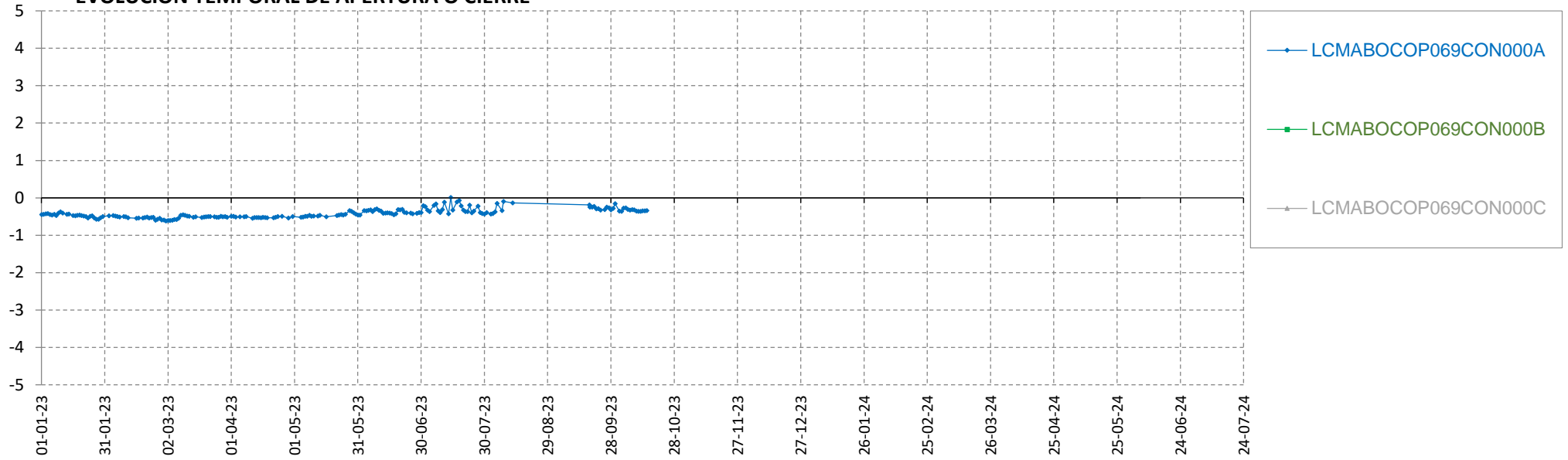
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

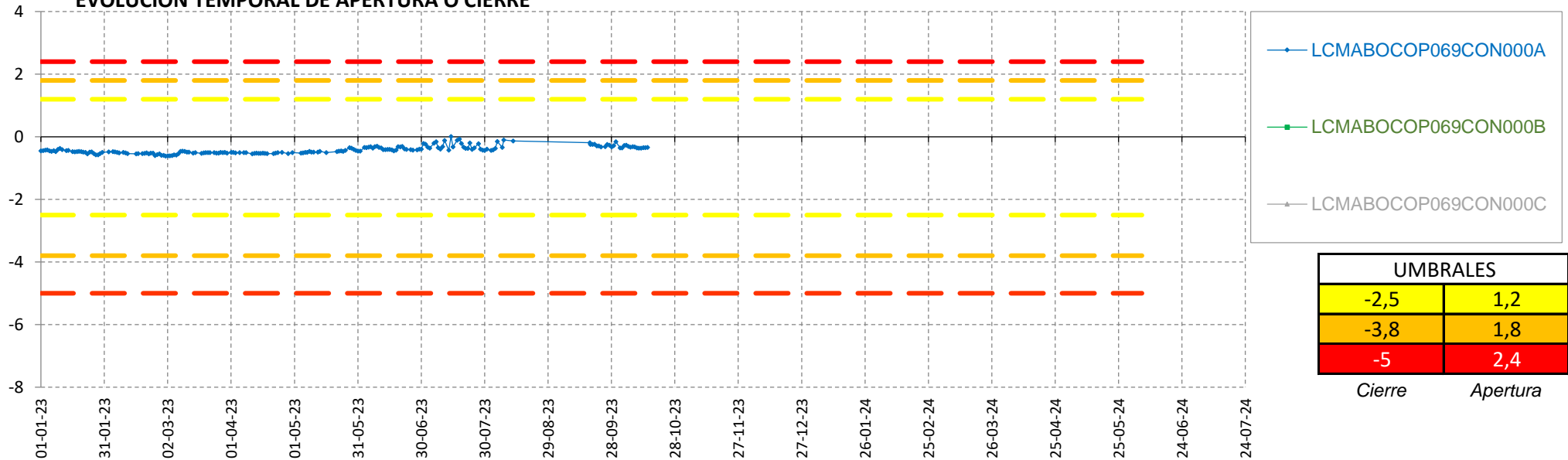
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-2,5	1,2
-3,8	1,8
-5	2,4
Cierre	Apertura

42 BÓVEDA TO-79

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-79

COP: Convergencia óptica laser (mm) 3

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

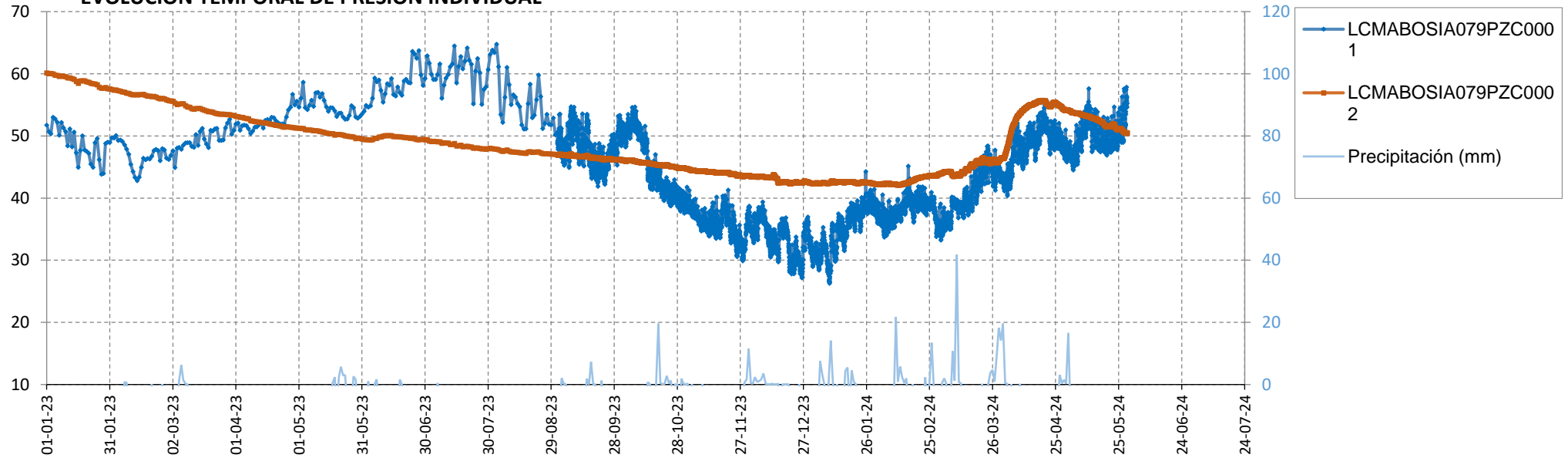
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 2

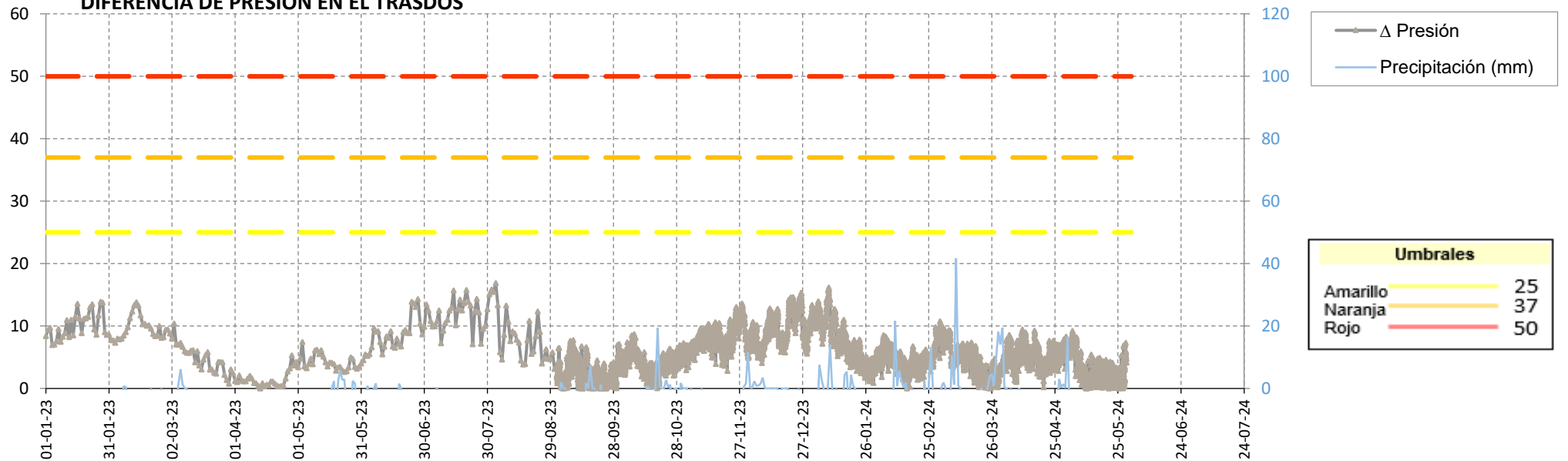
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



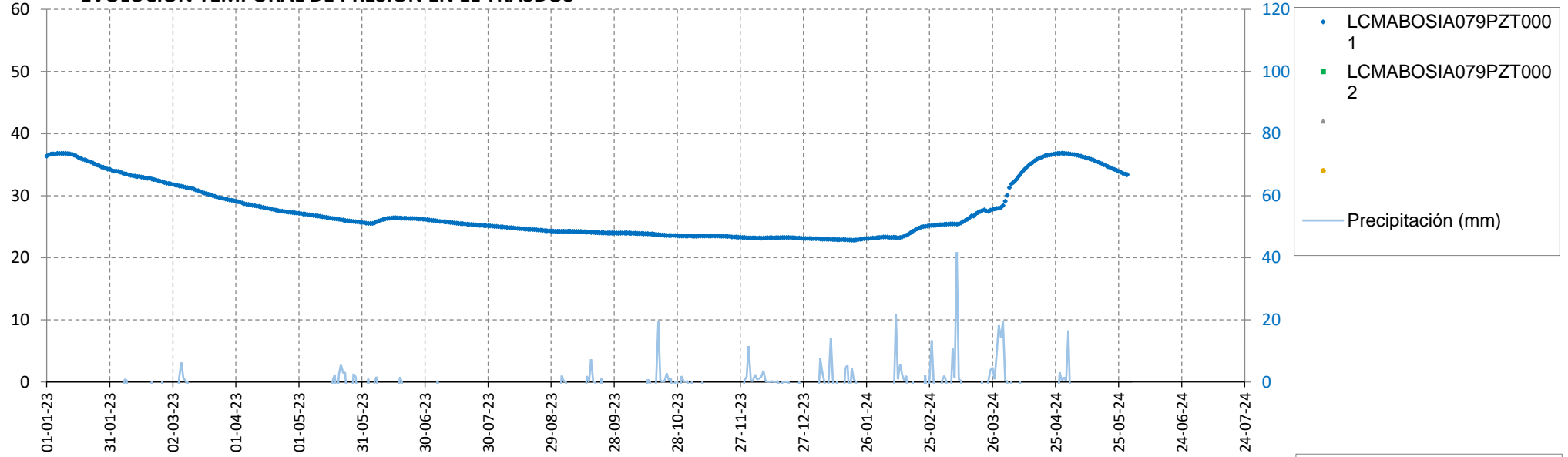
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



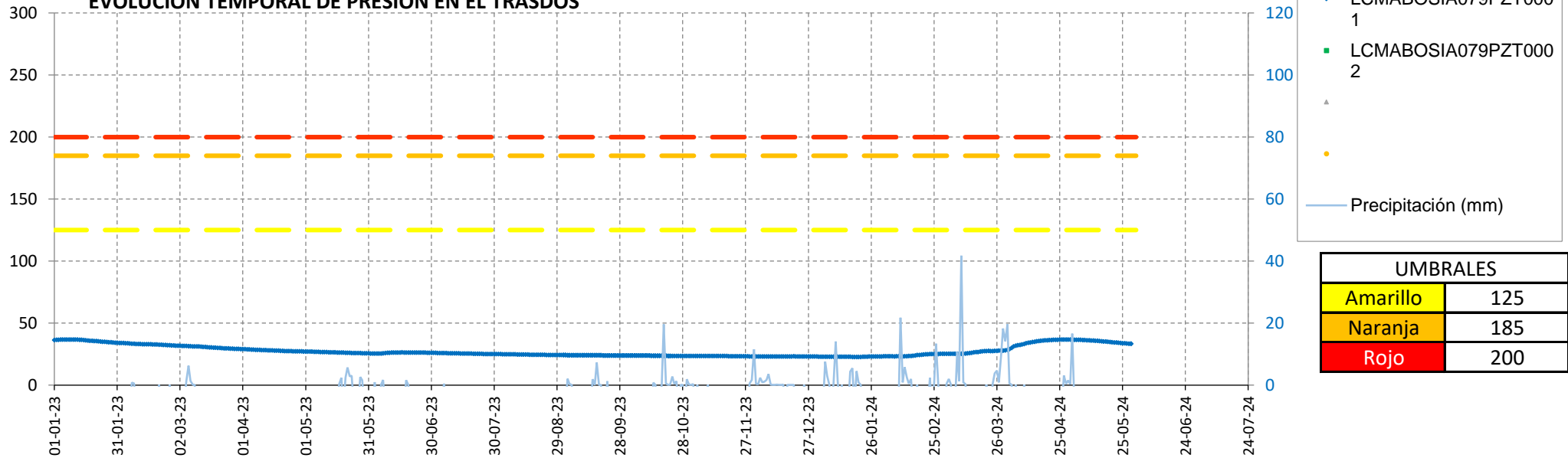
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

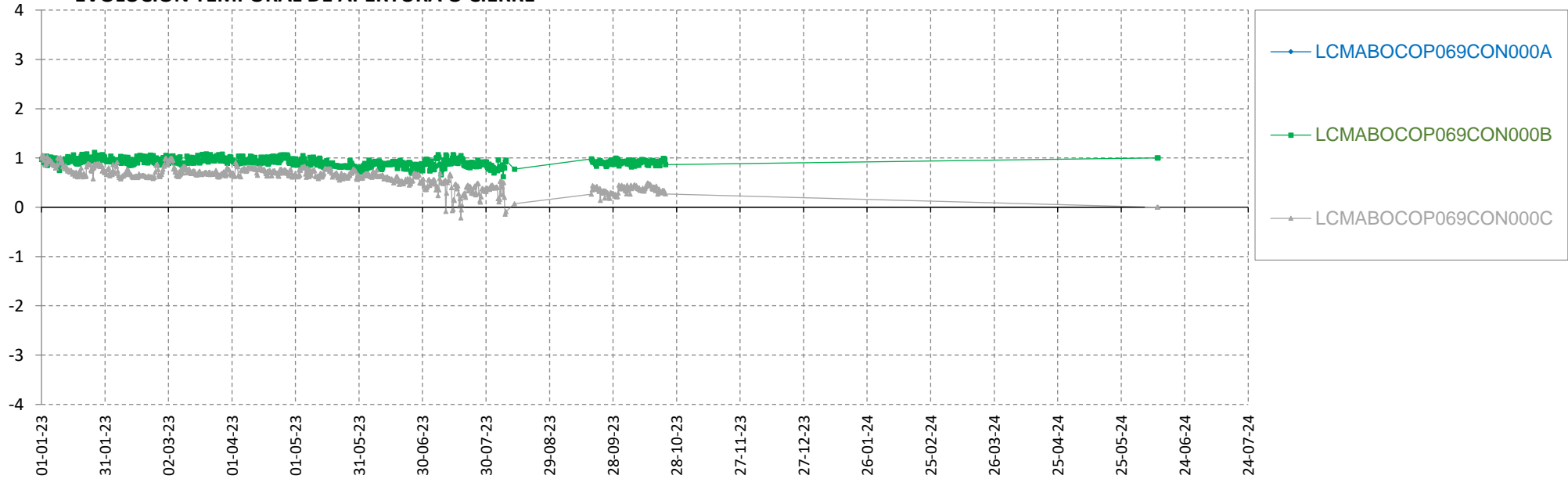
Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

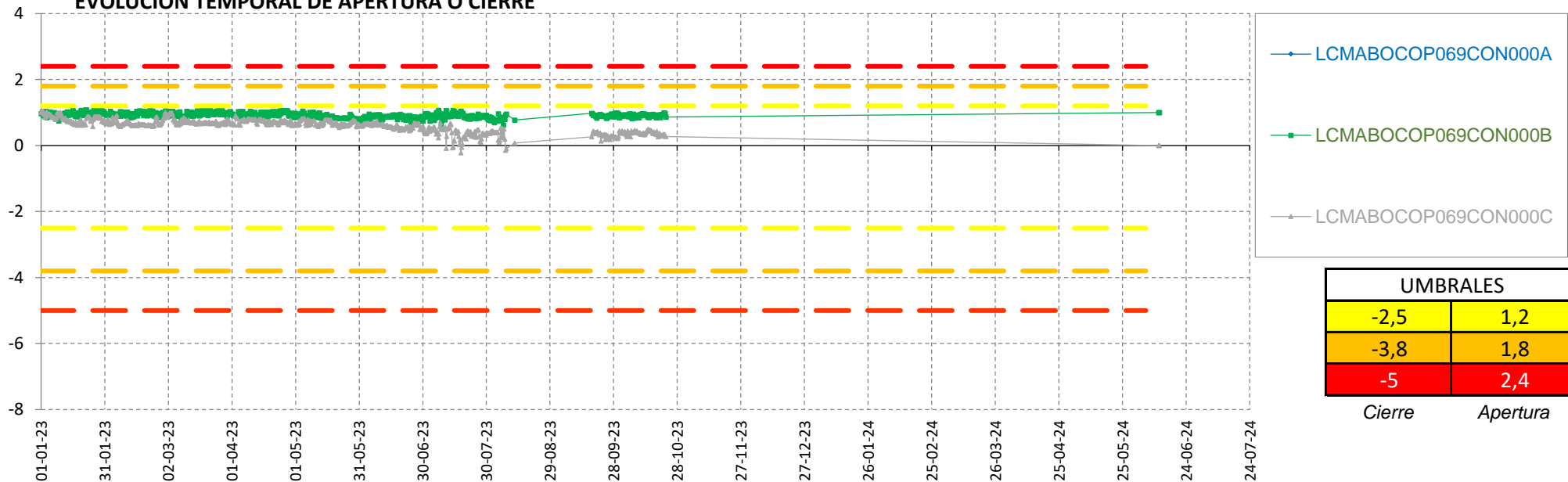
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE APERTURA O CIERRE

Despl. (mm) Evolución con umbrales



UMBRALES	
-2,5	1,2
-3,8	1,8
-5	2,4
Cierre	Apertura

43 BÓVEDA TO-80

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-80

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

44 BÓVEDA TO-83

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-83

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa)

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²)

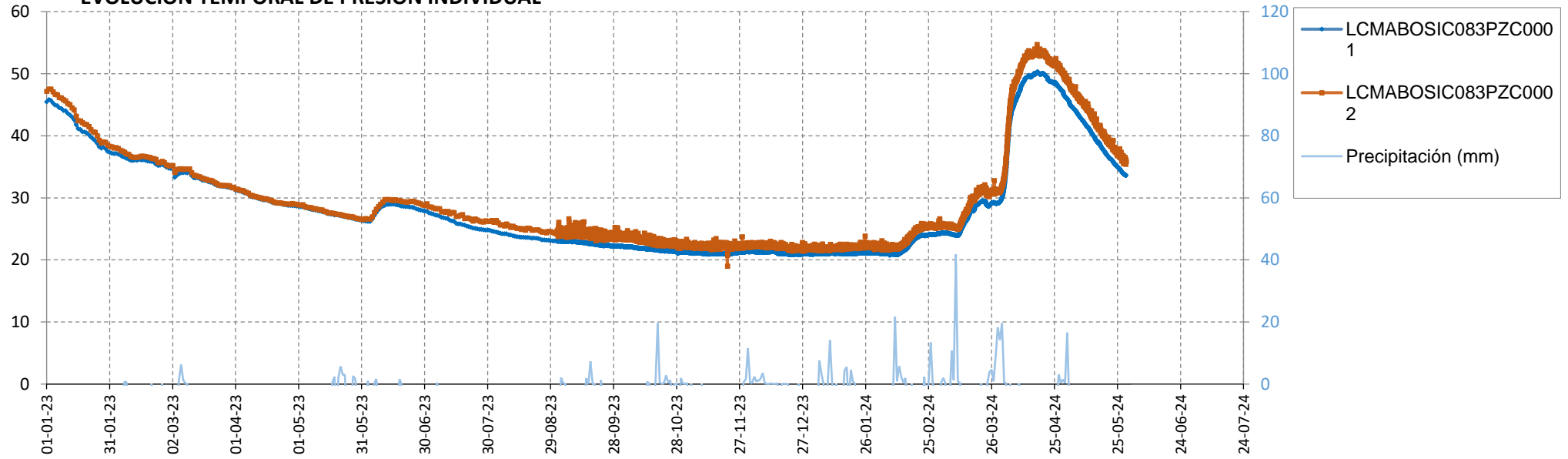
EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²) 4

PZC: Piezómetro CV complementario (mca) 2

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca) 4

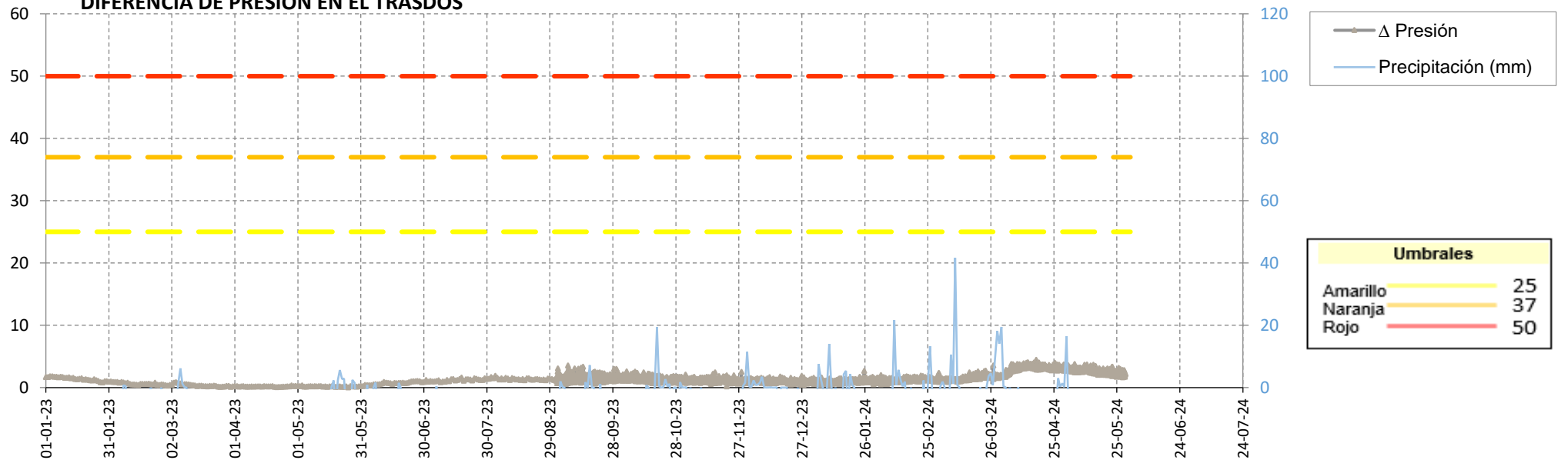
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN INDIVIDUAL

Presión (mca) Evolucion sin umbrales



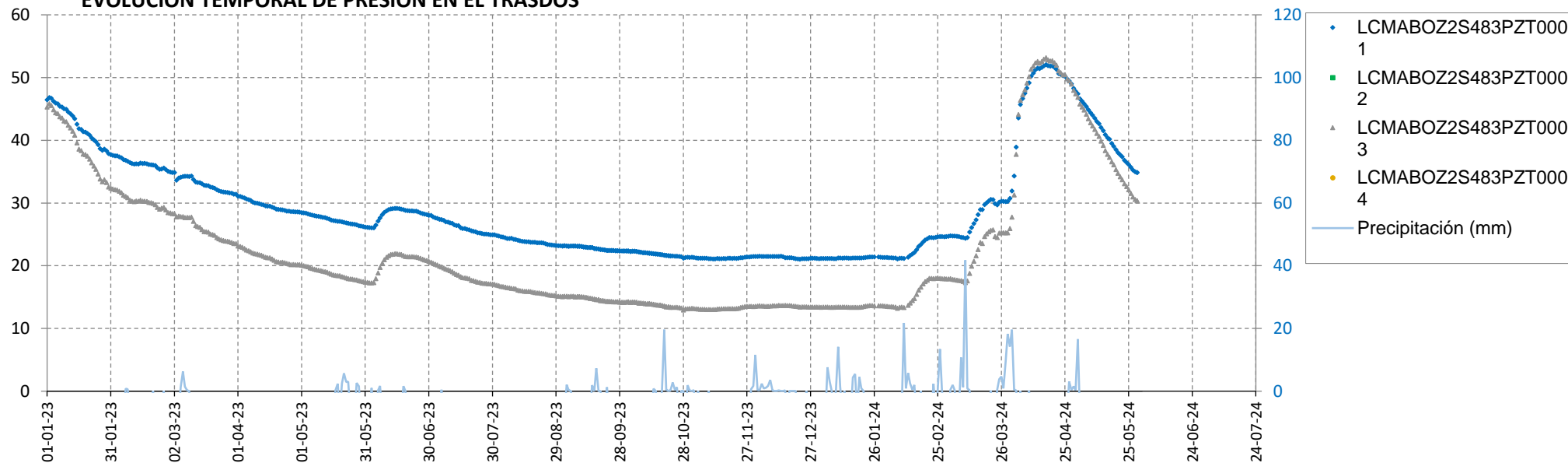
DIFERENCIA DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Diferencia con umbrales



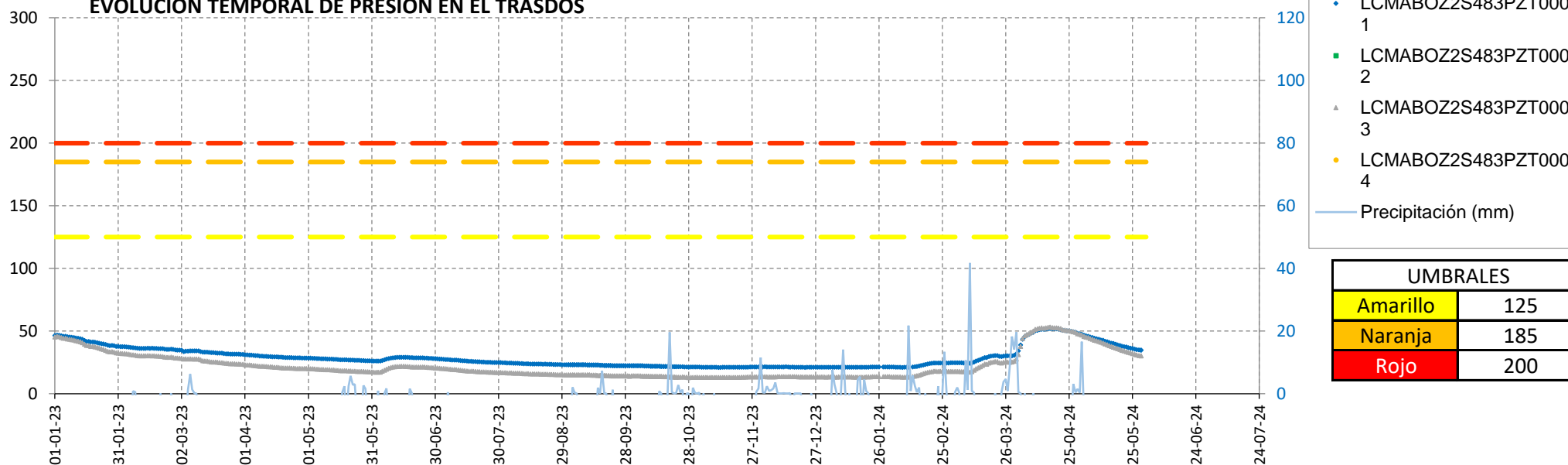
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución sin umbrales



EVOLUCIÓN TEMPORAL DE PRESIÓN EN EL TRASDÓS

Presión (mca) Evolución con umbrales



UMBRALES	
Amarillo	125
Naranja	185
Rojo	200

45 BÓVEDA TO-88

Hormigón: HA-55

Sensores instalados en la bóveda TO-88

COP: Convergencia óptica laser (mm)

CTR: Célula de presión total (CV) (kpa) 6

EXA: Extensómetro CV en armaduras (Kpd/cm²) 12

EXS: Extensómetro CV en paramento (Kpd/cm²)

PZC: Piezómetro CV complementario (mca)

PZT: Piezómetro CV en trasdós (mca)

ANEJO 2
CONVERGENCIAS MANUALES
TOPOGRAFÍA



TÚNEL DE ABDALAJÍS

LINEA 030 CÓRDOBA - MÁLAGA

TRAMO: ANTEQUERA - MÁLAGA

SUBTRAMO: BIF. GOBANTES - ÁLORA

COORDENADAS:

	LATITUD	LONGITUD
INICIO	36°58'00" N	4°44'09" W
FINAL	36°54'07" N	4°43'23" W

CONTROL TOPOGRÁFICO DE DIANAS

- Informe de Inspección
- Características cimiento
- Antecedentes
- Ficha de Inspección
- Auscultación
- Informes especiales
- Cálculos especiales
- Esquemas y croquis
- Accesos al elemento

TÚNEL ESTE VÍA (I)

PK INICIO: (C-1) 113+028
PK FINAL: (C-5) 113+075

BÓVEDAS: 14 -11
LONGITUD: 47 metros

NIVEL DE SEGUIMIENTO: 4 veces/año

ESTADO : ■

Fecha de inspección: Jueves, 11 de enero de 2024
Seguimiento Topográfico de la Infraestructura en el Eje
Sur de Alta Velocidad.



GEOLOGÍA (I) - TÚNEL ESTE VÍA (I)

LEYENDAS

PALEOZOICO

- PERMOTRIAS Fm. Saladilla: Areniscas y limolitas rojas, conglomerados cuarcíticos
- CARBONÍFERO Fm. Almogía: Grauvacas, conglomerados silíceos, lilitas, pizarras
- DEVÓNICO Fm. Sanctipetri: Calizas tableadas negras, calizas masivas grises
- ORDOVÍCICO-SILÚRICO Fm. Morales: Pizarras y areniscas
- PALEOZOICO-TRIÁSICO Fm. Tonosa (Alpujarride): Filitas gris-azuladas, cuarcitas
- Cuarzito Ordovícicas.

TERCIARIO

- MIOCENO INFERIOR Fm. Arcillas Variegadas: Arcillas grises y negras, y margocalizas
- Fm. Nummole: Arcillas marrones con inclusiones de arenisca
- Fm. Naves: Flysch de areniscas micáceas y lilitas marrones
- Fm. Obrajillo: Conglomerados poligénicos

MESOZOICO

- CRETÁCICO 19.- Margocalizas rojas
- 18.- Niveles de sílex
- 17.- Margocalizas blancas y verdes
- 16.- Capas blancas y rojas indiferenciadas, Margocalizas y calizas
- Serie del Veredón
- JURÁSICO SUPERIOR Fm. Torcal: Calizas micríticas beige
- Ammonitico Rosso, Calizas nodulosas rosadas
- JURÁSICO MEDIO Fm. Endrina: Calizas oolíticas blancas y beige
- LIAS INFERIOR Fm. Jarastepar: Dolomías y arcillas.
- TRIÁSICO SUPERIOR (KEUPER) Fm. Capas de Lifa: Yeso-anhidrita, dolomías y arcillas
- Fm. Dolomía de Lirio + Fm. Capas del Peñón Verde: Dolomías y arcillas
- TRIÁSICO MEDIO (MUSCHELKALK) Fm. Meleguettin: Calizas y arcillas
- Fm. Meleguettin: Dolomías y arcillas
- Fm. Meleguettin: Yeso-anhidrita, dolomías, arcillas y calizas

LEYENDA AGUAS

- SECO (0 l/s)
- HUMEDADES (0-2 l/s)
- GOTEANDO (2-5 l/s)
- LIGERAS FILTRACIONES (5-10 l/s)
- CHORROS (>10 l/s)
- TAPONES TRATAMIENTOS

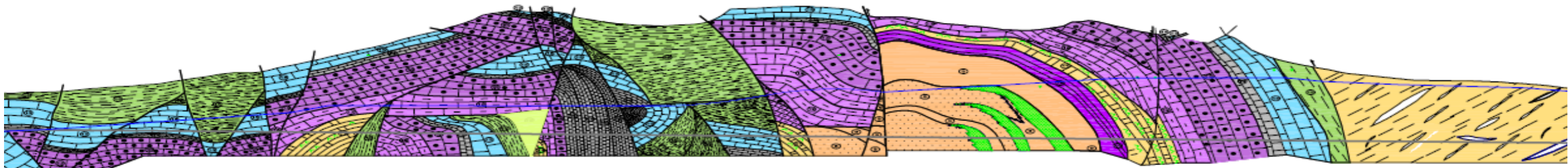
SIMBOLOS

- Falla (y sentido de movimiento).
- Contacto estratigráfico.
- Contacto estratigráfico supuesto.
- Cambio lateral de facies.
- Nivel Plezométrico.



GEOLOGÍA (II) - TÚNEL ESTE VÍA (I)

AFLUENCIAS DE AGUA SEGUN INSPECCIÓN DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN (FICHAS DE FRENTE A.C.O.)



INYECCION (25/04/05 - 10/03/06) + REINYECCION RESINA-CEMENTO (19/09/05 - 07/06/06)	
INYECCION DE GEOCISA DESDE EL (08/08/06 - 22/03/07)	
REGISTRO DE AGUA EN EL TUNEL OESTE (08/11/06)	
REGISTRO DE AGUA EN EL TUNEL OESTE (08/01/07)	
REGISTRO DE AGUA EN EL TUNEL OESTE (10/04/07)	



UMBRALES - TÚNEL ESTE VÍA (I)

Convergencias de apertura y cierre:

Se procede del mismo modo que en los parámetros anteriores. En este caso, además, hay que distinguir entre convergencias de apertura y de cierre.

HA-80		Convergencias	CO ₂
Valor		Umbral	
CO _c	CO _a		
3,5	1,6	Amarillo	
5,3	2,4	Naranja	
7,0	3,2	Rojo	

Umbral de control para convergencias de apertura y cierre HA-80

HA-55		Convergencias	CO ₂
Valor		Umbral	
CO _c	CO _a		
2,5	1,2	Amarillo	
3,8	1,8	Naranja	
5,0	2,4	Rojo	

Umbral de control para convergencias de apertura y cierre HA-55

- Superación del umbral de diferencia de presiones (ΔP) y convergencias (CO₂) simultáneamente, aplicando el nivel de protocolo que marquen las convergencias

El procedimiento general de control se resume en el siguiente diagrama:

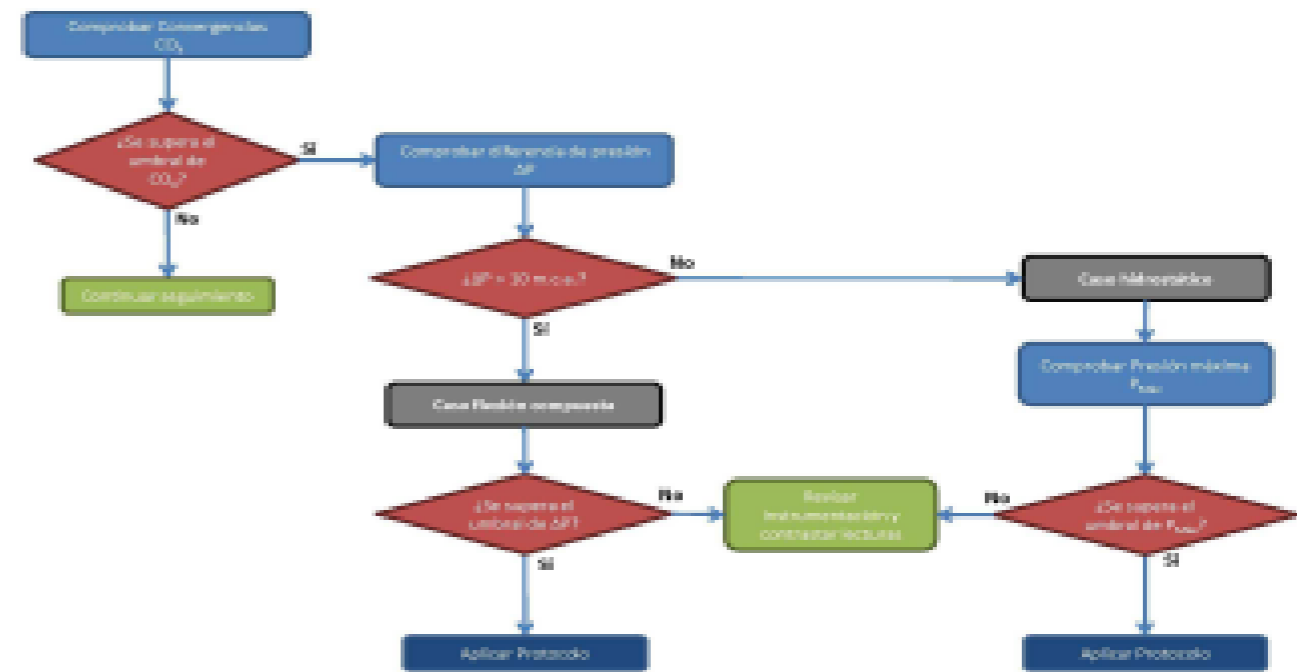


Diagrama del procedimiento de control

6.2.2 Procedimiento de control

Como norma general se comprobarán las lecturas de los tres parámetros de control determinados para el seguimiento del anillo de refuerzo (presión máxima interanular, diferencia de presión entre hastiales y convergencias de apertura y cierre), distinguiendo entre caso hidrostático y modelo de flexión compuesta.

El indicador principal será la presión máxima interanular (P_{max}), ya que la carga de agua es el parámetro fundamental de diseño del anillo de refuerzo.

En caso de que se supere algún umbral de diferencia de presiones entre hastiales (ΔP), es necesario comprobar las convergencias ya que, si éstas no superan los umbrales, el estado de cargas sería más favorable que en el modelo de cálculo diseñado por Geocisa y, por tanto, no sería necesario aplicar el protocolo de actuación.

Por último, si únicamente se superan los umbrales de convergencia, las lecturas deberán ser revisadas y contrastadas antes de aplicar los protocolos de actuación, con objeto de detectar errores de medición o bien, investigar las causas del aumento de los movimientos asumiendo que no se deben a la carga de agua.

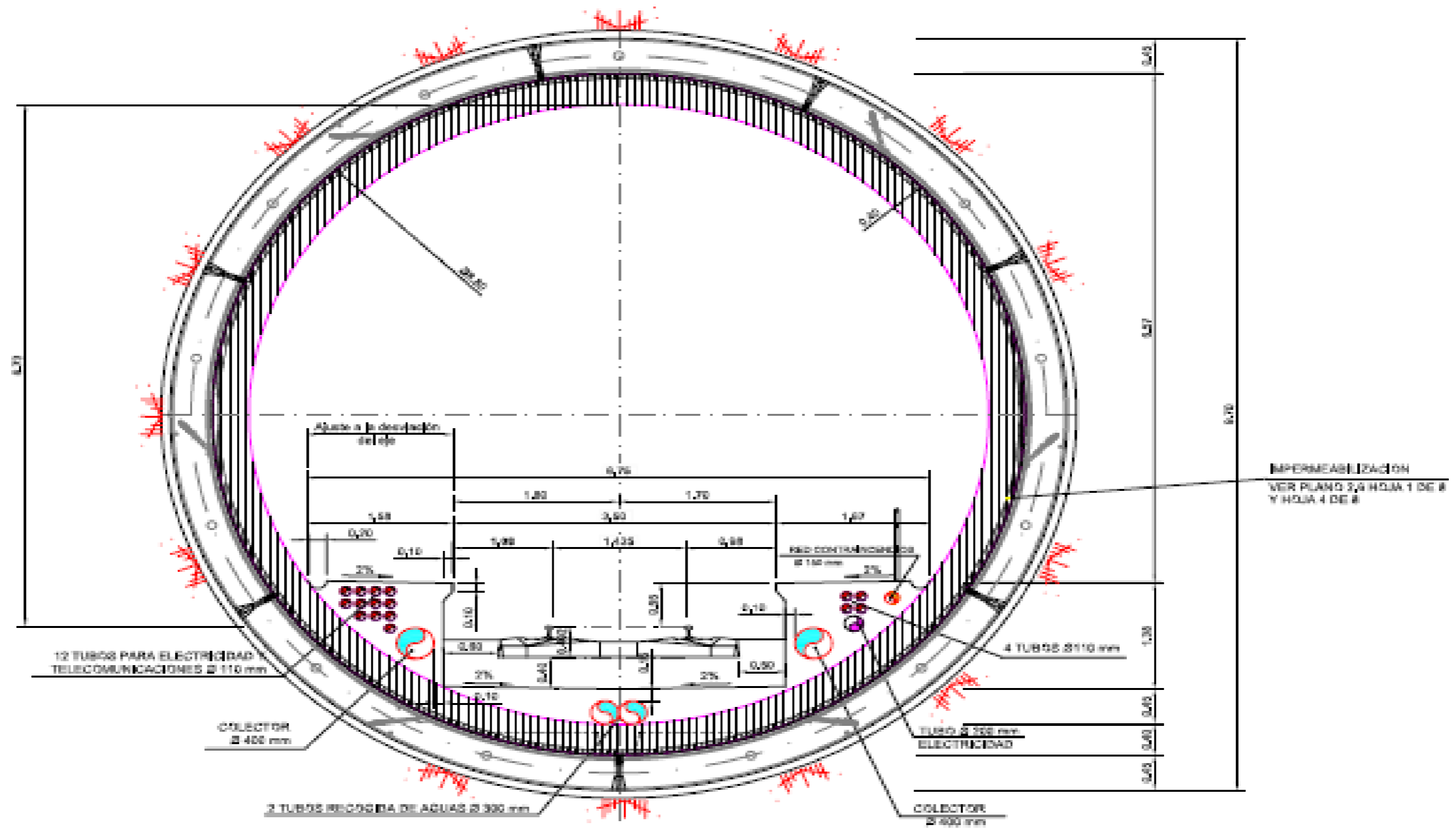
En resumen, los protocolos de actuación se aplicarán cuando se den los siguientes casos:

- Superación del umbral de presión máxima P_{max} .



SECCIÓN TIPO - TÚNEL ESTE VÍA (I)

SECCION REFORZADA



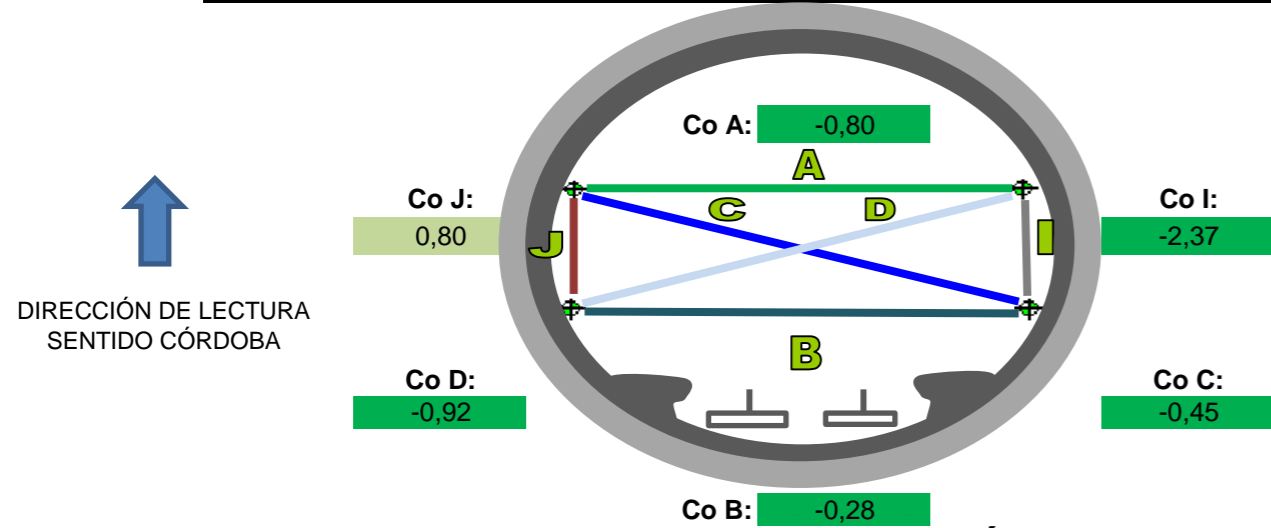
RESUMEN DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I) - ÚLTIMA MEDICIÓN

FECHA

11/01/2024

CONVERGENCIAS S1 B14 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+028

CONVERGENCIAS S2 B14 - JUNTA CENTRO PK 113+033



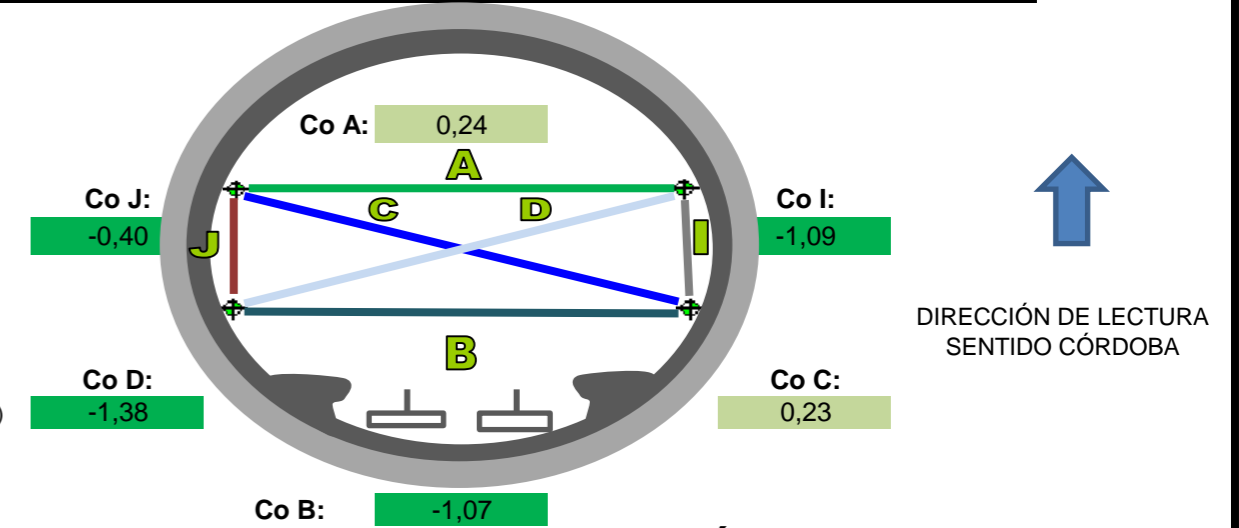
HA-80		Convergencias		CO ₂	Umbral
Valor	CO ₂	Valor	CO ₂		
3,5	1,6				Amarillo
5,3	2,4				Naranja
7,0	3,2				Rojos

Umbral de control para convergencias de apertura y cierre HA-80

HA-55		Convergencias		CO ₂	Umbral
Valor	CO ₂	Valor	CO ₂		
2,5	1,2				Amarillo
3,8	1,8				Naranja
5,0	2,4				Rojos

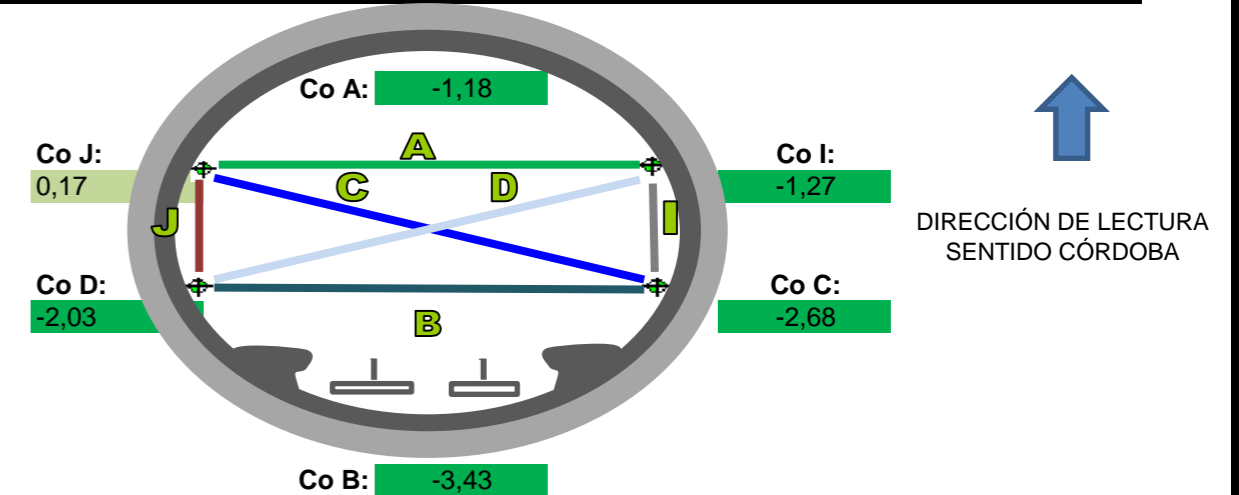
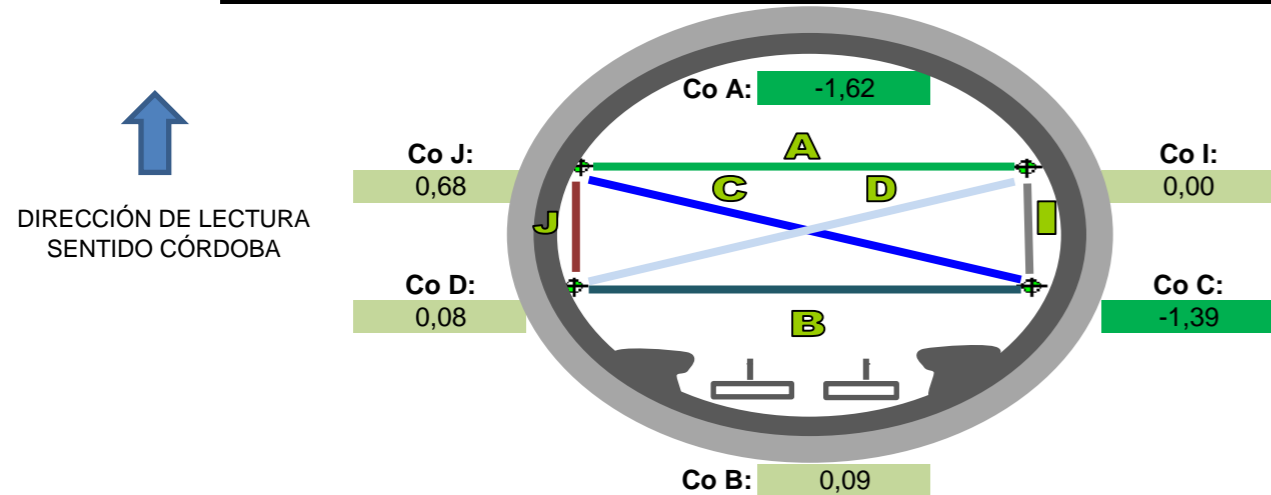
Umbral de control para convergencias de apertura y cierre HA-55

SENTIDO DE DIRECCIÓN DE LECTURA CÓRDOBA (NORTE)
SENTIDO DE DIRECCIÓN DE LECTURA MÁLAGA (SUR)



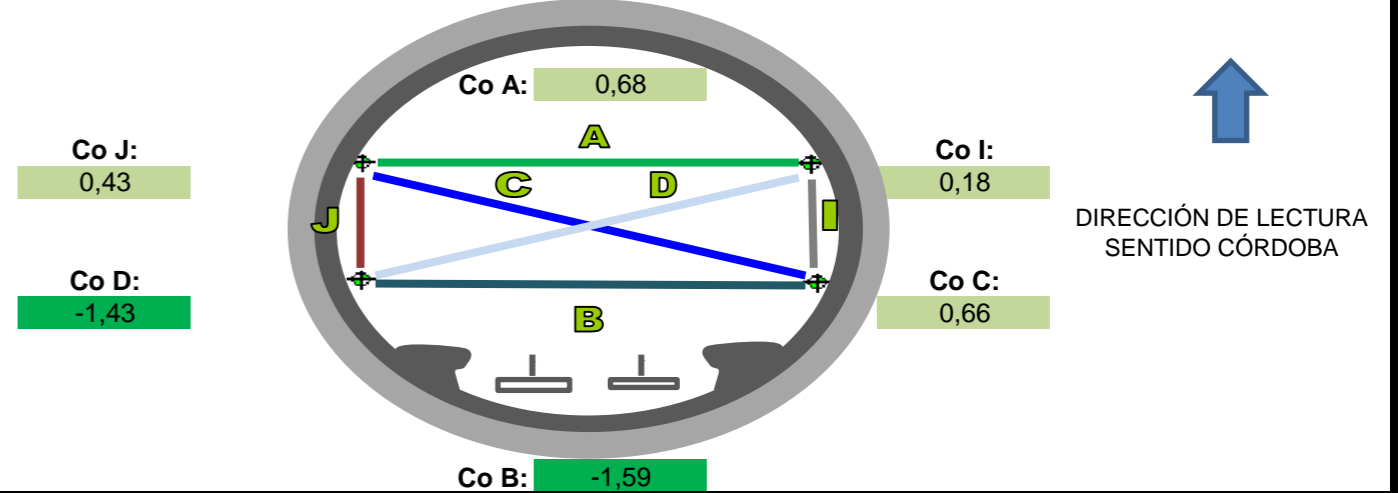
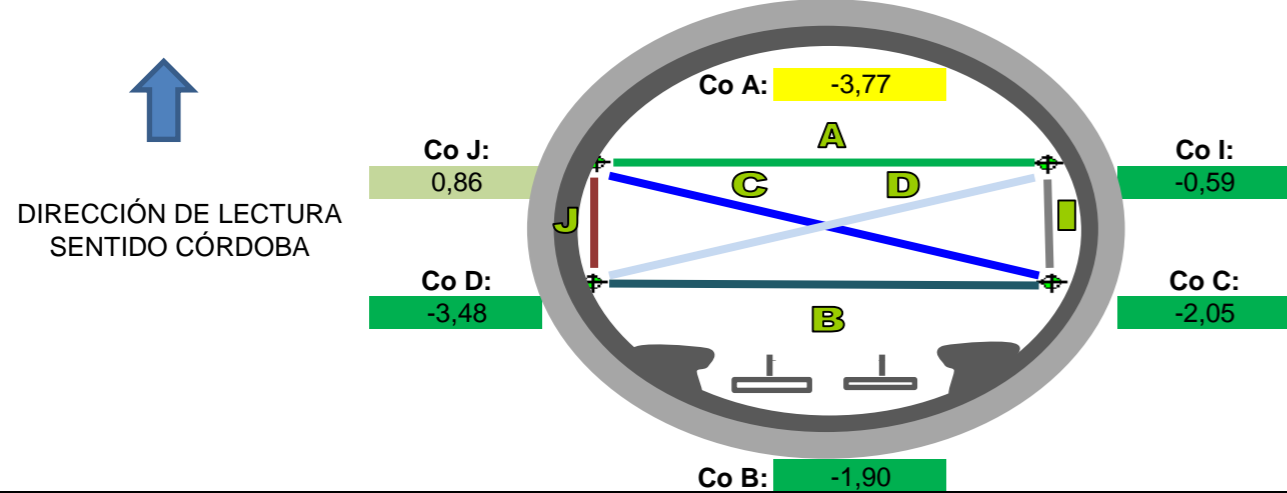
CONVERGENCIAS S3 B14 - JUNTA MÁLAGA PK 113+038

CONVERGENCIAS S4 B13 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+040



CONVERGENCIAS S5 B13 - JUNTA CENTRO PK113+045

CONVERGENCIAS S6 B13 - JUNTA MÁLAGA PK 113+051



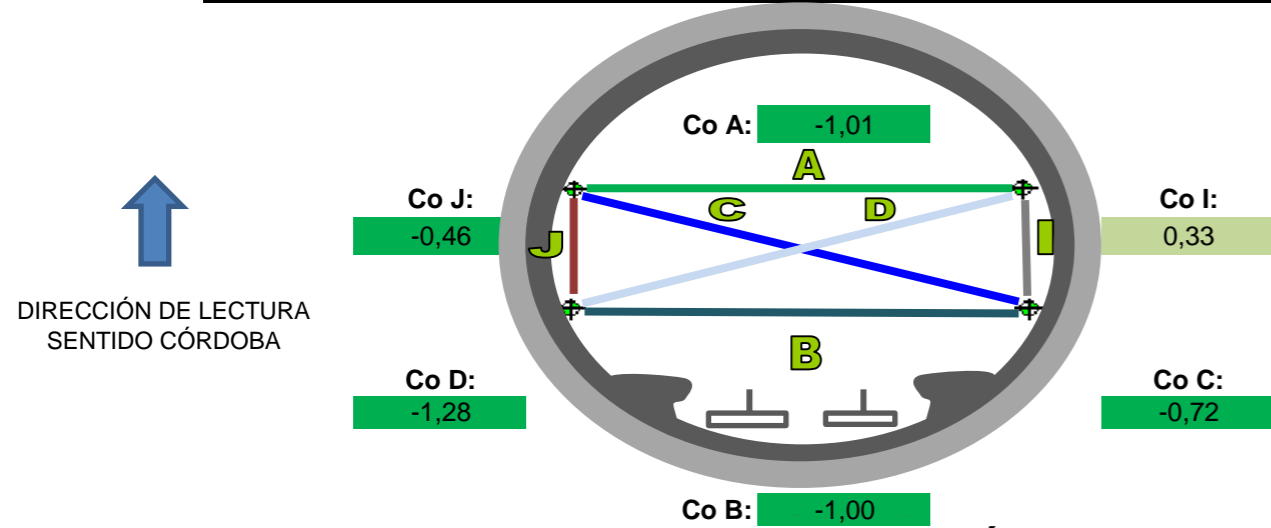
RESUMEN DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I) - ÚLTIMA MEDICIÓN

FECHA

11/01/2024

CONVERGENCIAS S7 B12 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+052

CONVERGENCIAS S8 B12 - JUNTA CENTRO PK 113+058



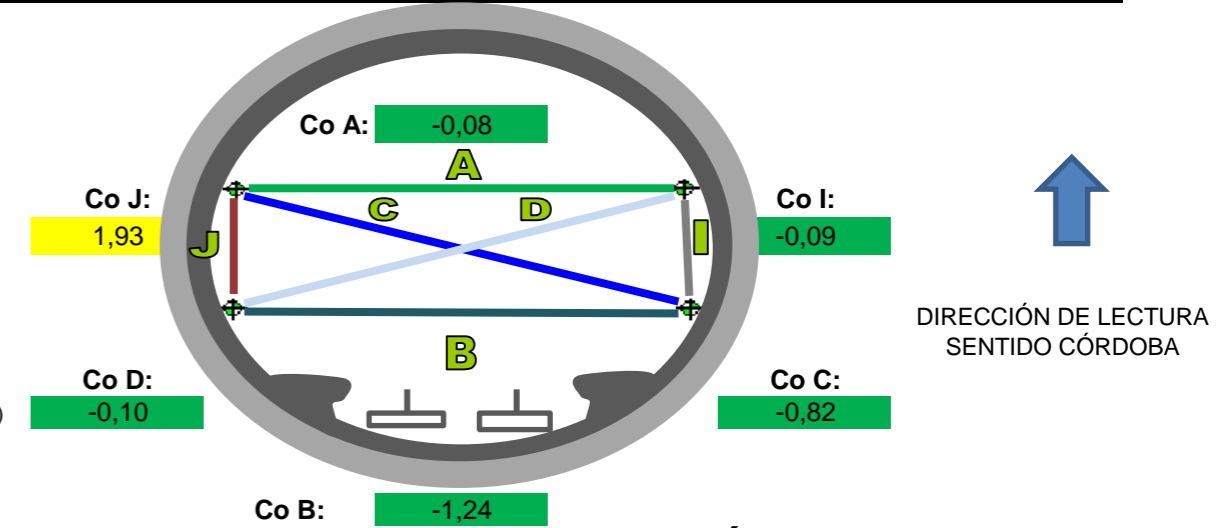
HA-80		Convergencias		CO ₂	Umbrales
Valor					
CO ₂	Valor	CO ₂	Valor		
	3,5		3,6		Amarillo
	5,3		2,4		Naranja
	7,0		3,2		Rojos

Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-80

HA-55		Convergencias		CO ₂	Umbrales
Valor					
CO ₂	Valor	CO ₂	Valor		
	2,5		1,2		Amarillo
	3,8		1,8		Naranja
	5,0		2,4		Rojos

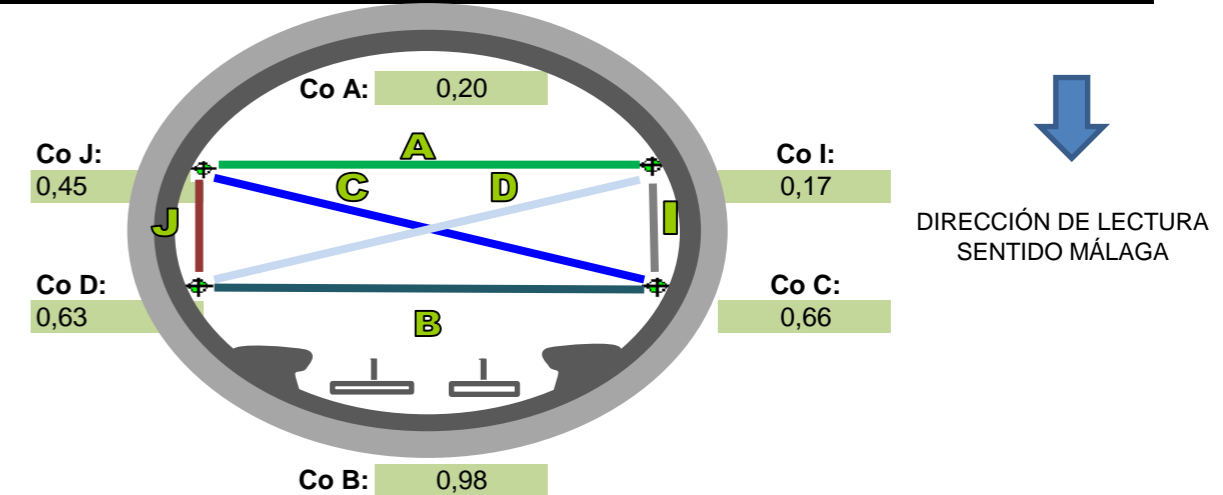
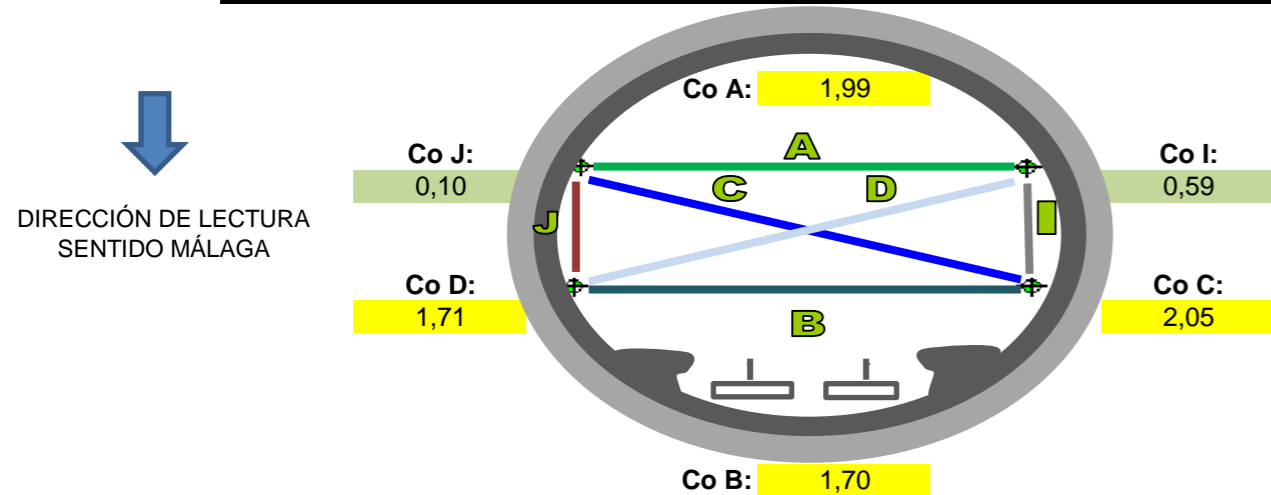
Umbrales de control para convergencias de apertura y cierre HA-55

SENTIDO DE DIRECCIÓN DE LECTURA CÓRDOBA (NORTE)
SENTIDO DE DIRECCIÓN DE LECTURA MÁLAGA (SUR)



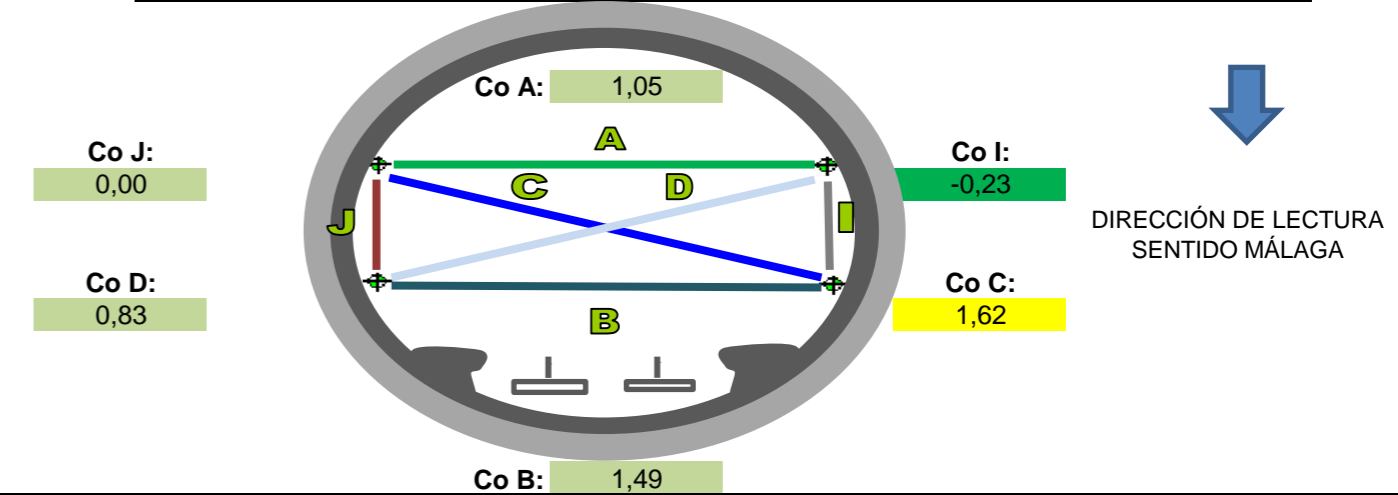
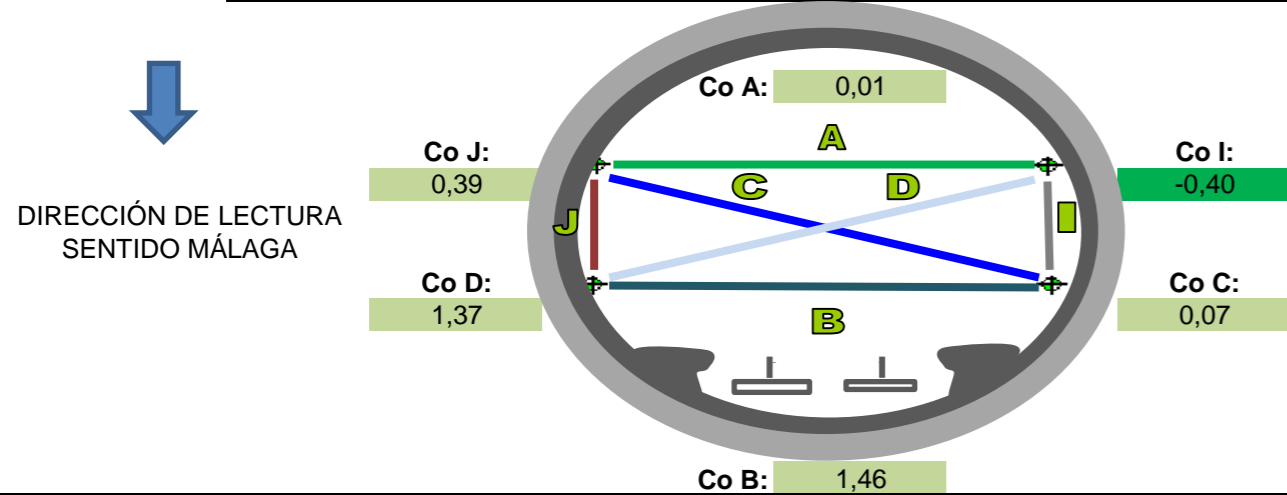
CONVERGENCIAS S9 B12 - JUNTA MÁLAGA PK 113+063

CONVERGENCIAS S10 B11 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+065



CONVERGENCIAS S11 B11 - JUNTA CENTRO PK 113+069

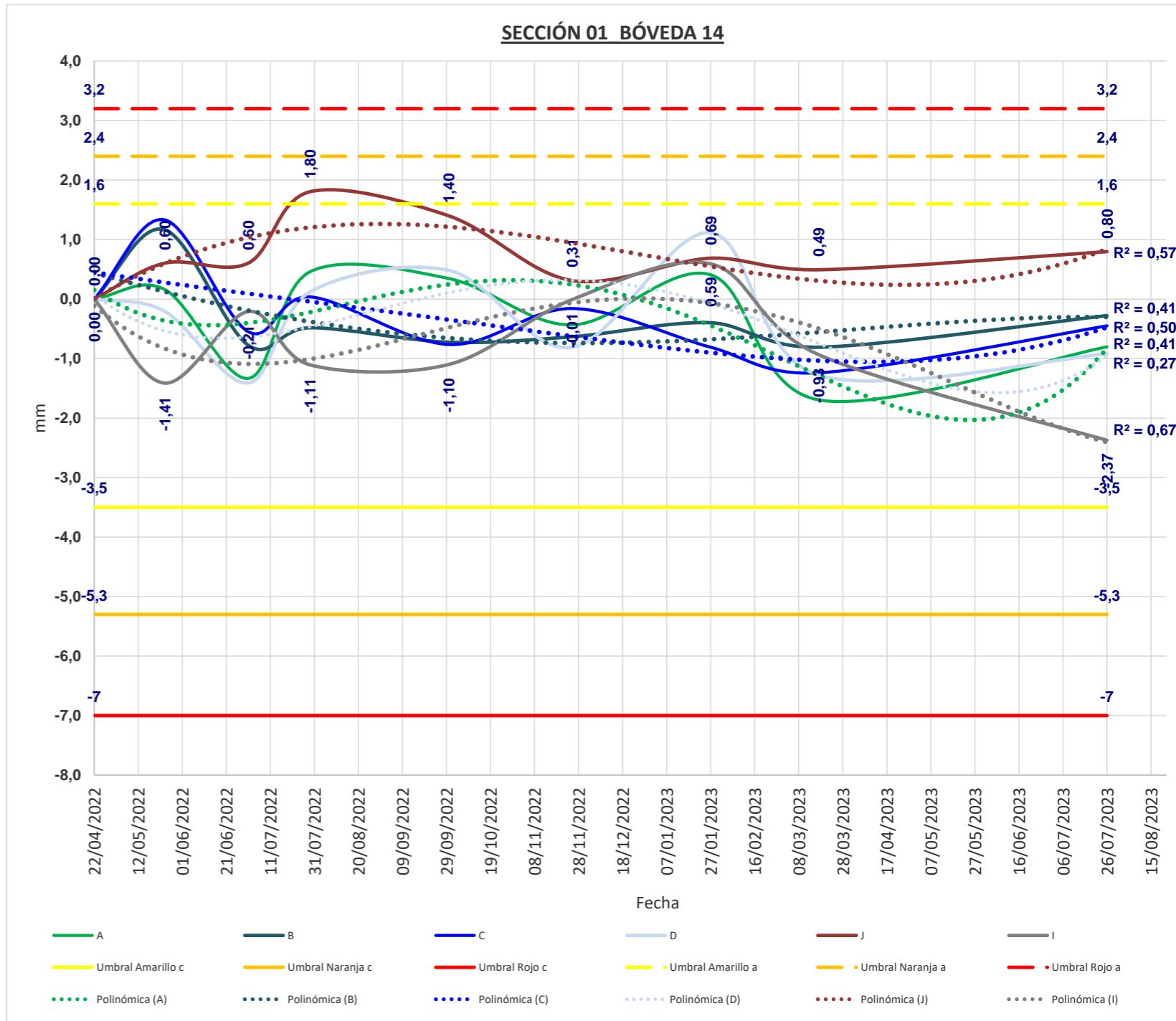
CONVERGENCIAS S12 B11 - JUNTA MÁLAGA PK 113+075



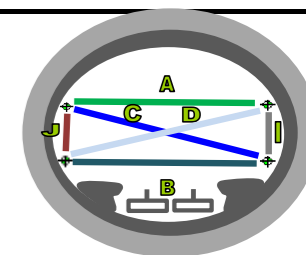


CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80- TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 1_BÓVEDA 14 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+028

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
22/04/2022	7,8074	0,0000	7,7509	0,0000	7,9977	0,0000	7,9792	0,0000	1,7576	0,0000	1,8783	0,0000
24/05/2022	7,8075	0,1614	7,7521	1,1652	7,9990	1,3312	7,9790	-0,2060	1,7582	0,6037	1,8769	-1,4126
01/07/2022	7,8060	-1,3331	7,7501	-0,7771	7,9971	-0,5493	7,9778	-1,4091	1,7582	0,6048	1,8781	-0,2097
29/07/2022	7,8078	0,4583	7,7504	-0,4827	7,9977	0,0369	7,9793	0,1194	1,7594	1,8039	1,8772	-1,1057
30/09/2022	7,8077	0,3454	7,7502	-0,7244	7,9969	-0,7638	7,9797	0,4820	1,7590	1,3990	1,8772	-1,0993
25/11/2022	7,8069	-0,4341	7,7503	-0,6335	7,9975	-0,1588	7,9784	-0,8101	1,7579	0,3110	1,8783	-0,0097
27/01/2023	7,8078	0,4077	7,7505	-0,3974	7,9969	-0,8094	7,9803	1,1151	1,7583	0,6869	1,8789	0,5914
17/03/2023	7,8057	-1,6946	7,7501	-0,8093	7,9965	-1,2396	7,9779	-1,2780	1,7581	0,4924	1,8774	-0,9342
26/07/2023	7,8066	-0,8034	7,7506	-0,2780	7,9972	-0,4502	7,9783	-0,9197	1,7584	0,7970	1,8760	-2,3737



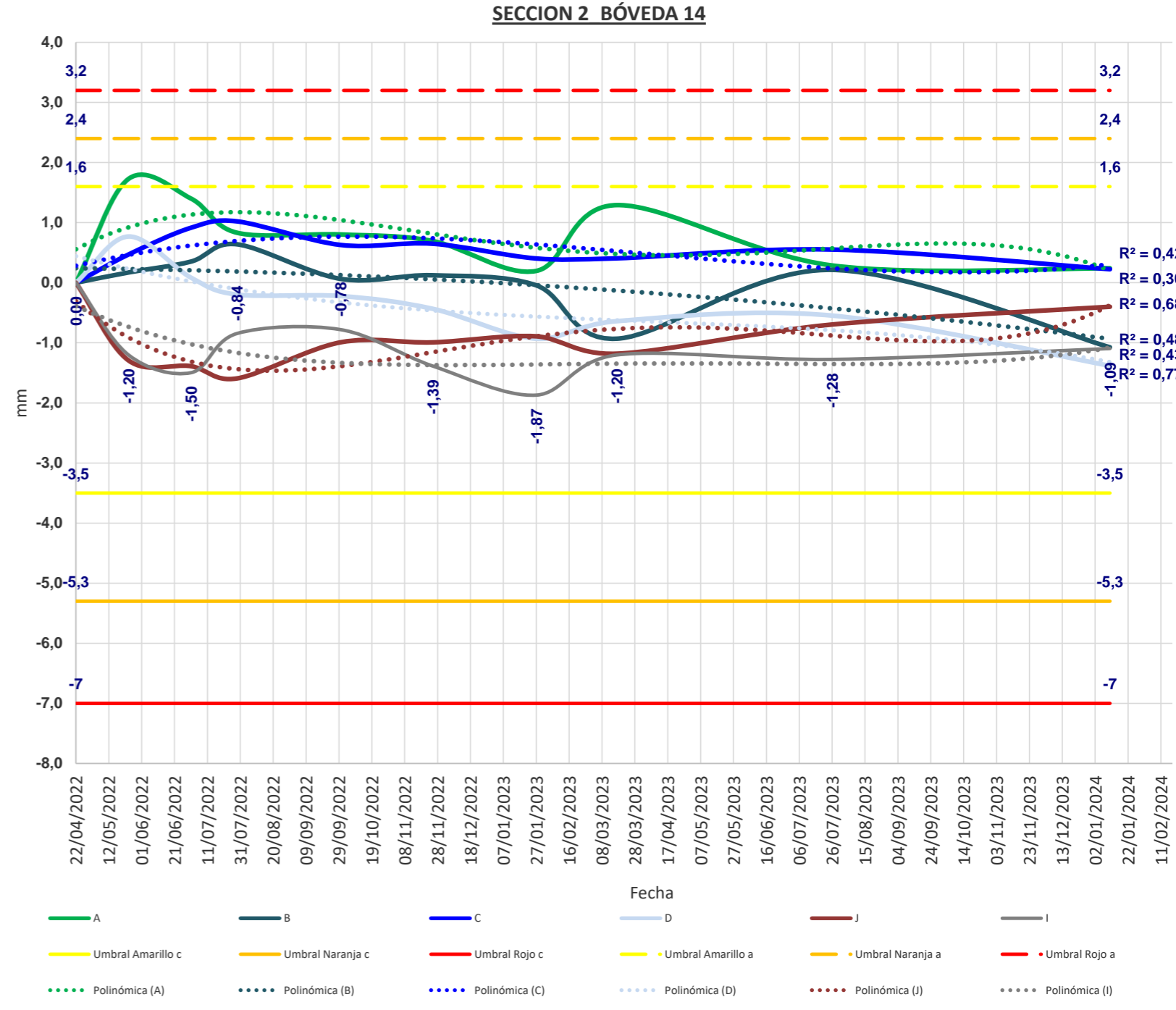
Observaciones:
 UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012
 EN LA MEDICIÓN DE ENERO 2024 NO SE HA PODIDO MEDIR,
 POR ESTAR LA DIANAS AFECTADAS POR LA SAL, SE HAN DE REPONER LAS DIANAS DE ESTE ANILLO





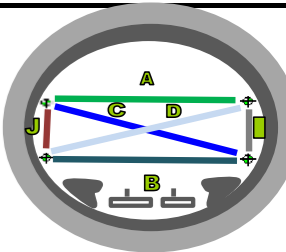
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 2_ BÓVEDA 14 - JUNTA CENTRO PK 113+033

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
22/04/2022	7,7056	0,0000	7,7292	0,0000	7,9753	0,0000	7,9265	0,0000	1,9268	0,0000	1,9024	0,0000
24/05/2022	7,7073	1,7282	7,7294	0,1710	7,9758	0,4700	7,9273	0,7693	1,9255	-1,2935	1,9012	-1,2016
01/07/2022	7,7070	1,4007	7,7296	0,3521	7,9762	0,9149	7,9266	0,0843	1,9254	-1,3886	1,9009	-1,4974
29/07/2022	7,7064	0,8319	7,7298	0,6395	7,9763	1,0213	7,9263	-0,1966	1,9252	-1,5925	1,9015	-0,8445
30/09/2022	7,7064	0,8032	7,7293	0,0643	7,9759	0,6288	7,9263	-0,2217	1,9258	-0,9915	1,9016	-0,7805
25/11/2022	7,7063	0,6945	7,7293	0,1235	7,9760	0,6487	7,9261	-0,4333	1,9258	-0,9924	1,9010	-1,3859
27/01/2023	7,7058	0,1964	7,7292	-0,0430	7,9757	0,4036	7,9256	-0,9317	1,9259	-0,8915	1,9005	-1,8704
17/03/2023	7,7069	1,2922	7,7283	-0,9312	7,9757	0,4063	7,9259	-0,6398	1,9256	-1,1803	1,9012	-1,2014
26/07/2023	7,7059	0,2873	7,7294	0,2139	7,9759	0,5521	7,9260	-0,5468	1,9261	-0,6953	1,9011	-1,2760
11/01/2024	7,7058	0,2407	7,728129	-1,0743	7,975536	0,2250	7,925149	-1,3822	1,9264	-0,4000	1,9013	-1,0945



Observaciones:

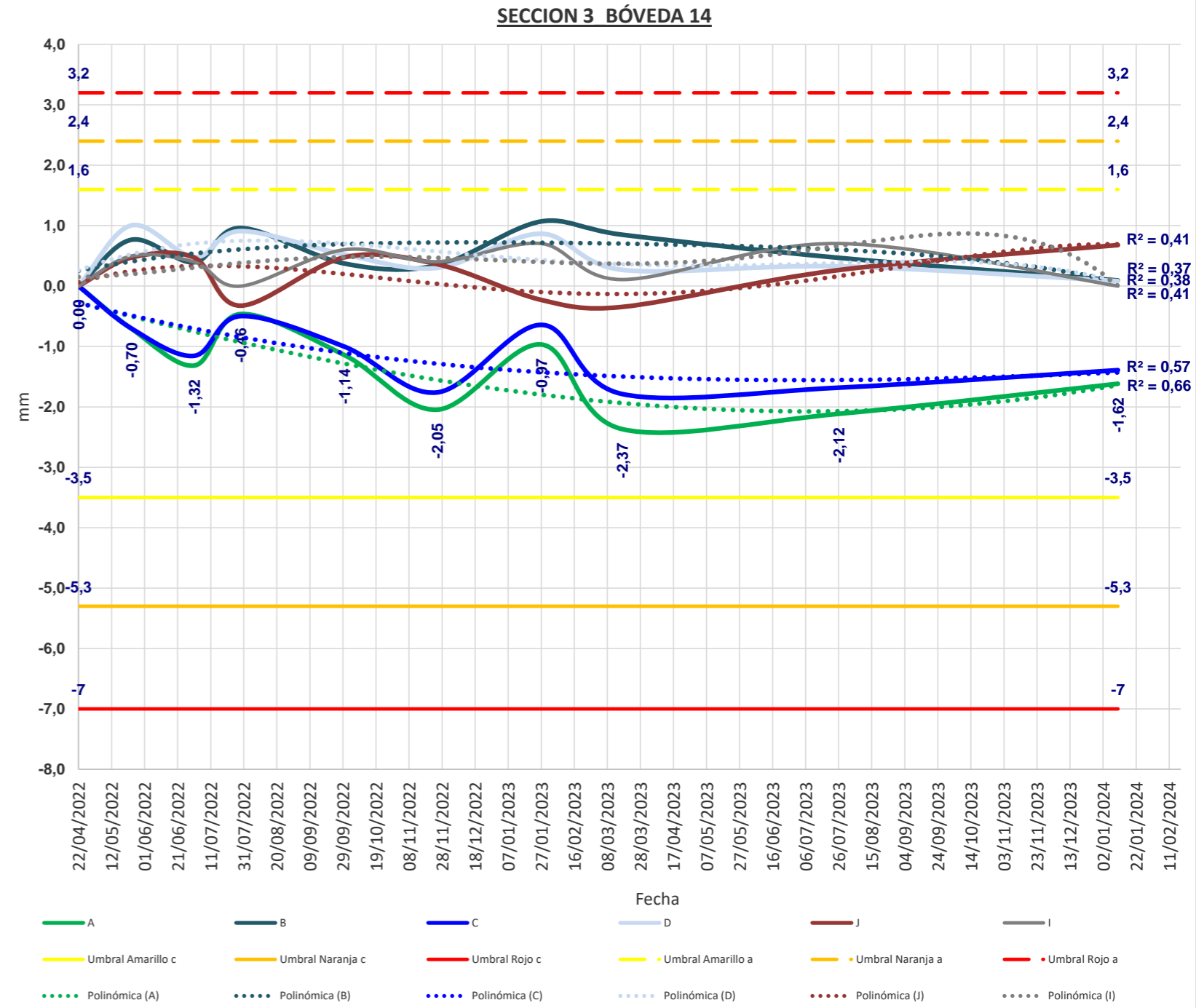
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012



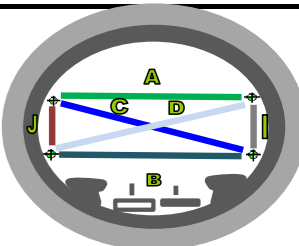


CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 3_BÓVEDA 14 - JUNTA MÁLAGA PK 113+038

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
22/04/2022	7,7430	0,0000	7,7265	0,0000	8,0096	0,0000	7,9279	0,0000	1,9377	0,0000	1,8972	0,0000
24/05/2022	7,7423	-0,7047	7,7273	0,7670	8,0089	-0,7012	7,9289	1,0051	1,9382	0,4722	1,8977	0,4986
01/07/2022	7,7417	-1,3162	7,7269	0,3942	8,0084	-1,1546	7,9284	0,4773	1,9382	0,4723	1,8976	0,3999
29/07/2022	7,7425	-0,4633	7,7274	0,9614	8,0091	-0,4972	7,9288	0,9100	1,9374	-0,3245	1,8972	-0,0014
30/09/2022	7,7419	-1,1435	7,7269	0,3725	8,0086	-1,0038	7,9284	0,5226	1,9382	0,4764	1,8978	0,6026
25/11/2022	7,7410	-2,0466	7,7268	0,3420	8,0078	-1,7609	7,9282	0,3006	1,9381	0,3629	1,8976	0,4039
27/01/2023	7,7420	-0,9676	7,7276	1,0704	8,0089	-0,6426	7,9288	0,8669	1,9375	-0,2291	1,8979	0,7039
17/03/2023	7,7406	-2,3679	7,7273	0,8502	8,0078	-1,7868	7,9282	0,2687	1,9374	-0,3452	1,8973	0,1080
26/07/2023	7,7409	-2,1155	7,7270	0,4680	8,0079	-1,6821	7,9282	0,3268	1,9380	0,2652	1,8979	0,7052
11/01/2024	7,7414	-1,6169	7,7266	0,0934	8,0082	-1,3917	7,9280	0,0818	1,9384	0,6784	1,8972	0,0006



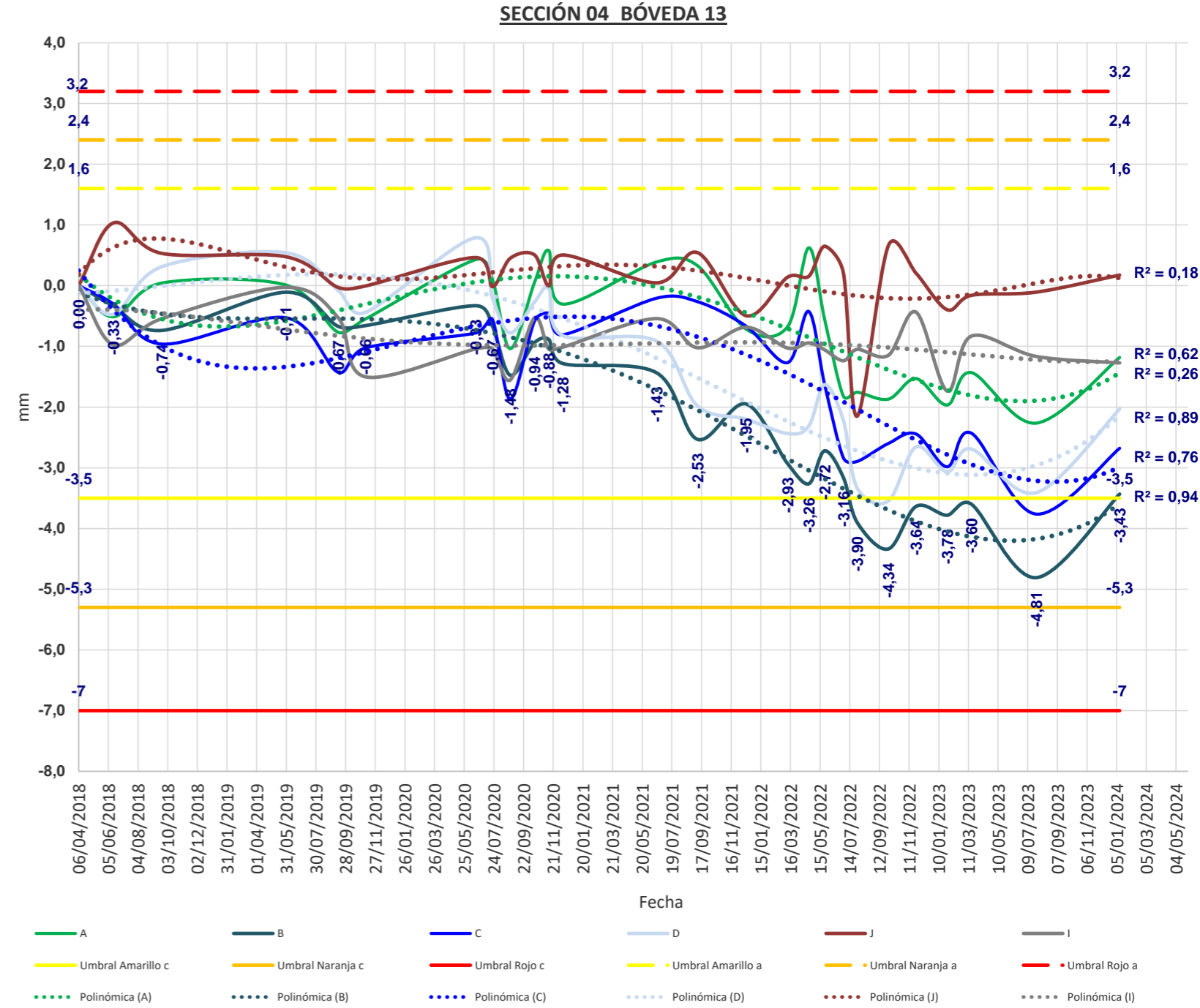
Observaciones:
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





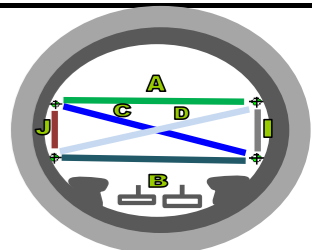
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 04_BÓVEDA 13 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+040

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2_3		1_4		1_3		2_4		3_4		1_2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
06/04/2018	7,7855	0,0000	7,801248	0,0000	8,0120	0,0000	7,9278	0,0000	1,5178	0,0000	1,8348	0,0000
15/06/2018	7,7850	-0,5132	7,800914	-0,3339	8,0117	-0,3013	7,9274	-0,4734	1,5189	1,0329	1,8339	-0,9760
21/09/2018	7,7855	0,0431	7,800511	-0,7376	8,0110	-0,9618	7,9281	0,3118	1,5184	0,5318	1,8343	-0,5443
30/05/2019	7,7855	0,0111	7,80114	-0,1082	8,0115	-0,5276	7,9284	0,5427	1,5183	0,4767	1,8348	-0,0270
13/09/2019	7,7847	-0,7671	7,800577	-0,6710	8,0106	-1,4275	7,9277	-0,0787	1,5178	-0,0294	1,8343	-0,5291
07/11/2019	7,7849	-0,5502	7,80059	-0,6583	8,0110	-1,0256	7,9274	-0,4408	1,5178	-0,0059	1,8333	-1,5017
17/06/2020	7,7859	0,4287	7,800918	-0,3306	8,0112	-0,7797	7,9286	0,7883	1,5183	0,4628	1,8338	-1,0426
21/07/2020	7,7856	0,1009	7,800582	-0,6665	8,0114	-0,5566	7,9276	-0,1986	1,5178	-0,0158	1,8338	-1,0385
26/08/2020	7,7844	-1,0387	7,799772	-1,4758	8,0101	-1,8708	7,9270	-0,7778	1,5183	0,4503	1,8333	-1,5544
14/10/2020	7,7855	0,0499	7,800307	-0,9413	8,0114	-0,5850	7,9276	-0,2713	1,5184	0,5075	1,8343	-0,5319
12/11/2020	7,7861	0,5776	7,800364	-0,8845	8,0116	-0,4545	7,9278	-0,0477	1,5178	-0,0034	1,8338	-1,0461
10/12/2020	7,7852	-0,3040	7,799967	-1,2815	8,0112	-0,8092	7,9270	-0,8216	1,5184	0,5050	1,8338	-1,0147
18/06/2021	7,7859	0,3897	7,799814	-1,4345	8,0118	-0,2071	7,9269	-0,9129	1,5179	0,0461	1,8343	-0,5427
09/09/2021	7,7858	0,3279	7,798716	-2,5320	8,0117	-0,2639	7,9258	-1,9812	1,5184	0,5438	1,8338	-1,0229
16/12/2021	7,7848	-0,7143	7,7993	-1,9481	8,0113	-0,6658	7,9256	-2,1988	1,5174	-0,4947	1,8342	-0,6846
10/03/2022	7,7848	-0,6775	7,7983	-2,9292	8,0107	-1,2687	7,9254	-2,4348	1,5180	0,1388	1,8338	-1,0272
22/04/2022	7,7861	0,6236	7,7980	-3,2640	8,0116	-0,4251	7,9255	-2,3136	1,5180	0,1532	1,8339	-0,9432
24/05/2022	7,7849	-0,5503	7,7985	-2,7215	8,0104	-1,6225	7,9262	-1,6304	1,5185	0,6499	1,8338	-1,0567
01/07/2022	7,7837	-1,8188	7,7981	-3,1584	8,0092	-2,8351	7,9256	-2,2174	1,5181	0,2139	1,8336	-1,2372
29/07/2022	7,7837	-1,7555	7,7973	-3,8999	8,0091	-2,8950	7,9245	-3,3344	1,5157	-2,1505	1,8338	-1,0497
30/09/2022	7,7836	-1,8697	7,7969	-4,3373	8,0094	-2,5997	7,9243	-3,5461	1,5185	0,6583	1,8337	-1,1478
25/11/2022	7,7840	-1,5311	7,7976	-3,6366	8,0096	-2,4431	7,9252	-2,6554	1,5181	0,2061	1,8344	-0,4358
27/01/2023	7,7835	-1,9665	7,7975	-3,7818	8,0090	-2,9837	7,9248	-3,0666	1,5174	-0,3964	1,8331	-1,7358
17/03/2023	7,7841	-1,4323	7,7976	-3,5994	8,0096	-2,4300	7,9251	-2,6915	1,5177	-0,1594	1,8340	-0,8312
26/07/2023	7,7832	-2,2647	7,7964	-4,8097	8,0082	-3,7626	7,9244	-3,4099	1,5177	-0,1071	1,8337	-1,1656
11/01/2024	7,7843	-1,1830	7,7978	-3,4328	8,0093	-2,6787	7,9258	-2,0316	1,5180	0,1745	1,8336	-1,2723



Observaciones:

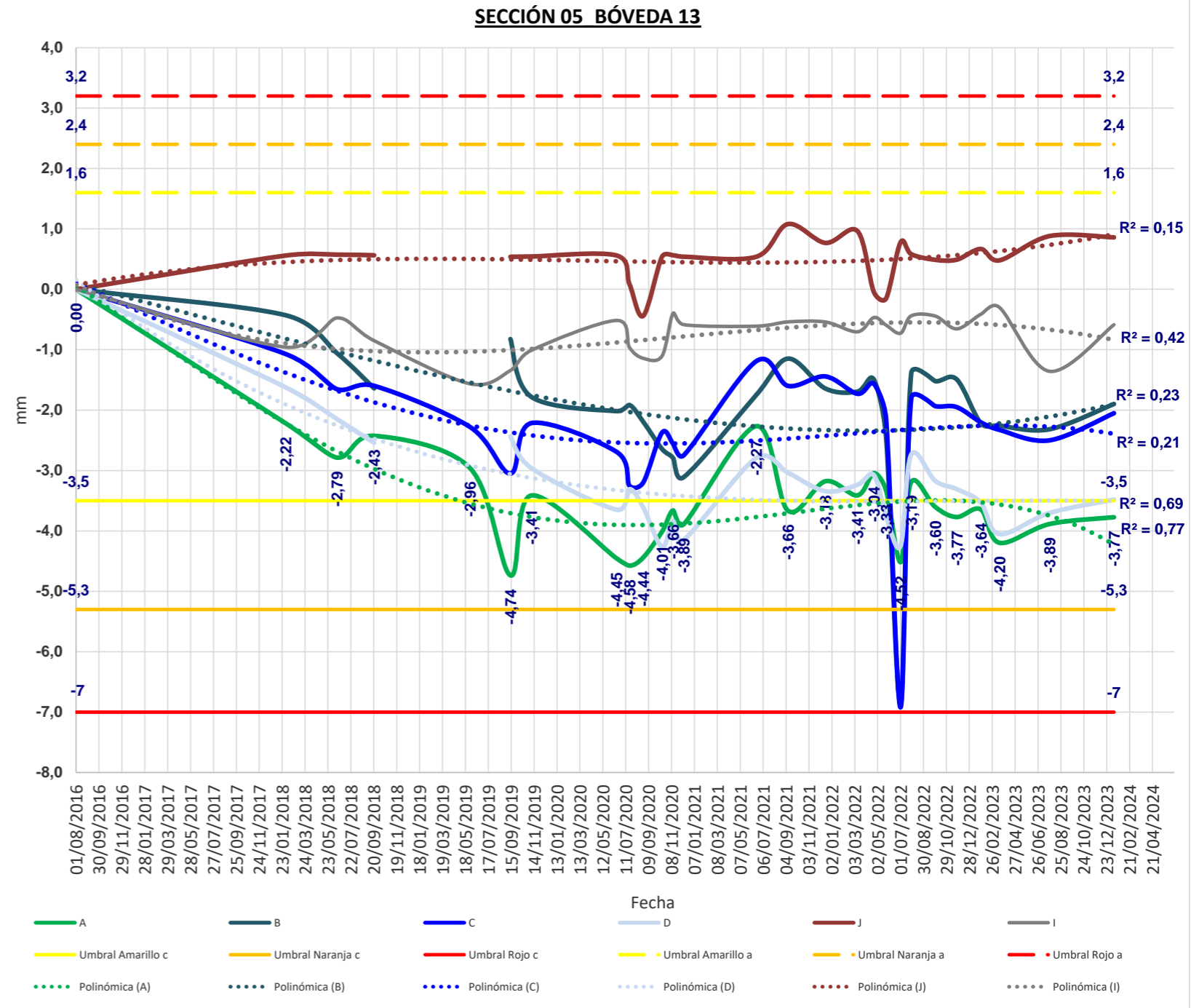
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





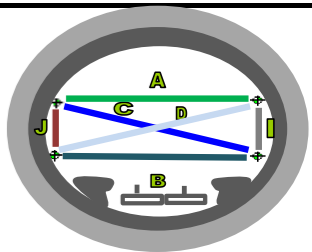
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 05_BÓVEDA 13 - JUNTA CENTRO PK 113+045

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
01/08/2016	7,6897	0,0000	7,8323	0,0000	7,9903	0,0000	7,8747	0,0000	1,3881	0,0000	1,9749	0,0000
01/02/2018	7,6874	-2,2166	7,8319	-0,4292	7,9892	-1,0708	7,8731	-1,6229	1,3887	0,5585	1,9739	-0,9581
15/06/2018	7,6869	-2,7852	7,8312	-1,0541	7,9886	-1,6516	7,8726	-2,1461	1,3887	0,5736	1,9744	-0,4749
21/09/2018	7,6872	-2,4254	7,8306	-1,6402	7,9887	-1,5981	7,8722	-2,5409	1,3887	0,5631	1,9740	-0,8509
30/05/2019	7,6867	-2,9585			7,9880	-2,2787					1,9733	-1,5642
13/09/2019	7,6849	-4,7359	7,8315	-0,8242	7,9872	-3,0498	7,8723	-2,4368	1,3887	0,5382	1,9735	-1,3438
07/11/2019	7,6862	-3,4126	7,8305	-1,7820	7,9881	-2,2145	7,8717	-2,9610	1,3887	0,5433	1,9739	-1,0091
17/06/2020	7,6852	-4,4536	7,8303	-2,0169	7,9876	-2,6909	7,8711	-3,6486	1,3887	0,5599	1,9744	-0,5152
21/07/2020	7,6851	-4,5756	7,8304	-1,9154	7,9870	-3,2543	7,8714	-3,3084	1,3882	0,0824	1,9739	-0,9649
26/08/2020	7,6852	-4,4394	7,8301	-2,1940	7,9871	-3,1978	7,8711	-3,6140	1,3877	-0,4396	1,9737	-1,1422
14/10/2020	7,6856	-4,0137	7,8296	-2,6417	7,9879	-2,3732	7,8704	-4,2677	1,3887	0,5389	1,9738	-1,1063
12/11/2020	7,6860	-3,6603	7,8295	-2,7928	7,9877	-2,5555	7,8709	-3,8379	1,3887	0,5636	1,9745	-0,3981
10/12/2020	7,6858	-3,8889	7,8292	-3,1098	7,9875	-2,7479	7,8706	-4,1464	1,3887	0,5397	1,9743	-0,5850
18/06/2021	7,6874	-2,2659	7,8305	-1,7491	7,9891	-1,1902	7,8719	-2,7940	1,3887	0,5390	1,9743	-0,6104
09/09/2021	7,6860	-3,6648	7,8311	-1,1476	7,9887	-1,5989	7,8717	-3,0366	1,3892	1,0798	1,9743	-0,5395
16/12/2021	7,6865	-3,1775	7,8306	-1,6425	7,9889	-1,4423	7,8714	-3,3427	1,3889	0,7681	1,9743	-0,5410
10/03/2022	7,6862	-3,4116	7,8306	-1,6933	7,9886	-1,7298	7,8715	-3,2366	1,3891	0,9645	1,9742	-0,7040
22/04/2022	7,6866	-3,0438	7,8308	-1,4921	7,9887	-1,5621	7,8716	-3,0768	1,3881	-0,0451	1,9744	-0,4678
24/05/2022	7,6863	-3,3291	7,8298	-2,4466	7,9881	-2,1432	7,8709	-3,7597	1,3880	-0,1532	1,9743	-0,5925
01/07/2022	7,6851	-4,5176	7,8254	-6,8618	7,9834	-6,9211	7,8705	-4,2466	1,3889	0,7789	1,9741	-0,7275
29/07/2022	7,6865	-3,1888	7,8309	-1,3884	7,9885	-1,8054	7,8720	-2,7350	1,3887	0,5814	1,9744	-0,4390
30/09/2022	7,6861	-3,6042	7,8308	-1,5215	7,9884	-1,9354	7,8715	-3,1721	1,3886	0,4882	1,9744	-0,4433
25/11/2022	7,6859	-3,7702	7,8308	-1,4904	7,9883	-1,9499	7,8714	-3,3075	1,3886	0,4903	1,9742	-0,6550
27/01/2023	7,6860	-3,6438	7,8301	-2,2140	7,9881	-2,2011	7,8712	-3,5293	1,3888	0,6679	1,9745	-0,4143
17/03/2023	7,6855	-4,1963	7,8300	-2,2575	7,9880	-2,3268	7,8706	-4,0527	1,3886	0,4791	1,9746	-0,2997
26/07/2023	7,6858	-3,8863	7,8300	-2,3176	7,9878	-2,5007	7,8710	-3,7030	1,3890	0,8809	1,9735	-1,3577
11/01/2024	7,6859	-3,7731	7,8304	-1,8984	7,9882	-2,0514	7,8712	-3,4817	1,3890	0,8593	1,9743	-0,5864



Observaciones:

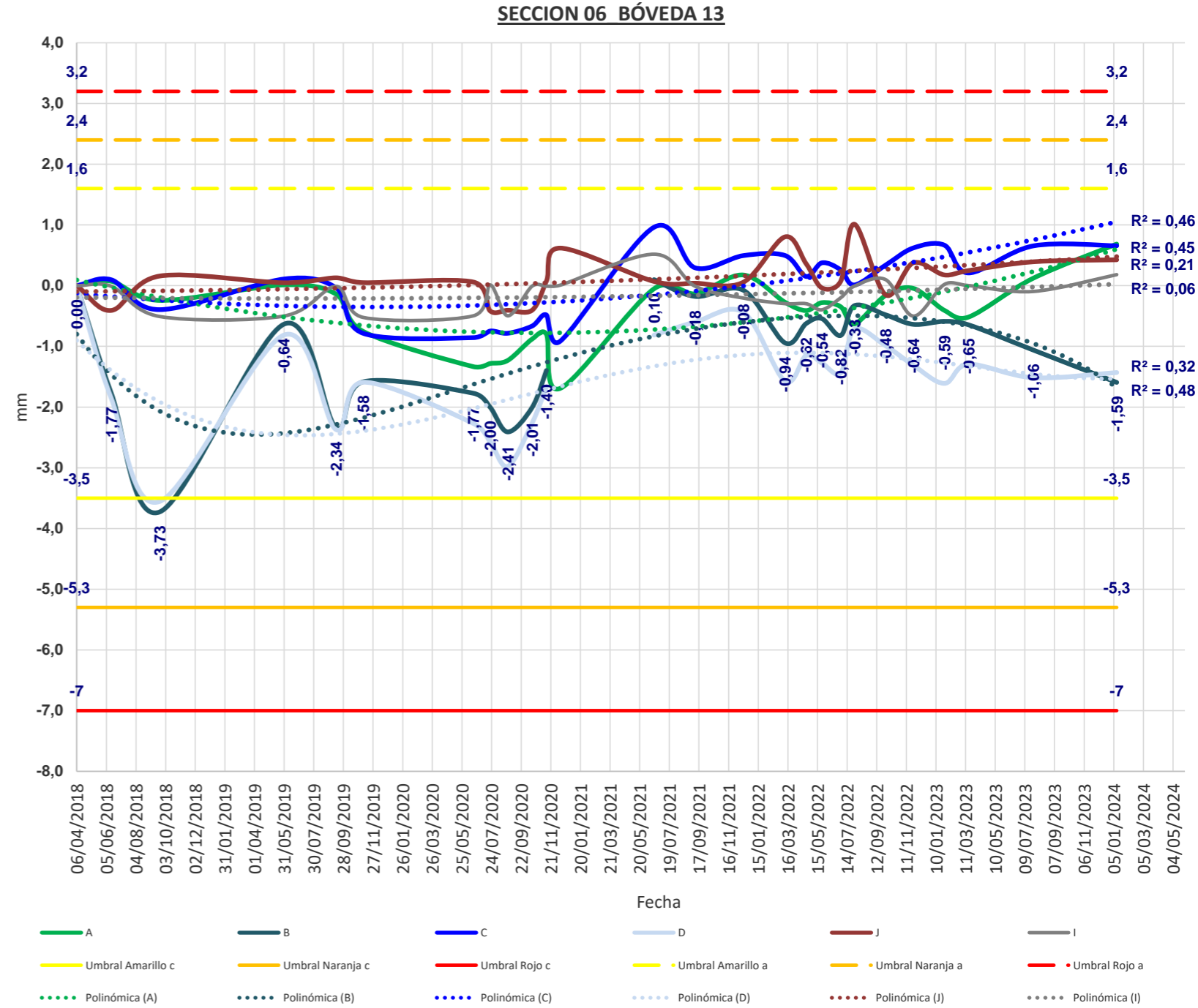
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





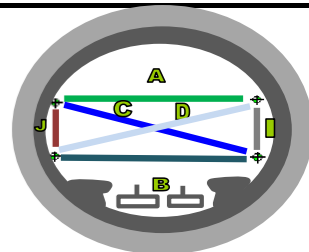
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 06_BÓVEDA 13 - JUNTA MÁLAGA PK 113+051

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
06/04/2018	7,7755	0,0000	7,7428	0,0000	7,9872	0,0000	7,9003	0,0000	1,5584	0,0000	1,8626	0,0000
15/06/2018	7,7756	0,0729	7,7410	-1,7740	7,9873	0,0967	7,8984	-1,8577	1,5580	-0,4078	1,8626	-0,0103
21/09/2018	7,7752	-0,2431	7,7391	-3,7269	7,9868	-0,3953	7,8967	-3,5542	1,5586	0,1584	1,8621	-0,5082
30/05/2019	7,7755	0,0124	7,7422	-0,6367	7,9873	0,1084	7,8995	-0,8156	1,5585	0,0477	1,8621	-0,5011
13/09/2019	7,7754	-0,1392	7,7405	-2,3357	7,9871	-0,0359	7,8979	-2,3697	1,5586	0,1290	1,8626	-0,0121
07/11/2019	7,7747	-0,7539	7,7412	-1,5832	7,9864	-0,7845	7,8987	-1,5908	1,5585	0,0491	1,8621	-0,5230
17/06/2020	7,7742	-1,3341	7,7410	-1,7718	7,9863	-0,8566	7,8980	-2,2689	1,5585	0,0597	1,8621	-0,4972
21/07/2020	7,7742	-1,2821	7,7408	-2,0014	7,9864	-0,7474	7,8977	-2,5708	1,5580	-0,4149	1,8626	0,0120
26/08/2020	7,7743	-1,2309	7,7404	-2,4094	7,9864	-0,7837	7,8973	-2,9762	1,5580	-0,4055	1,8621	-0,4974
14/10/2020	7,7746	-0,8804	7,7408	-2,0088	7,9865	-0,6662	7,8980	-2,2657	1,5580	-0,4055	1,8626	-0,0091
12/11/2020	7,7747	-0,7997	7,7414	-1,3980	7,9867	-0,4822	7,8986	-1,6629	1,5585	0,0732	1,8626	-0,0086
10/12/2020	7,7738	-1,6922			7,9862	-0,9155			1,5591	0,6187	1,8626	0,0077
18/06/2021	7,7754	-0,0513	7,7429	0,0997	7,9881	0,9618	7,8995	-0,8148	1,5585	0,0696	1,8631	0,5178
09/09/2021	7,7754	-0,1337	7,7426	-0,1772	7,9875	0,2944	7,8997	-0,6007	1,5585	0,0400	1,8626	-0,0085
16/12/2021	7,7757	0,1754	7,7427	-0,0760	7,9877	0,4952	7,8998	-0,4395	1,5585	0,0568	1,8624	-0,2046
10/03/2022	7,7752	-0,2722	7,7419	-0,9417	7,9877	0,4976	7,8987	-1,5721	1,5593	0,8030	1,8623	-0,2959
22/04/2022	7,7751	-0,4106	7,7422	-0,6247	7,9873	0,1509	7,8991	-1,1497	1,5588	0,3618	1,8623	-0,2973
24/05/2022	7,7752	-0,2799	7,7423	-0,5435	7,9875	0,3759	7,8990	-1,2750	1,5584	-0,0378	1,8622	-0,3973
01/07/2022	7,7751	-0,3474	7,7420	-0,8209	7,9874	0,2599	7,8988	-1,4366	1,5585	0,0720	1,8624	-0,2000
29/07/2022	7,7749	-0,6308	7,7425	-0,3288	7,9872	0,0120	7,8996	-0,7161	1,5595	1,0118	1,8626	-0,0073
30/09/2022	7,7753	-0,1606	7,7423	-0,4804	7,9875	0,3385	7,8993	-0,9900	1,5583	-0,1523	1,8627	0,0993
25/11/2022	7,7754	-0,0448	7,7422	-0,6371	7,9878	0,6205	7,8990	-1,3100	1,5588	0,3760	1,8621	-0,5015
27/01/2023	7,7751	-0,4069	7,7422	-0,5883	7,9878	0,6664	7,8987	-1,6100	1,5586	0,1765	1,8626	0,0199
17/03/2023	7,7750	-0,5171	7,7422	-0,6454	7,9874	0,2100	7,8990	-1,2949	1,5587	0,2486	1,8626	0,0019
26/07/2023	7,7756	0,1226	7,7417	-1,0609	7,9878	0,6549	7,8988	-1,5164	1,5588	0,3931	1,8625	-0,0958
11/01/2024	7,7762	0,6847	7,7412	-1,5935	7,9878	0,6565	7,8988	-1,4310	1,5589	0,4258	1,8628	0,1815



Observaciones:

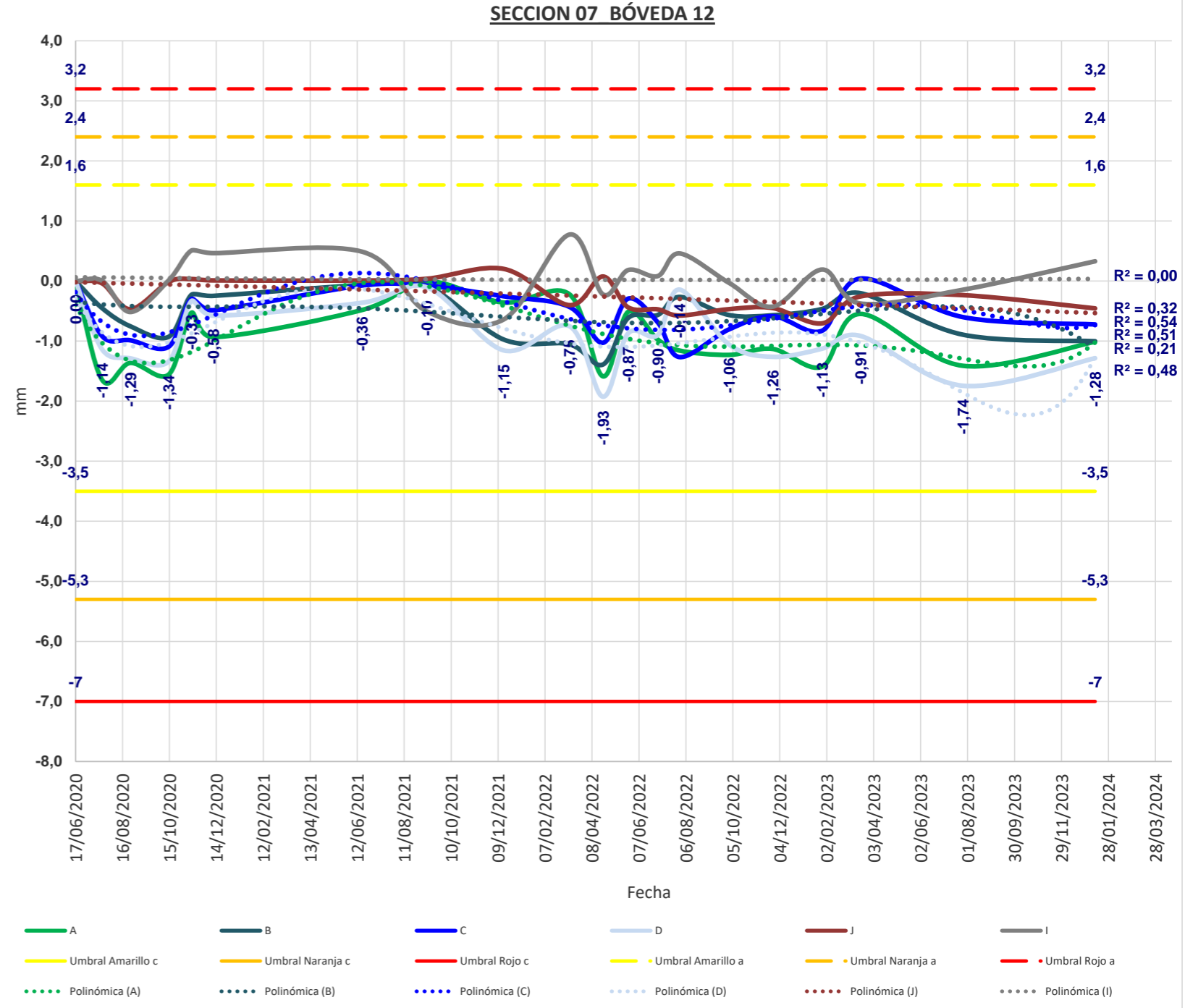
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





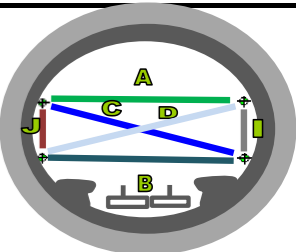
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 07_BÓVEDA 12 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+052

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
17/06/2020	7,8453	0,0000	7,7446	0,0000	7,9973	0,0000	7,9212	0,0000	1,6220	0,0000	1,5982	0,0000
21/07/2020	7,8437	-1,6463	7,7441	-0,4514	7,9963	-0,9172	7,9201	-1,1383	1,6219	-0,0395	1,5982	0,0037
26/08/2020	7,8440	-1,3627	7,7438	-0,7529	7,9963	-0,9862	7,9199	-1,2869	1,6215	-0,4687	1,5977	-0,5154
14/10/2020	7,8438	-1,5576	7,7437	-0,9285	7,9962	-1,0939	7,9199	-1,3384	1,6220	-0,0141	1,5982	0,0110
12/11/2020	7,8448	-0,5282	7,7444	-0,2303	7,9970	-0,3005	7,9209	-0,3329	1,6220	0,0341	1,5987	0,5070
10/12/2020	7,8444	-0,9343	7,7444	-0,2470	7,9968	-0,4860	7,9206	-0,5758	1,6220	0,0108	1,5986	0,4644
18/06/2021	7,8449	-0,4822	7,7445	-0,0660	7,9972	-0,0745	7,9209	-0,3619	1,6220	0,0092	1,5987	0,4899
09/09/2021	7,8453	-0,0074	7,7445	-0,0781	7,9972	-0,0783	7,9211	-0,1038	1,6220	0,0380	1,5977	-0,5060
16/12/2021	7,8450	-0,3576	7,7436	-0,9728	7,9970	-0,2533	7,9201	-1,1541	1,6222	0,2031	1,5975	-0,6406
10/03/2022	7,8451	-0,2183	7,7435	-1,0523	7,9968	-0,4294	7,9205	-0,7507	1,6216	-0,4012	1,5990	0,7731
22/04/2022	7,8438	-1,5866	7,7432	-1,3900	7,9962	-1,0283	7,9193	-1,9255	1,6221	0,0758	1,5980	-0,2231
24/05/2022	7,8448	-0,5146	7,7440	-0,6172	7,9970	-0,2939	7,9203	-0,8731	1,6215	-0,4366	1,5984	0,1820
01/07/2022	7,8444	-0,9735	7,7440	-0,5652	7,9966	-0,6875	7,9203	-0,9005	1,6215	-0,4711	1,5983	0,0821
29/07/2022	7,8442	-1,1578	7,7443	-0,2643	7,9960	-1,2659	7,9211	-0,1425	1,6214	-0,5745	1,5986	0,4594
30/09/2022	7,8441	-1,2298	7,7440	-0,5652	7,9965	-0,8055	7,9202	-1,0558	1,6215	-0,4683	1,5982	-0,0290
25/11/2022	7,8442	-1,1304	7,7440	-0,5690	7,9967	-0,5853	7,9200	-1,2615	1,6215	-0,4498	1,5978	-0,4254
27/01/2023	7,8439	-1,4268	7,7441	-0,4649	7,9964	-0,8276	7,9201	-1,1265	1,6213	-0,7048	1,5984	0,1911
17/03/2023	7,8448	-0,5471	7,7444	-0,2017	7,9973	0,0413	7,9203	-0,9132	1,6217	-0,2563	1,5978	-0,3735
26/07/2023	7,8439	-1,4112	7,7437	-0,8930	7,9967	-0,6003	7,9195	-1,7431	1,6217	-0,2348	1,5980	-0,1453
11/01/2024	7,8443	-1,0114	7,7436	-1,0020	7,9965	-0,7226	7,9199	-1,2845	1,6215	-0,4554	1,5985	0,3293



Observaciones:

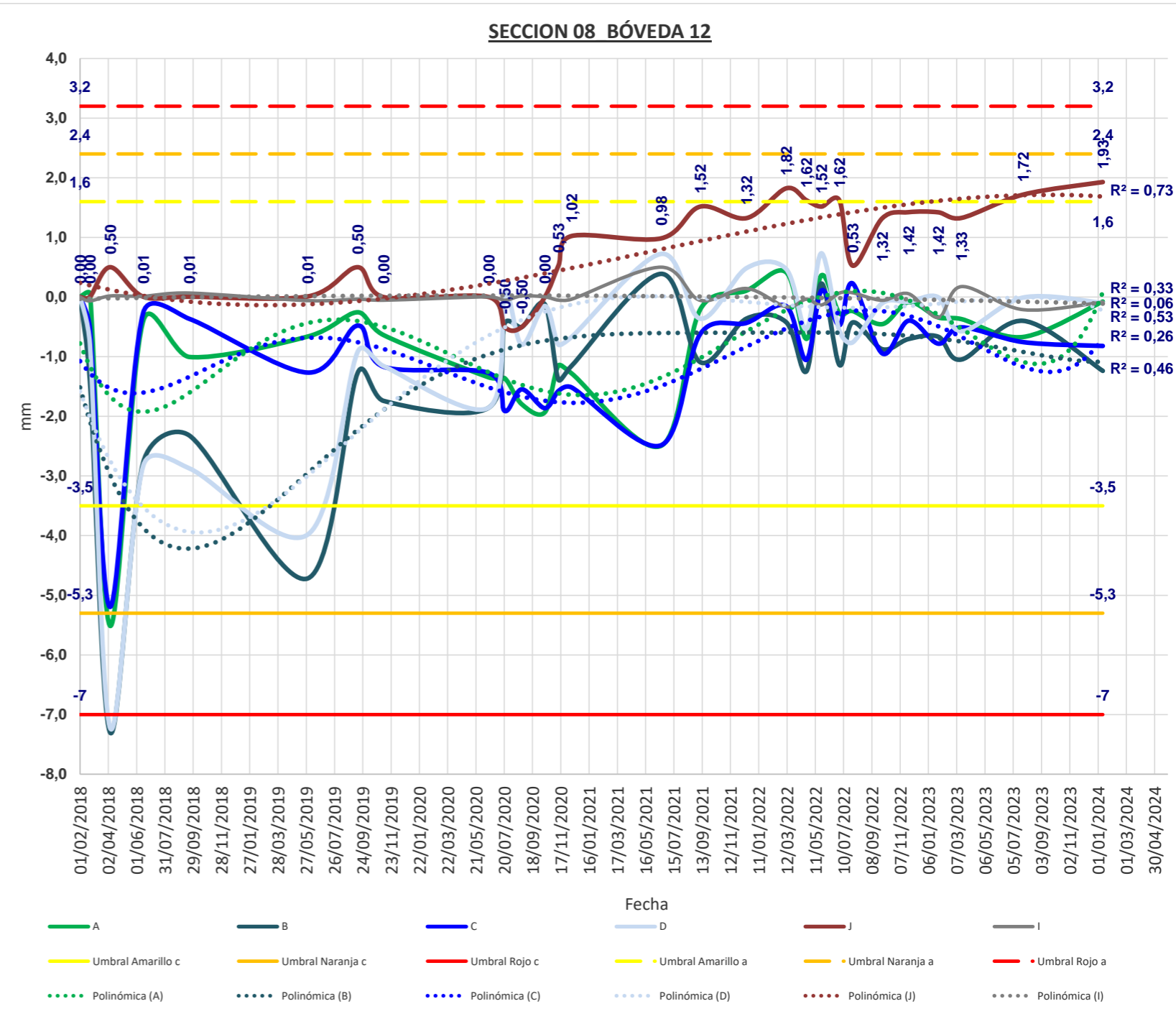
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





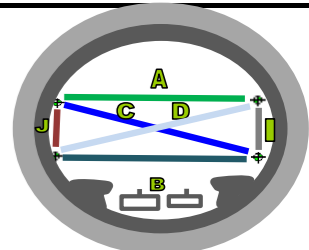
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 08_BÓVEDA 12 - JUNTA CENTRO PK 113+058

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
01/02/2018	7,6942	0,0000	7,8455	0,0000	7,9853	0,0000	7,9148	0,0000	1,8777	0,0000	1,5134	0,0000
22/02/2018	7,6942	0,0557	7,8440	-1,4104	7,9848	-0,5313	7,9140	-0,7930	1,8777	0,0033	1,5133	-0,0648
06/04/2018	7,6887	-5,5138	7,8381	-7,3032	7,9802	-5,1953	7,9075	-7,2280	1,8782	0,5008	1,5134	0,0192
15/06/2018	7,6938	-0,4006	7,8427	-2,7740	7,9851	-0,2641	7,9119	-2,8287	1,8777	0,0059	1,5134	0,0141
21/09/2018	7,6932	-1,0045	7,8431	-2,3219	7,9850	-0,3658	7,9119	-2,8728	1,8777	0,0059	1,5135	0,0677
30/05/2019	7,6935	-0,6618	7,8407	-4,7178	7,9841	-1,2663	7,9108	-3,9831	1,8777	0,0102	1,5133	-0,0600
13/09/2019	7,6939	-0,2547	7,8442	-1,2717	7,9849	-0,4781	7,9138	-0,9198	1,8782	0,5006	1,5134	-0,0358
07/11/2019	7,6935	-0,6374	7,8437	-1,7404	7,9842	-1,1680	7,9136	-1,1576	1,8777	0,0003	1,5134	-0,0536
17/06/2020	7,6928	-1,3459	7,8436	-1,8553	7,9841	-1,2722	7,9129	-1,8542	1,8777	0,0009	1,5134	0,0033
21/07/2020	7,6928	-1,3607	7,8450	-0,4402	7,9834	-1,9095	7,9148	0,0451	1,8772	-0,5020	1,5134	-0,0536
26/08/2020	7,6924	-1,7950	7,8449	-0,5040	7,9838	-1,5470	7,9140	-0,7993	1,8772	-0,5029	1,5134	0,0195
14/10/2020	7,6922	-1,9333	7,8453	-0,1196	7,9835	-1,8625	7,9146	-0,1498	1,8777	-0,0009	1,5134	0,0030
12/11/2020	7,6930	-1,1461	7,8441	-1,3842	7,9838	-1,5749	7,9140	-0,7985	1,8782	0,5278	1,5134	-0,0515
10/12/2020	7,6929	-1,2807	7,8443	-1,1515	7,9838	-1,5153	7,9141	-0,6684	1,8787	1,0235	1,5134	-0,0358
18/06/2021	7,6917	-2,4934	7,8458	0,3893	7,9829	-2,4839	7,9155	0,7235	1,8787	0,9842	1,5139	0,5011
09/09/2021	7,6940	-0,2056	7,8444	-1,0917	7,9847	-0,6176	7,9144	-0,3626	1,8792	1,5170	1,5134	-0,0552
16/12/2021	7,6943	0,1082	7,8451	-0,3613	7,9849	-0,4336	7,9152	0,4848	1,8790	1,3233	1,5136	0,1438
10/03/2022	7,6946	0,4163	7,8450	-0,4200	7,9852	-0,1515	7,9152	0,4709	1,8795	1,8227	1,5132	-0,1630
22/04/2022	7,6935	-0,7007	7,8442	-1,2460	7,9843	-1,0536	7,9142	-0,5378	1,8793	1,6239	1,5134	-0,0361
24/05/2022	7,6945	0,3648	7,8457	0,2274	7,9855	0,1086	7,9155	0,7346	1,8792	1,5172	1,5133	-0,1329
01/07/2022	7,6939	-0,2689	7,8443	-1,1366	7,9849	-0,4749	7,9142	-0,5640	1,8793	1,6239	1,5135	0,0660
29/07/2022	7,6939	-0,2335	7,8450	-0,4255	7,9856	0,2302	7,9140	-0,7607	1,8782	0,5271	1,5135	0,0723
30/09/2022	7,6937	-0,4540	7,8446	-0,8737	7,9844	-0,9435	7,9146	-0,1040	1,8790	1,3201	1,5134	-0,0544
25/11/2022	7,6941	-0,0853	7,8448	-0,7027	7,9850	-0,3959	7,9147	-0,0797	1,8791	1,4233	1,5135	0,0555
27/01/2023	7,6938	-0,3416	7,8448	-0,6653	7,9846	-0,7814	7,9147	-0,0033	1,8791	1,4210	1,5131	-0,3422
17/03/2023	7,6938	-0,3693	7,8444	-1,0471	7,9848	-0,5076	7,9142	-0,5737	1,8790	1,3266	1,5136	0,1760
26/07/2023	7,6935	-0,6692	7,8451	-0,3985	7,9846	-0,7552	7,9147	-0,0081	1,8794	1,7178	1,5132	-0,2113
11/01/2024	7,6941	-0,0752	7,8442	-1,2378	7,9845	-0,8200	7,9147	-0,0976	1,8796	1,9282	1,5133	-0,0859



Observaciones:

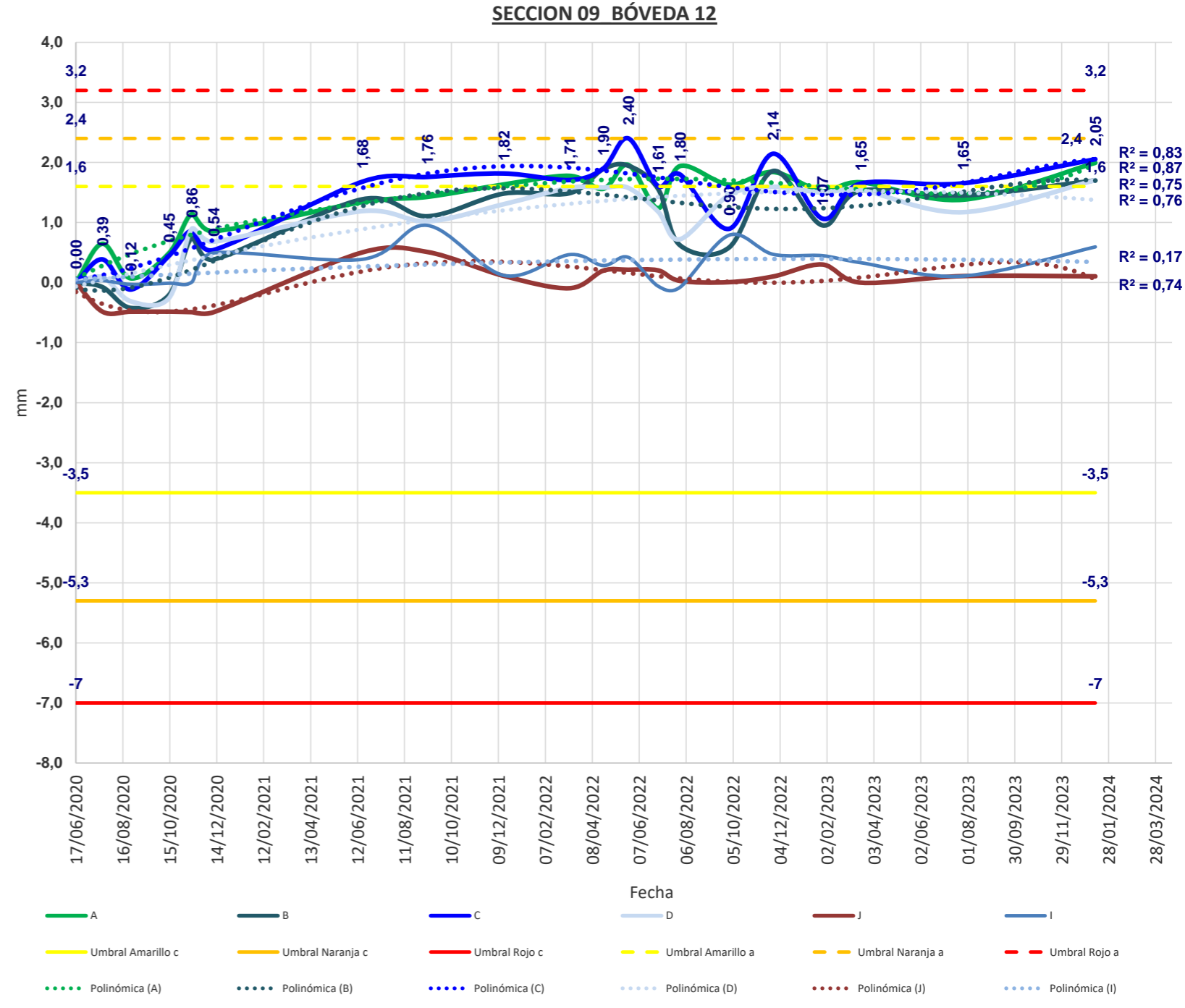
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





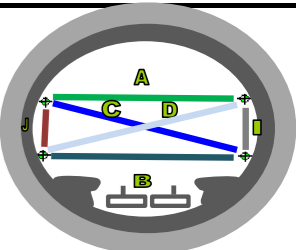
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 09_BÓVEDA 12 - JUNTA MÁLAGA PK 113+063

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
17/06/2020	7,8987	0,0000	7,7621	0,0000	7,9363	0,0000	8,0302	0,0000	1,5634	0,0000	1,5594	0,0000
21/07/2020	7,8994	0,6460	7,7620	-0,0759	7,9367	0,3864	8,0303	0,0883	1,5629	-0,4849	1,5594	0,0330
26/08/2020	7,8988	0,0707	7,7617	-0,4220	7,9362	-0,1160	8,0299	-0,3108	1,5629	-0,4858	1,5593	-0,0301
14/10/2020	7,8992	0,4902	7,7619	-0,2063	7,9367	0,4458	8,0299	-0,2576	1,5629	-0,4846	1,5594	-0,0107
12/11/2020	7,8999	1,1401	7,7628	0,7404	7,9372	0,8631	8,0311	0,8939	1,5629	-0,4923	1,5594	0,0067
10/12/2020	7,8996	0,8553	7,7625	0,3849	7,9368	0,5418	8,0308	0,6816	1,5629	-0,4932	1,5599	0,4931
18/06/2021	7,9001	1,3401	7,7635	1,3866	7,9380	1,6791	8,0314	1,1897	1,5639	0,5024	1,5598	0,3870
09/09/2021	7,9001	1,4266	7,7632	1,1035	7,9381	1,7582	8,0312	1,0186	1,5639	0,5100	1,5603	0,9523
16/12/2021	7,9004	1,6340	7,7636	1,4819	7,9381	1,8165	8,0315	1,3059	1,5635	0,1105	1,5595	0,1190
10/03/2022	7,9005	1,7774	7,7636	1,4883	7,9380	1,7074	8,0317	1,5769	1,5633	-0,0938	1,5598	0,4658
22/04/2022	7,9003	1,5610	7,7640	1,8889	7,9382	1,8991	8,0317	1,5810	1,5636	0,1979	1,5597	0,2835
24/05/2022	7,9007	1,9600	7,7640	1,9461	7,9387	2,4015	8,0317	1,5768	1,5636	0,2134	1,5598	0,4203
01/07/2022	7,9000	1,2375	7,7637	1,5616	7,9379	1,6073	8,0314	1,1833	1,5636	0,2035	1,5593	-0,0586
29/07/2022	7,9007	1,9393	7,7627	0,6228	7,9381	1,8012	8,0309	0,7215	1,5634	0,0286	1,5593	-0,0796
30/09/2022	7,9004	1,6311	7,7627	0,5855	7,9372	0,8954	8,0316	1,4574	1,5634	0,0069	1,5602	0,7895
25/11/2022	7,9006	1,8411	7,7639	1,8572	7,9384	2,1447	8,0318	1,5948	1,5635	0,1007	1,5598	0,4707
27/01/2023	7,9002	1,5230	7,7630	0,9537	7,9374	1,0665	8,0317	1,4985	1,5637	0,3005	1,5598	0,4483
17/03/2023	7,9004	1,6694	7,7636	1,5279	7,9379	1,6474	8,0317	1,5424	1,5634	-0,0009	1,5597	0,3313
26/07/2023	7,9001	1,3799	7,7635	1,4504	7,9380	1,6529	8,0313	1,1719	1,5635	0,1085	1,5595	0,1088
11/01/2024	7,9007	1,9939	7,7638	1,7014	7,9384	2,0546	8,0319	1,7065	1,5635	0,1038	1,5600	0,5941



Observaciones:

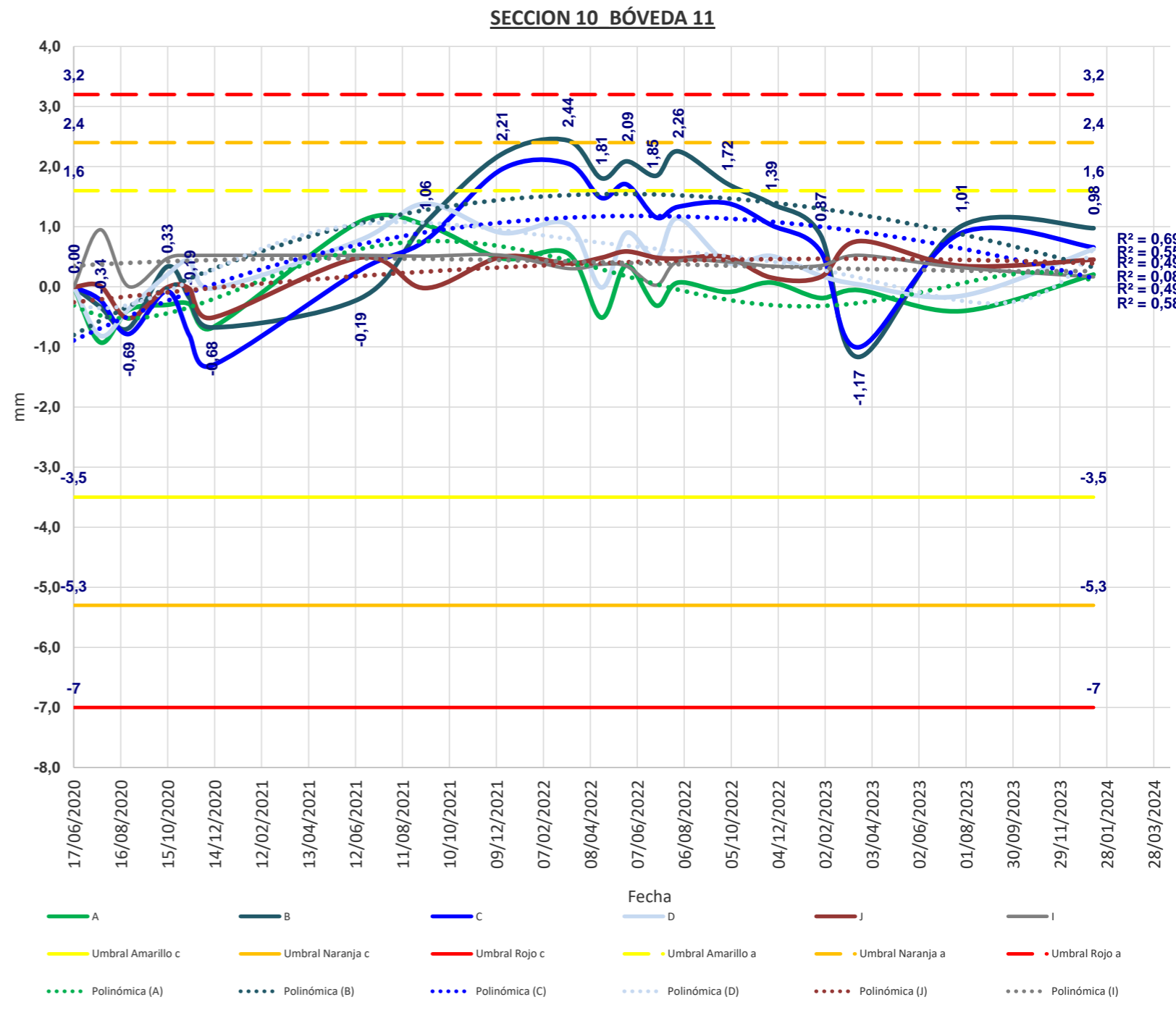
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012



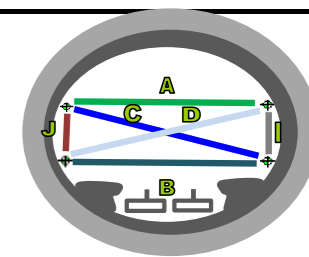


CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 10_BÓVEDA 11 - JUNTA CÓRDOBA PK 113+065

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
17/06/2020	7,9167	0,0000	7,7927	0,0000	7,9576	0,0000	8,0588	0,0000	1,5997	0,0000	1,5258	0,0000
21/07/2020	7,9157	-0,9254	7,7924	-0,3365	7,9573	-0,2228	8,0579	-0,8142	1,5997	0,0124	1,5268	0,9512
26/08/2020	7,9163	-0,3869	7,7921	-0,6883	7,9568	-0,7860	8,0584	-0,3724	1,5992	-0,5247	1,5258	0,0049
14/10/2020	7,9164	-0,3004	7,7931	0,3331	7,9575	-0,0711	8,0589	0,1976	1,5997	-0,0125	1,5263	0,4698
12/11/2020	7,9164	-0,2902	7,7926	-0,1897	7,9567	-0,8136	8,0592	0,4331	1,5997	-0,0339	1,5263	0,5199
10/12/2020	7,9160	-0,6870	7,7921	-0,6769	7,9562	-1,3129	8,0587	-0,0277	1,5992	-0,5167	1,5263	0,5237
18/06/2021	7,9178	1,0861	7,7926	-0,1938	7,9578	0,2783	8,0595	0,7792	1,6002	0,4861	1,5263	0,5235
09/09/2021	7,9177	1,0333	7,7938	1,0598	7,9583	0,7651	8,0601	1,3827	1,5997	-0,0213	1,5263	0,5110
16/12/2021	7,9171	0,4729	7,7950	2,2096	7,9595	1,9561	8,0596	0,8981	1,6002	0,4986	1,5263	0,5261
10/03/2022	7,9172	0,5604	7,7952	2,4366	7,9596	2,0534	8,0598	1,0443	1,6001	0,3904	1,5261	0,3054
22/04/2022	7,9162	-0,5126	7,7946	1,8083	7,9590	1,4796	8,0587	-0,0119	1,6002	0,4834	1,5262	0,3734
24/05/2022	7,9170	0,3583	7,7948	2,0880	7,9593	1,7056	8,0596	0,8969	1,6003	0,5886	1,5262	0,3461
01/07/2022	7,9164	-0,3112	7,7946	1,8470	7,9587	1,1551	8,0592	0,4730	1,6002	0,4859	1,5258	0,0268
29/07/2022	7,9167	0,0703	7,7950	2,2552	7,9589	1,3306	8,0599	1,1446	1,6002	0,4710	1,5262	0,4215
30/09/2022	7,9166	-0,0864	7,7945	1,7166	7,9589	1,3923	8,0592	0,4059	1,6002	0,4937	1,5262	0,4151
25/11/2022	7,9167	0,0703	7,7941	1,3857	7,9586	1,0292	8,0593	0,5139	1,5998	0,1534	1,5262	0,3451
27/01/2023	7,9165	-0,1860	7,7936	0,8664	7,9581	0,5948	8,0589	0,1870	1,5999	0,1619	1,5262	0,3516
17/03/2023	7,9166	-0,0549	7,7916	-1,1674	7,9565	-1,0059	8,0588	0,0399	1,6005	0,7601	1,5263	0,5253
26/07/2023	7,9163	-0,4048	7,7938	1,0096	7,9584	0,8959	8,0586	-0,1515	1,6000	0,3491	1,5261	0,3184
11/01/2024	7,9169	0,2041	7,7937	0,9757	7,9582	0,6565	8,0594	0,6279	1,6001	0,4532	1,5260	0,1652



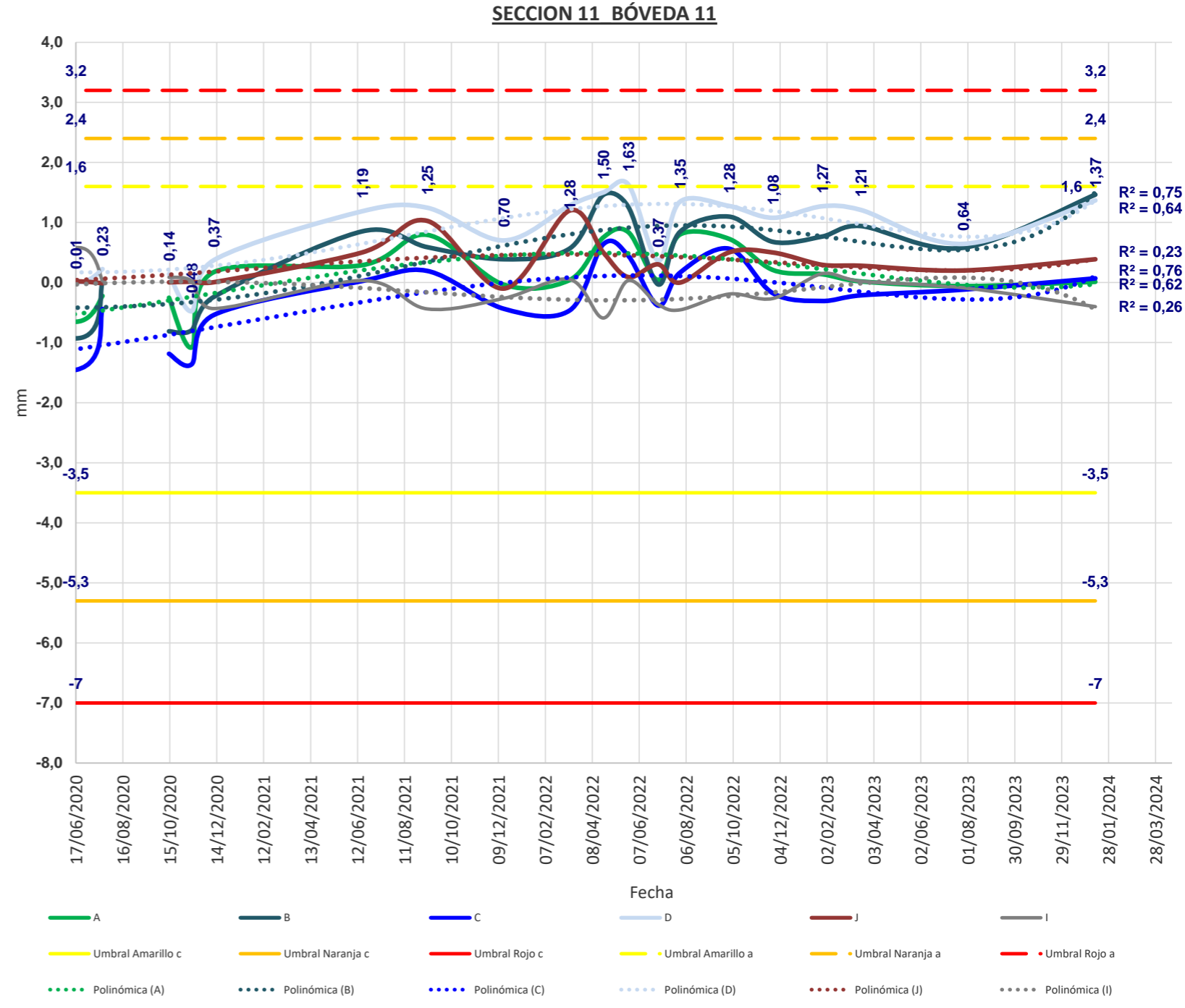
Observaciones:
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





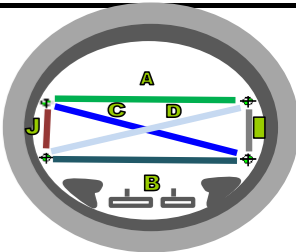
CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 11_BÓVEDA 11 - JUNTA CENTRO PK 113+069

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	2 3		1 4		1 3		2 4		3 4		1 2	
	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm	Metros	mm
01/02/2018	7,8900	0,0000	7,7402	0,0000	7,9188	0,0000	8,0204	0,0000	1,6499	0,0000	1,4854	0,0000
22/02/2018												
06/04/2018	7,8902	0,1788	7,7399	-0,2310	7,9185	-0,3880	8,0209	0,4307	1,6504	0,5103	1,4855	0,0592
15/06/2018	7,8897	-0,3499	7,7396	-0,5727	7,9178	-1,0088	8,0204	0,0012	1,6499	0,0048	1,4850	-0,4374
21/09/2018	7,8898	-0,1914	7,7393	-0,8933	7,9173	-1,5600	8,0209	0,4939	1,6499	0,0100	1,4855	0,1293
30/05/2019	7,8890	-1,0542	7,7396	-0,5703	7,9173	-1,5990	8,0204	-0,0055	1,6504	0,4927	1,4849	-0,4445
13/09/2019	7,8893	-0,7268	7,7402	0,0221	7,9172	-1,6529	8,0213	0,8592	1,6499	-0,0121	1,4850	-0,4212
07/11/2019	7,8897	-0,3512	7,7401	-0,0447	7,9177	-1,1573	8,0211	0,6662	1,6499	-0,0048	1,4850	-0,4335
17/06/2020	7,8894	-0,6525	7,7392	-0,9289	7,9174	-1,4541	8,0205	0,0090	1,6499	0,0199	1,4860	0,5790
21/07/2020	7,8898	-0,2221	7,7402	-0,0007	7,9184	-0,4403	8,0207	0,2253	1,6499	-0,0116	1,4854	0,0273
26/08/2020												
14/10/2020	7,8898	-0,2520	7,7394	-0,8112	7,9177	-1,1855	8,0206	0,1419	1,6499	0,0042	1,4855	0,0875
12/11/2020	7,8889	-1,0792	7,7394	-0,7935	7,9175	-1,3604	8,0200	-0,4767	1,6499	0,0148	1,4854	0,0280
10/12/2020	7,8902	0,1727	7,7399	-0,2406	7,9183	-0,5413	8,0208	0,3712	1,6499	0,0054	1,4850	-0,4327
18/06/2021	7,8903	0,2897	7,7410	0,8526	7,9189	0,0256	8,0216	1,1874	1,6504	0,5025	1,4854	0,0333
09/09/2021	7,8908	0,7942	7,7408	0,5902	7,9190	0,1943	8,0217	1,2463	1,6509	1,0276	1,4850	-0,4385
16/12/2021	7,8900	-0,0355	7,7406	0,3882	7,9184	-0,4366	8,0211	0,7017	1,6498	-0,0997	1,4851	-0,2631
10/03/2022	7,8901	0,0425	7,7407	0,5661	7,9184	-0,4649	8,0217	1,2844	1,6511	1,1990	1,4854	0,0532
22/04/2022	7,8908	0,7500	7,7416	1,4586	7,9195	0,6369	8,0219	1,4997	1,6504	0,5030	1,4848	-0,5899
24/05/2022	7,8908	0,8403	7,7414	1,2609	7,9193	0,4460	8,0221	1,6337	1,6500	0,0917	1,4854	0,0344
01/07/2022	7,8901	0,0426	7,7401	-0,0296	7,9185	-0,3815	8,0208	0,3670	1,6502	0,3036	1,4850	-0,3619
29/07/2022	7,8908	0,7985	7,7410	0,8434	7,9190	0,1640	8,0218	1,3454	1,6499	-0,0007	1,4849	-0,4547
30/09/2022	7,8907	0,7271	7,7413	1,0976	7,9194	0,5639	8,0217	1,2754	1,6504	0,5029	1,4852	-0,1908
25/11/2022	7,8902	0,2089	7,7408	0,6774	7,9187	-0,1787	8,0215	1,0787	1,6504	0,5005	1,4851	-0,2644
27/01/2023	7,8901	0,1389	7,7409	0,7665	7,9185	-0,3068	8,0217	1,2708	1,6502	0,2956	1,4855	0,1490
17/03/2023	7,8900	0,0196	7,7411	0,9418	7,9186	-0,2125	8,0217	1,2103	1,6502	0,2802	1,4854	0,0213
26/07/2023	7,8900	-0,0587	7,7407	0,5791	7,9187	-0,1178	8,0211	0,6437	1,6501	0,2012	1,4853	-0,0870
11/01/2024	7,8900	0,0128	7,7416	1,4640	7,9189	0,0703	8,0218	1,3680	1,6503	0,3880	1,4850	-0,4009



Observaciones:

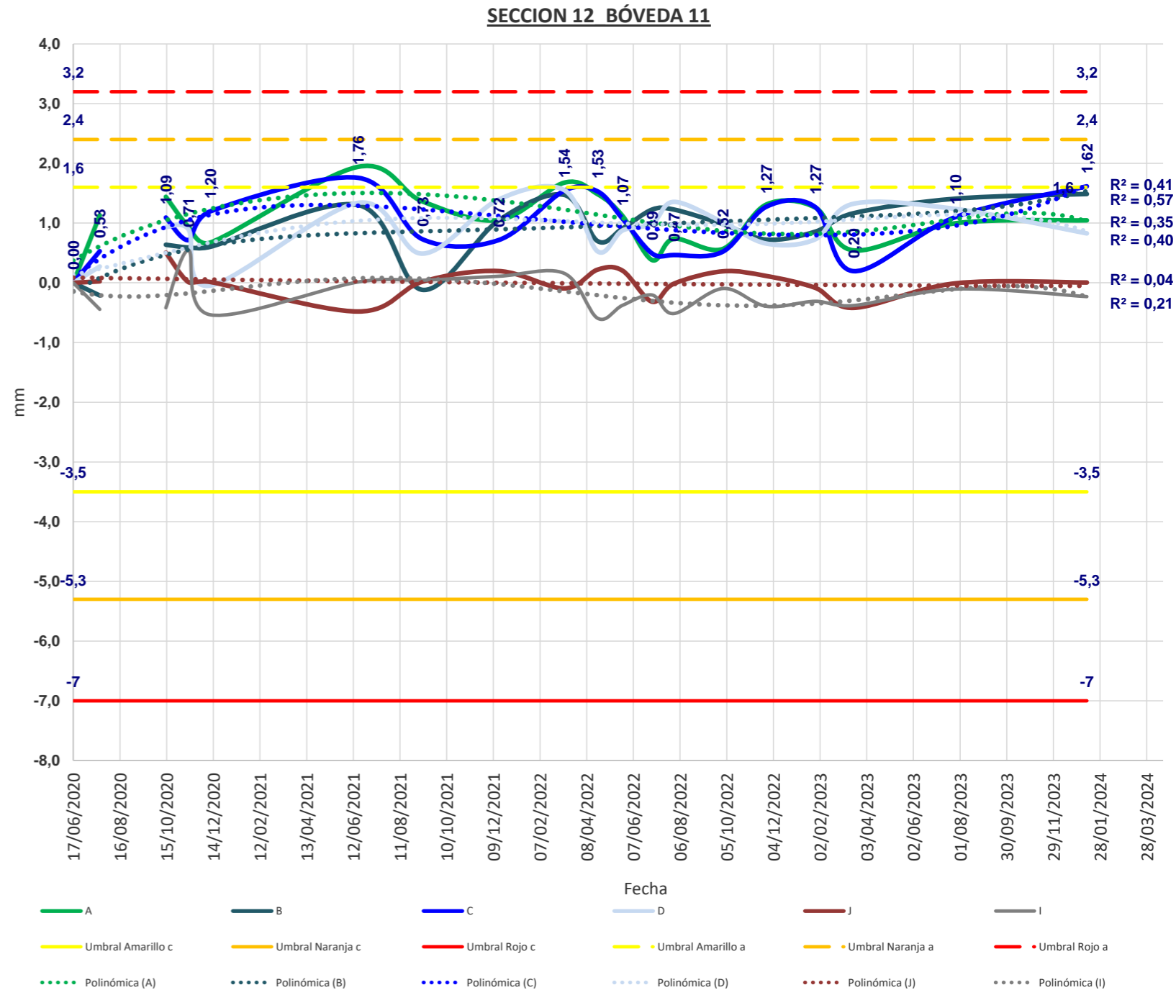
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012



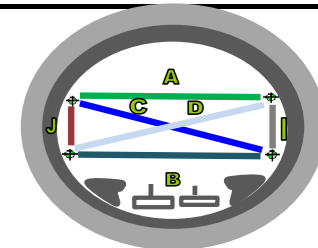


CONTROL DE CONVERGENCIAS HA-80 - TÚNEL ESTE VÍA (I) - SECCIÓN 12_BÓVEDA 11 - JUNTA MÁLAGA PK 113+075

CUERDA DIANAS Fecha	A		B		C		D		J		I	
	Metros 2 3	mm	Metros 1 4	mm	Metros 1 3	mm	Metros 2 4	mm	Metros 3 4	mm	Metros 1 2	mm
17/06/2020	7,9075	0,0000	7,7389	0,0000	7,9271	0,0000	8,0186	0,0000	1,6207	0,0000	1,4669	0,0000
21/07/2020	7,9087	1,1312	7,7387	-0,2126	7,9276	0,5290	8,0188	0,2731	1,6207	0,0241	1,4664	-0,4444
26/08/2020												
14/10/2020	7,9090	1,4410	7,7395	0,6376	7,9282	1,0934	8,0195	0,9336	1,6212	0,5066	1,4665	-0,4188
12/11/2020	7,9085	0,9390	7,7395	0,5908	7,9278	0,7142	8,0195	0,8958	1,6207	0,0111	1,4674	0,5425
10/12/2020	7,9082	0,6734	7,7395	0,6024	7,9283	1,1963	8,0185	-0,0460	1,6207	0,0141	1,4664	-0,5357
18/06/2021	7,9095	1,9419	7,7402	1,3037	7,9289	1,7587	8,0199	1,3385	1,6202	-0,4807	1,4669	0,0133
09/09/2021	7,9089	1,3614	7,7388	-0,1185	7,9278	0,7290	8,0191	0,4884	1,6207	0,0194	1,4669	0,0420
16/12/2021	7,9086	1,0497	7,7399	1,0468	7,9278	0,7160	8,0200	1,3963	1,6209	0,1965	1,4670	0,1098
10/03/2022	7,9092	1,6761	7,7404	1,4722	7,9287	1,5419	8,0201	1,5538	1,6206	-0,0944	1,4671	0,1593
22/04/2022	7,9090	1,4844	7,7396	0,6984	7,9286	1,5310	8,0191	0,5263	1,6209	0,2205	1,4663	-0,5930
24/05/2022	7,9086	1,1219	7,7398	0,9097	7,9282	1,0741	8,0194	0,8757	1,6209	0,2039	1,4665	-0,3774
01/07/2022	7,9079	0,3815	7,7401	1,2261	7,9276	0,4923	8,0196	0,9888	1,6203	-0,3160	1,4667	-0,2038
29/07/2022	7,9083	0,7375	7,7401	1,2271	7,9276	0,4657	8,0199	1,3554	1,6206	-0,0155	1,4664	-0,5150
30/09/2022	7,9081	0,5671	7,7399	0,9838	7,9276	0,5210	8,0196	1,0162	1,6209	0,1923	1,4668	-0,0951
25/11/2022	7,9088	1,3113	7,7396	0,7230	7,9284	1,2742	8,0192	0,6568	1,6208	0,1140	1,4665	-0,3931
27/01/2023	7,9088	1,2588	7,7398	0,8569	7,9284	1,2669	8,0193	0,7295	1,6206	-0,0849	1,4666	-0,3095
17/03/2023	7,9081	0,5435	7,7401	1,1653	7,9273	0,1953	8,0199	1,3236	1,6202	-0,4199	1,4665	-0,3808
26/07/2023	7,9085	0,9967	7,7403	1,4087	7,9282	1,1004	8,0198	1,2372	1,6207	-0,0086	1,4668	-0,1044
11/01/2024	7,9086	1,0457	7,7404	1,4868	7,9287	1,6156	8,0194	0,8274	1,6207	0,0046	1,4667	-0,2311



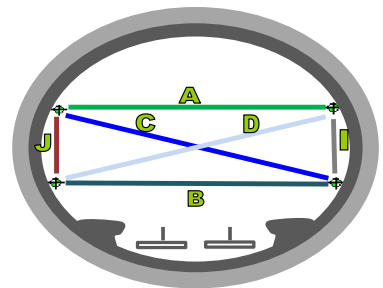
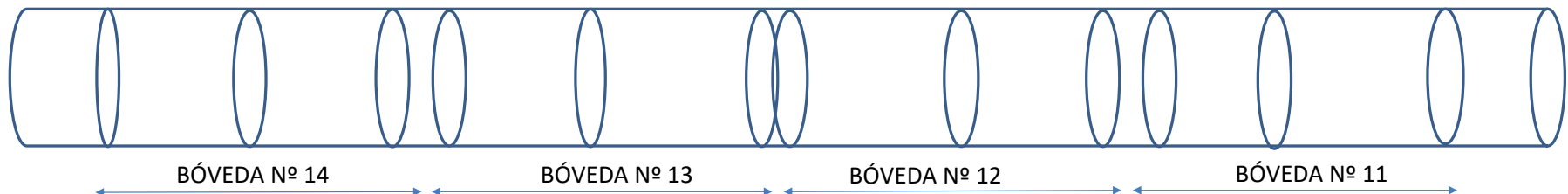
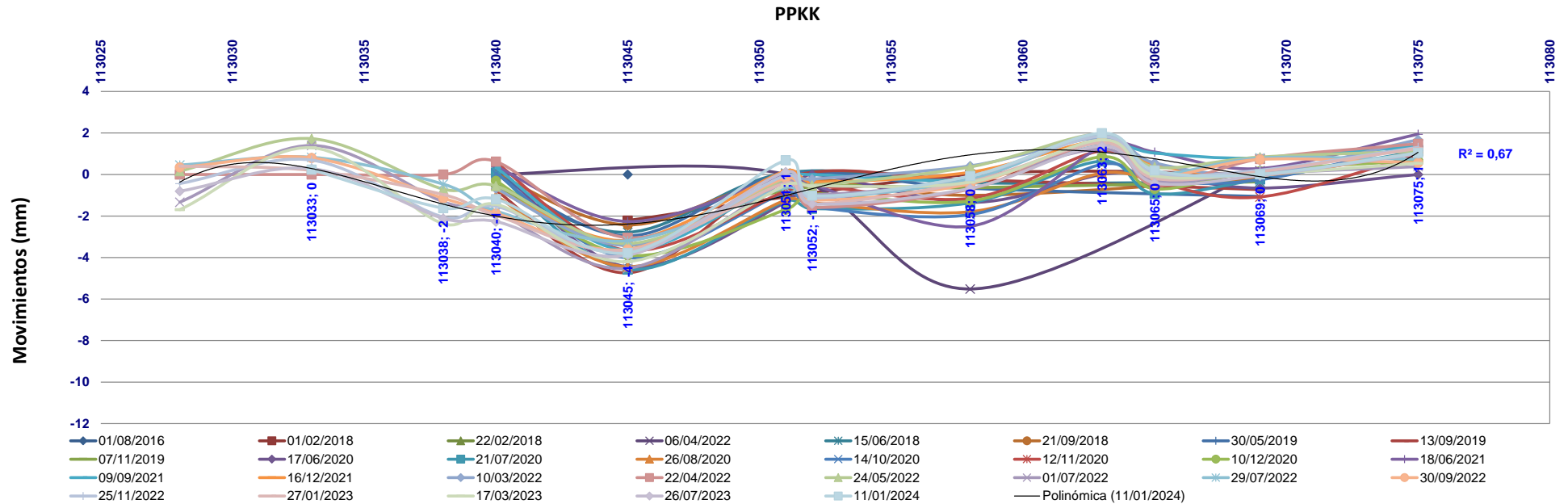
Observaciones:
UMBRALES DEFINIDOS POR INECO EN EL AÑO 2012





CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA A (mm)

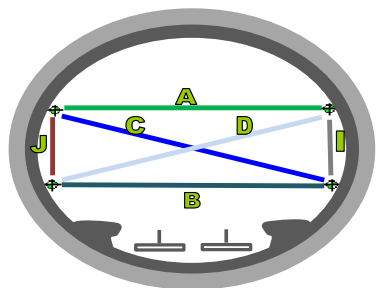
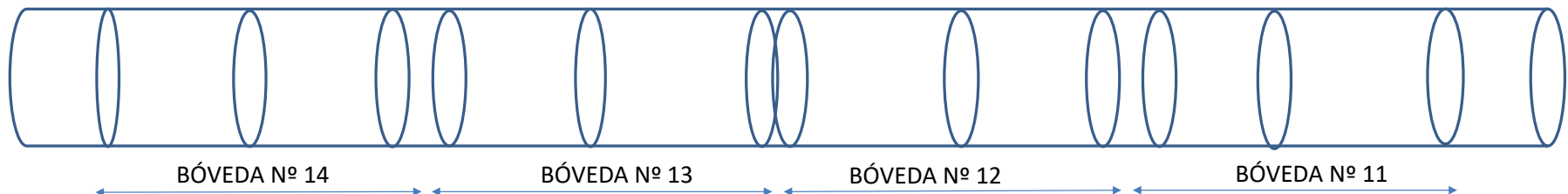
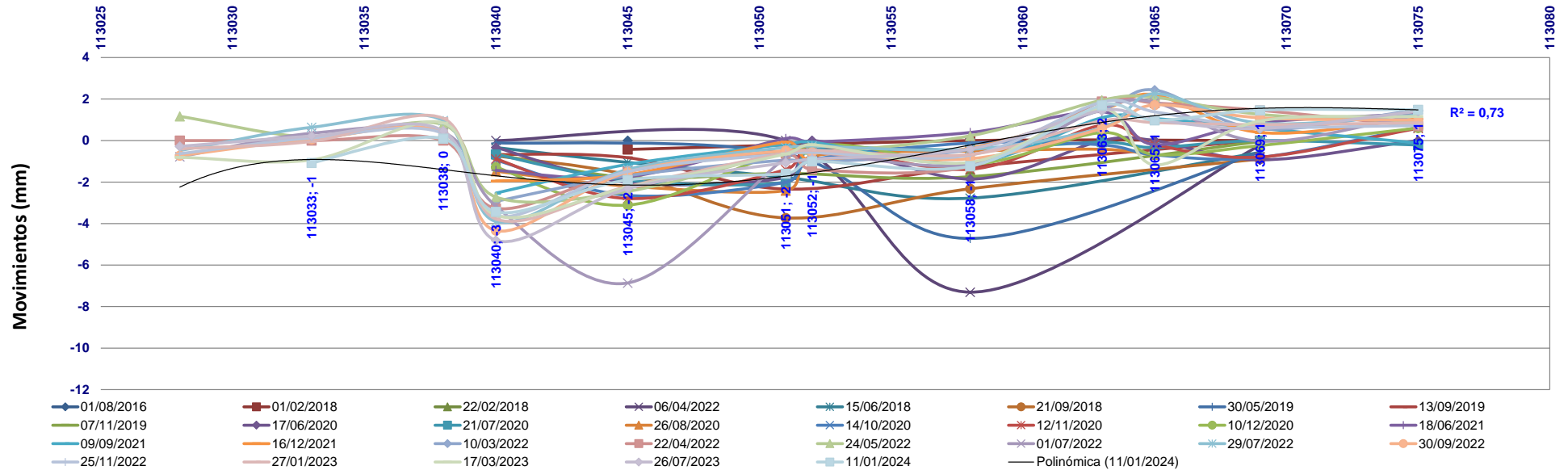




CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA B (mm)

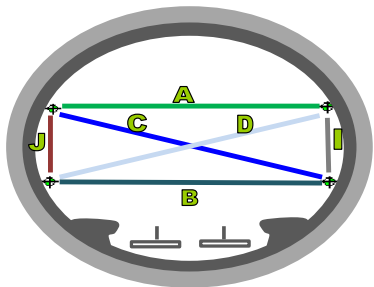
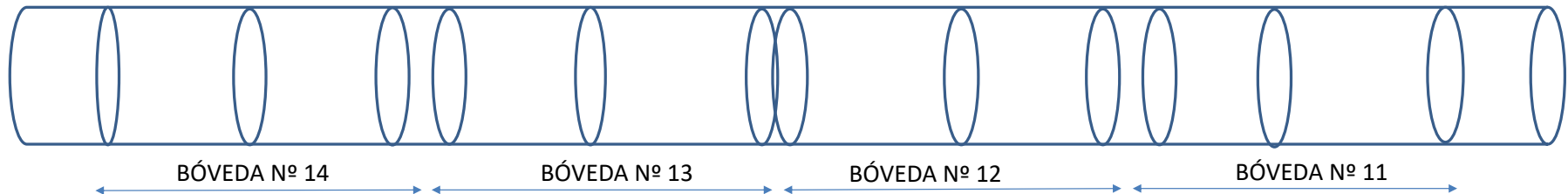
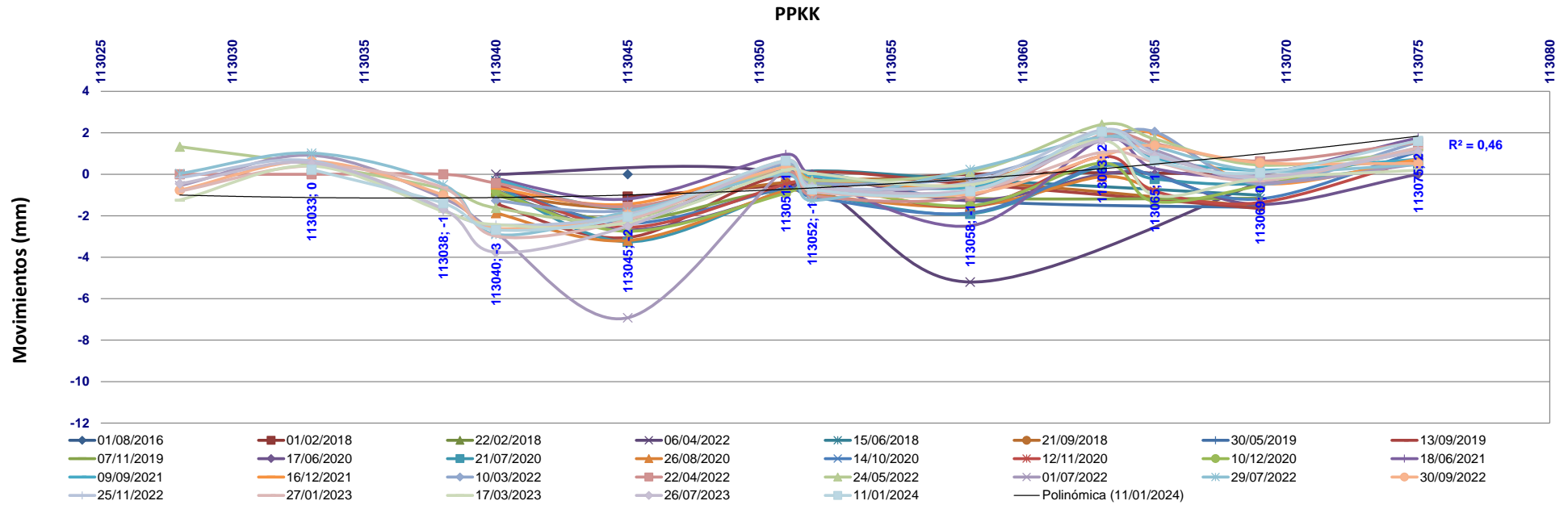
PPKK





CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

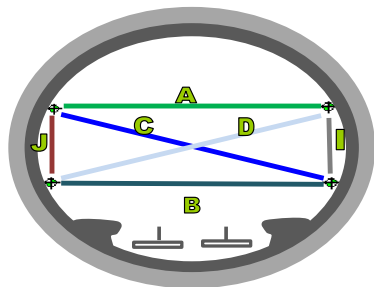
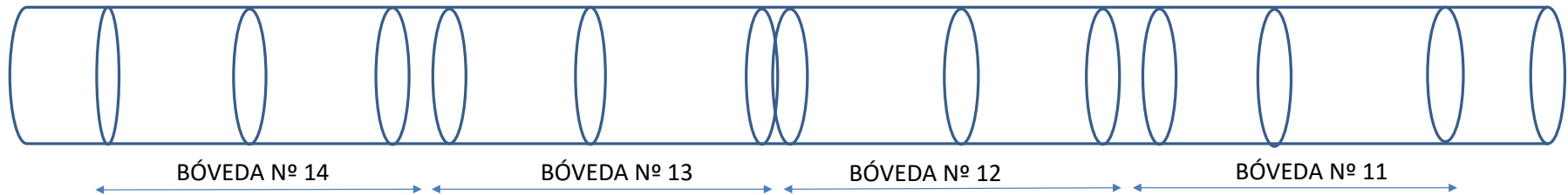
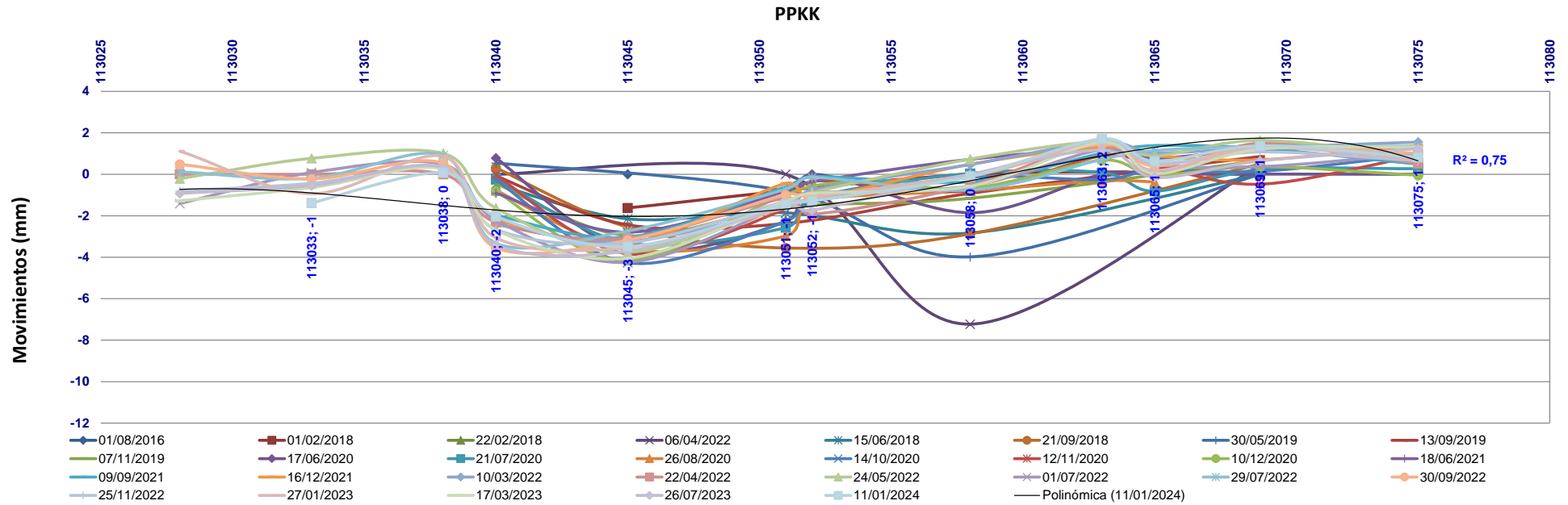
CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA C (mm)





CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

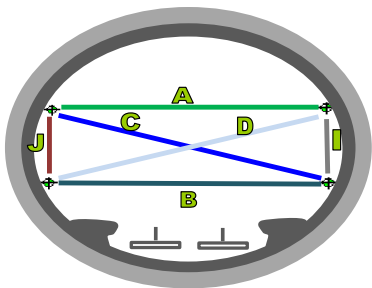
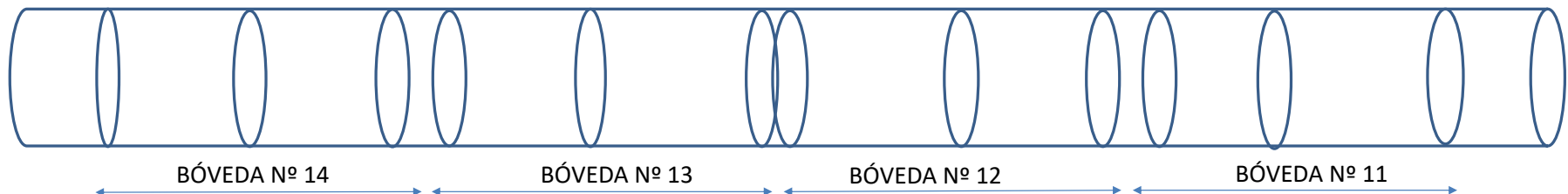
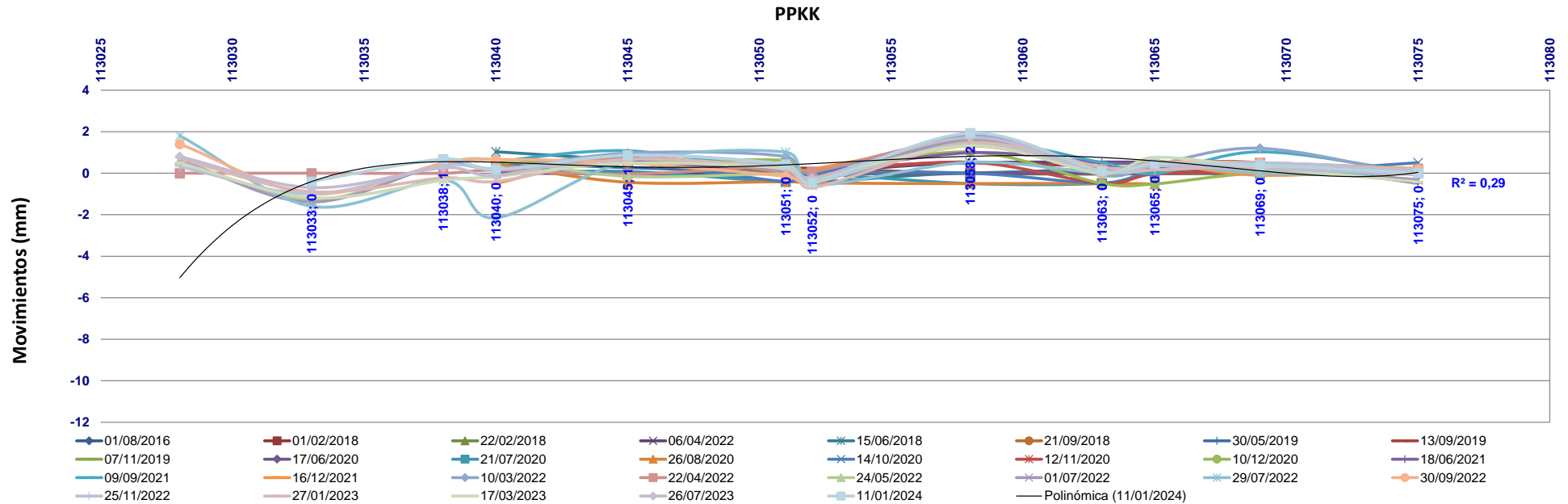
CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA D (mm)





CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA J (mm)

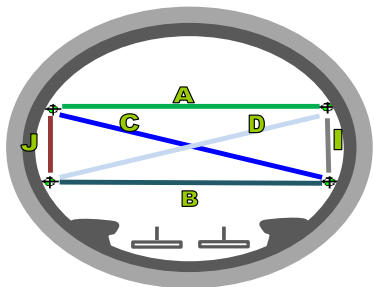
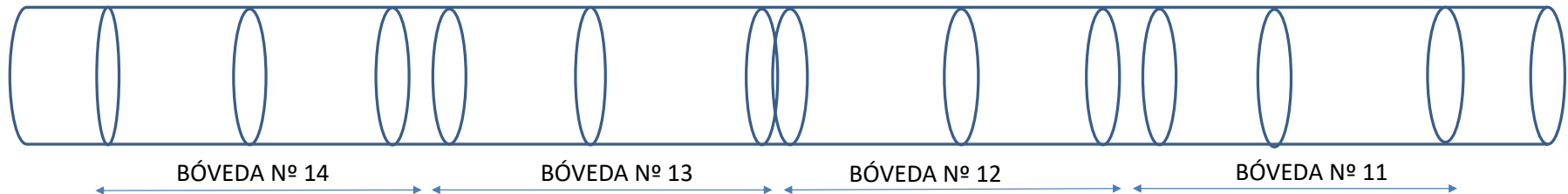
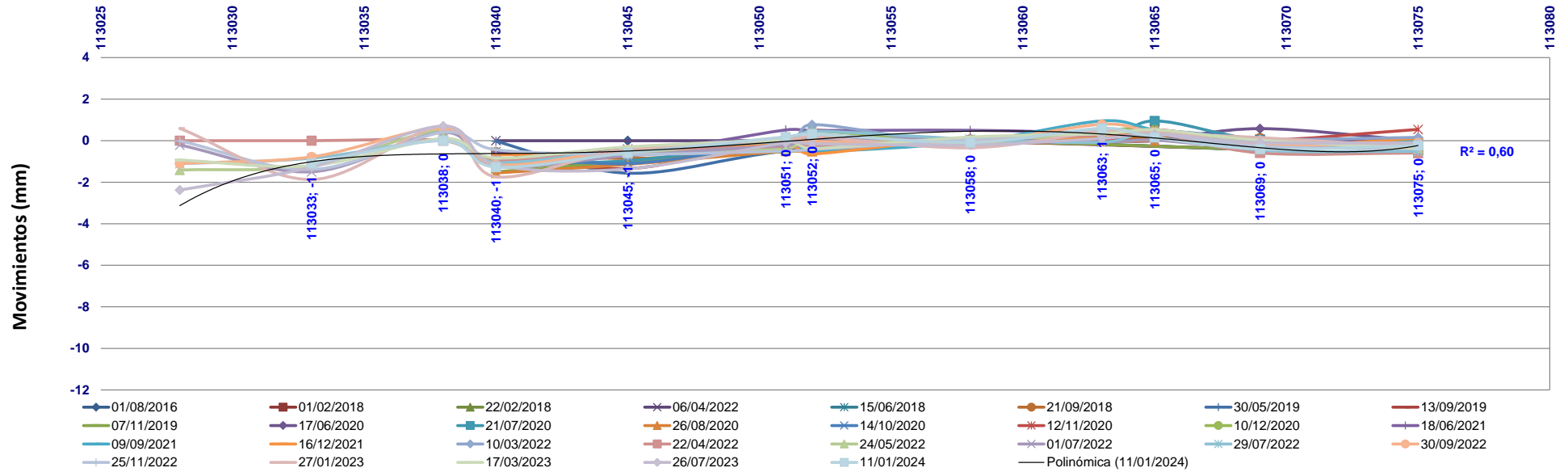




CONTROL DE CONVERGENCIAS - TÚNEL ESTE VÍA (I)

CURVA DEFORMADA PK 113+028 - PK 113+075 CONVERGENCIA I (mm)

PPKK





LÍNEA 030 CÓRDOBA - MÁLAGA	Tramo: Antequera - Málaga	TÚNEL ESTE VÍA (I)	
	Subtramo: Bif Gobantes - Álora	CONTROL TOPOGRÁFICO DE DIANAS	NIVEL DE SEGUIMIENTO
	PK INICIAL: 113+028	PK FINAL: 113+075	Fecha: 11 enero 2024

FOTO AÉREA - TÚNEL ESTE VÍA (I)



LÍNEA 030 CÓRDOBA - MÁLAGA		Tramo: Antequera - Málaga		TÚNEL ESTE VÍA (I)	
		Subtramo: Bif Gobantes - Álora		CONTROL TOPOGRÁFICO DE DIANAS	NIVEL DE SEGUIMIENTO
		PK INICIAL: 113+028	PK FINAL: 113+075	Fecha: 11 enero 2024	

ACCESO TRAZA - TÚNEL ESTE VÍA (I)



ANEJO 3

COMENTARIOS GENERALES RESPECTO AL ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL TÚNEL EN ANTERIORES INFORMES

Comentarios generales expuestos en el informe de Marzo'22.

Tras la revisión de todos los datos descargados del servidor ubicado en la boca sur del túnel hasta diciembre de 2022 y su comparación con los datos registrados durante el contrato de GEOCISA en su web hasta junio de 2021, se ha comprobado que en su mayoría, tanto los datos de las convergencias automáticas como los registros de los piezómetros de cuerda vibrante son coherentes, si bien se han detectado algún valor anómalo, especialmente en las convergencias automáticas, lo que hace sospechar de retoques o ligeros ajustes en sus valores cero tal y como se puede comprobar en alguna de las gráficas anexada a este informe, en las cuales se pueden observar saltos entre los datos registrados en el servidor (puntos en gris y marrón) y los representados en la WEB (puntos en verde).

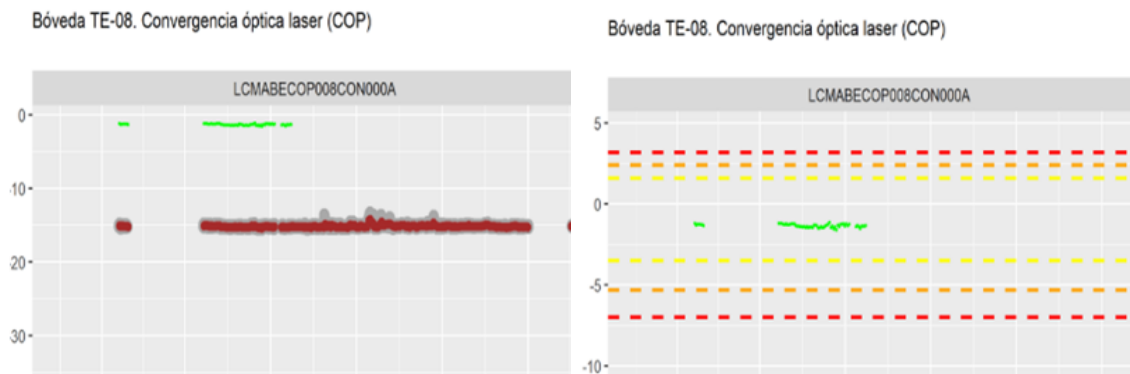


Figura 1. Comparativa entre los valores registrados para la COP en el servidor y los publicados en la WEB GEOCISA.

Esta situación, puede tener como consecuencia, el no saber el valor absoluto del movimiento de convergencia que está afectando a las secciones instrumentadas, por lo que deberá ser aclarado o al menos tenido en cuenta en futuros contratos o estudios posteriores.

- Esta circunstancia podría verse compensada en parte por la medición manual, ya sea con cinta de convergencia o bien mediante topografía, si bien su cero será siempre un valor relativo en cuanto a los movimientos registrados desde el origen de los mismos.

Una situación similar, se aprecia en algunos de los valores registrados para los piezómetros de cuerda vibrante, tal y como se puede visualizar en las siguientes gráficas, en las cuales se observa la necesidad de realizar un filtrado de datos, como consecuencia de la incongruencia de que se registren valores negativos de presión, como es el caso del PZC002. De la misma forma, se puede visualizar, que o bien no hay datos o bien estos son muy escasos, según los datos obtenidos en la WEB de GEOCISA (puntos en verde).

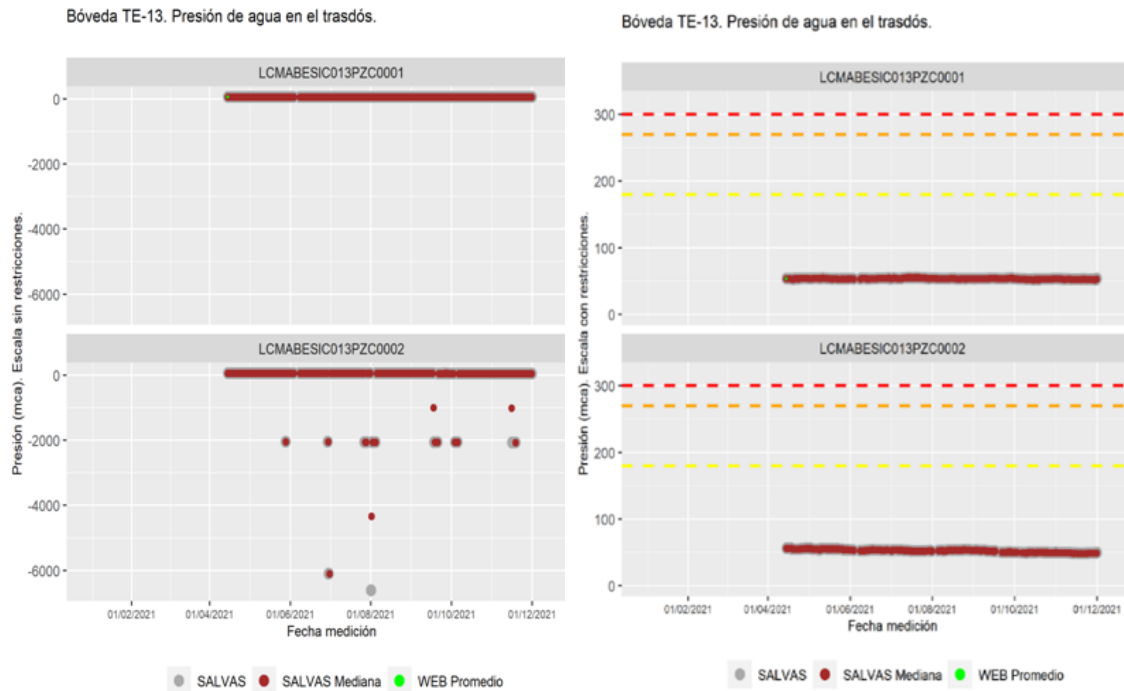


Figura 2. Comparativa entre los valores registrados para PZCV en el servidor y los publicados en la WEB GEOCISA.

Dado lo habitual de estas circunstancias, se deberán revisar en el futuro todos los piezómetros de cuerda vibrante instalados en el anillo de refuerzo, con el objetivo de saber su correcto funcionamiento, o bien la necesidad de tener que hacer un recambio de éstos. También se concluye, que es posible que algunos de los piezómetros de cuerda vibrante instalados estén operativos, pero éstos no se hayan tenido en cuenta en los informes elaborados durante años por GEOCISA, cuestión a tener en cuenta para el próximo contrato.

Esta última situación no sólo se circunscribe a los instrumentos a los que se refiere este informe, sino que debe incluir el correspondiente chequeo y verificación del correcto funcionamiento del resto de la instrumentación instalada en este túnel.

Comentarios a fecha del informe de julio'22.

En el informe de julio del 2022 no se han tenido en cuenta los datos descargados de la WEB de Geocisa porque ésta ya no está operativa, por lo que en las gráficas no aparecen los puntos correspondientes a WEB promedio, en color verde. Aun así, se siguen detectando valores anómalos, tal y como se menciona en el apartado anterior, que deben de ser filtrados para su correcta interpretación.

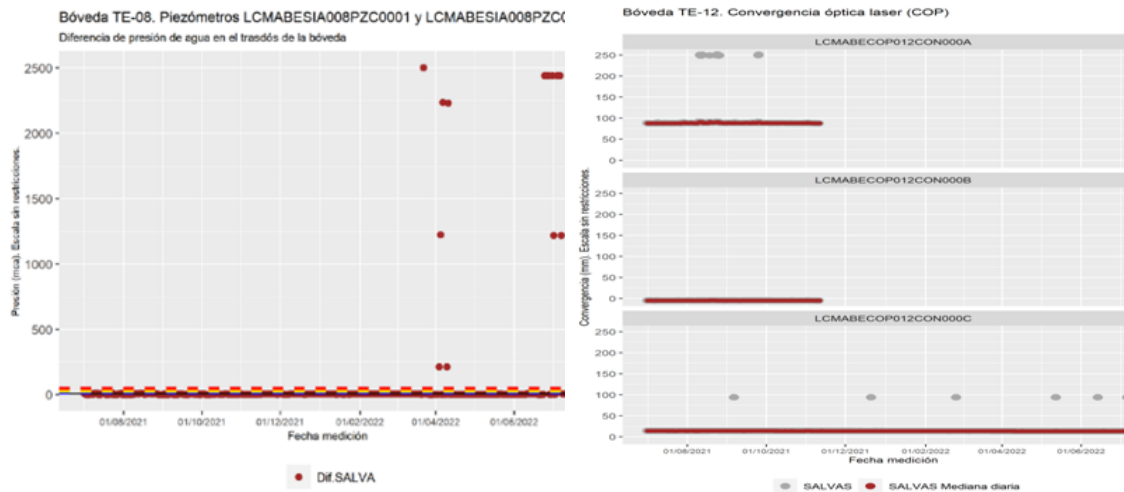


Figura 3. Gráficas de diferencia de presión y de convergencias ópticas con valores salva y valores anómalos – fuera de rango.

Comentarios a fecha del informe de diciembre'22.

En esta ocasión, se han auto ajustado las escalas de las gráficas para una mejor visualización de la información disponible, así como se han recuperado los registros de los caudalímetros, que en anteriores informes no se habían presentado.

- Respecto a los caudalímetros instalados en la boca sur de ambos tubos, hay que indicar que sólo se tienen registros de los caudales instantáneos hasta septiembre del 2022, por lo que se hace necesario revisar estos aparatos y sus conexiones in situ.

Comentarios a fecha del informe de julio'23.

No ha habido cambios en el tratamiento de los datos ni en la representación de los mismos en este informe.

Comentarios a fecha del informe de diciembre'23.

En la campaña actual no se observan demasiadas variaciones respecto al funcionamiento de los equipos en la campaña previa, destacando únicamente los problemas de conectividad remota con el servidor, que son recurrentes y provocan que no se disponga de los datos al día. Próximamente va a ser sustituido el servidor por uno nuevo con objeto de disponer de la información en el menor tiempo posible.

Comentarios a fecha del informe de junio'24.

En esta campaña, se destacan los problemas de comunicaciones tenidos en la red fibra del túnel oeste. Se tuvieron que descargar los datos de manera manual desde el túnel oeste, ya que la red de fibra estaba caída debido a un corte de un PC que quedaba fuera del revestimiento estanco, el mismo día de la descarga (29/05/2025) se detectó el problema, que posteriormente quedó subsanado, confirmando que a fecha de junio 2024 la comunicación ha quedado restablecida.

ANEJO 4

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PZCV DEL TÚNEL EN
ANTERIORES INFORMES

Comentarios a fecha del informe de julio'22.

Cabe destacarse en este informe semestral los ascensos y descensos registrados por alguno de los piezómetros del túnel, y visibles en ambos tubos, durante los meses de febrero y abril del 2022, destacándose especialmente los piezómetros, tanto de contacto (PZC) como de trasdós (PZT), instalados en la bóveda TO-83, dónde se han registrado al menos dos periodos de ascenso y descenso en la presión registrada en éstos durante el último año, concretamente en las siguientes fechas:

- Descenso pronunciado entre mediados de enero y mediados de marzo del 2022.
 - Tiempo de descenso aprox.: dos meses.
- Ascenso pronunciado entre mediados de marzo y abril del 2022.
 - Tiempo de ascenso aprox.: quince días.
- Presión constante entre abril y mediados de mayo del 2022.
 - Tiempo de presión estable aprox.: dos meses.
- Descenso continuado en la presión desde mediados de mayo hasta la actualidad.
 - Tiempo de descenso aprox.: dos meses.

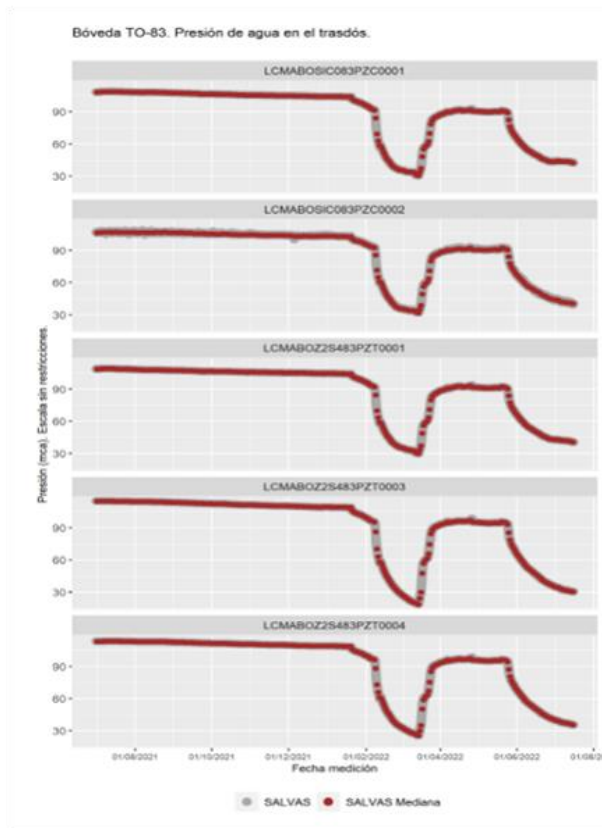


Figura 1. Bóveda TO-83. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre febrero/julio'22.

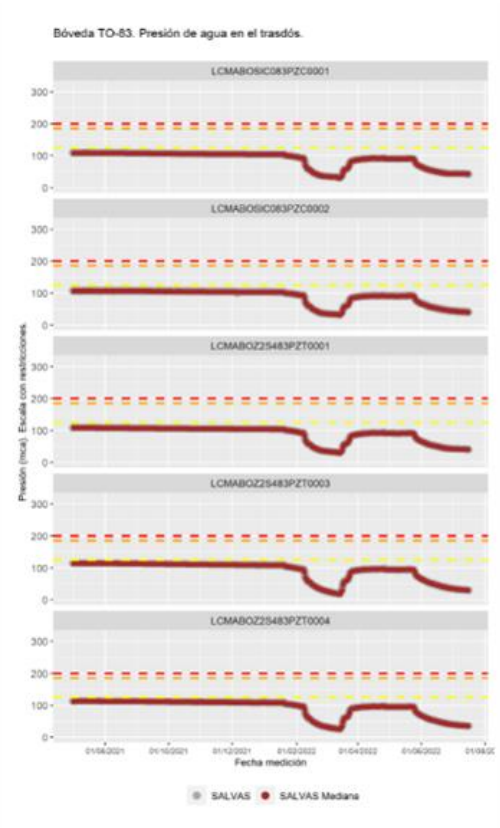


Figura 2. Bóveda TO-83. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre febrero/julio'22 - Umbrales.

Comentarios a fecha del informe de diciembre'22.

Piezómetros de cuerda vibrante.

En las gráficas adjuntas correspondientes al mes de diciembre del 2022, se puede observar que las presiones marcadas tanto por los piezómetros de contacto (PZC) como en los de trasdós (PZT) se han reducido hasta unos valores similares a los registrados en el mes de marzo del 2022, comportándose en todos ellos de una manera similar.

Tal y como se puede observar en las gráficas adjuntas, el pico de presión se registró entre los meses de abril y junio del 2022, posteriormente se produjo un descenso paulatino de la presión, más acusado al principio, hasta aproximadamente el mes de octubre del 2022, dónde se registrar un muy ligero repunte de la presión, cuya evolución será necesario seguir en los próximos meses.

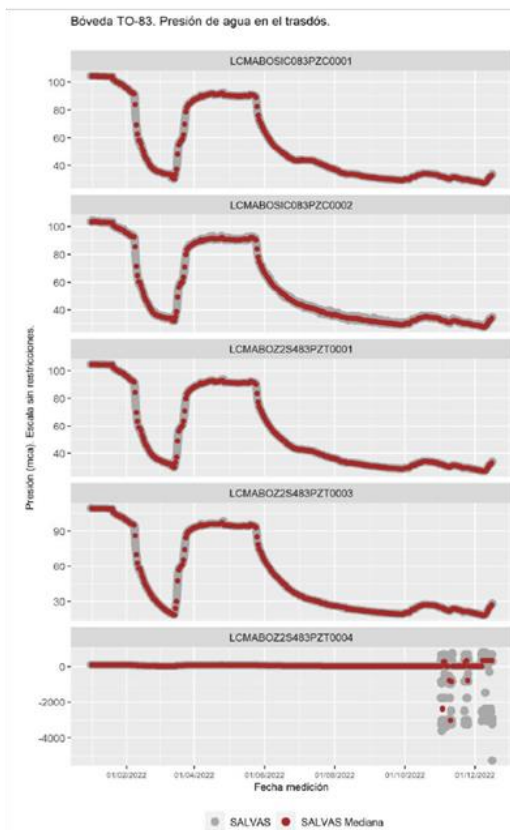


Figura 3. Bóveda TO-83. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre julio/diciembre'22.

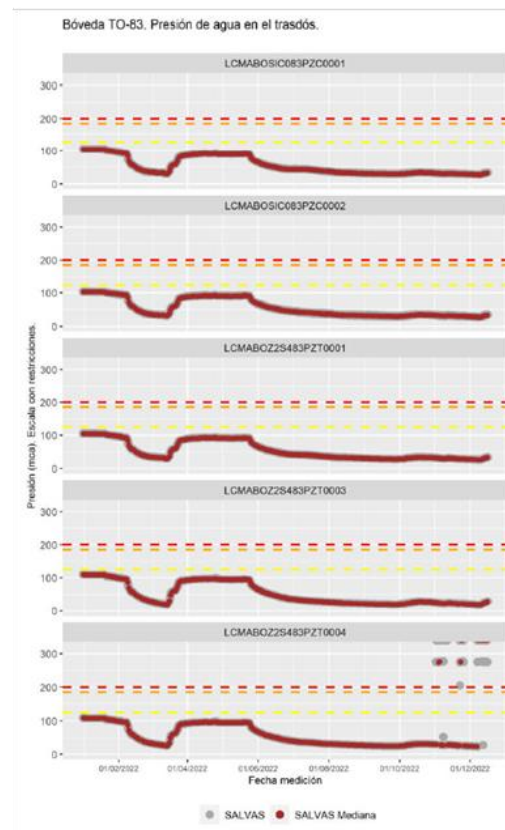


Figura 4. Bóveda TO-83. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre julio/diciembre'22- Umbrales.

Estas variaciones, también se pueden observar en otros piezómetros instalados en el túnel, si bien dichas variaciones son, aparentemente, menos marcadas que las anteriores, debiéndose tener en cuenta el factor escala.

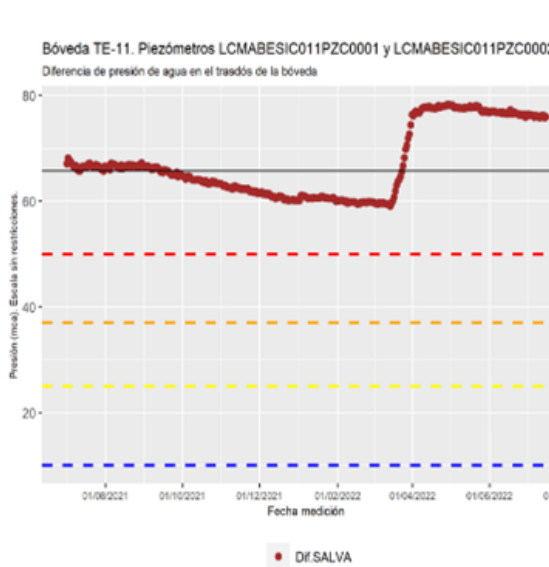


Figura 5. Bóveda TE-11. Ascensos en la diferencia de presión PZC en marzo/abril'22.

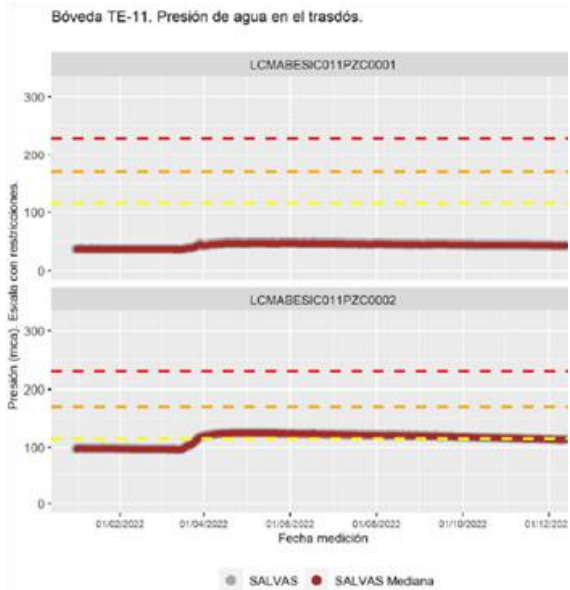


Figura 6. Bóveda TO-11. Ascenso de presión en marzo/abril'22 en PZC y PZT.

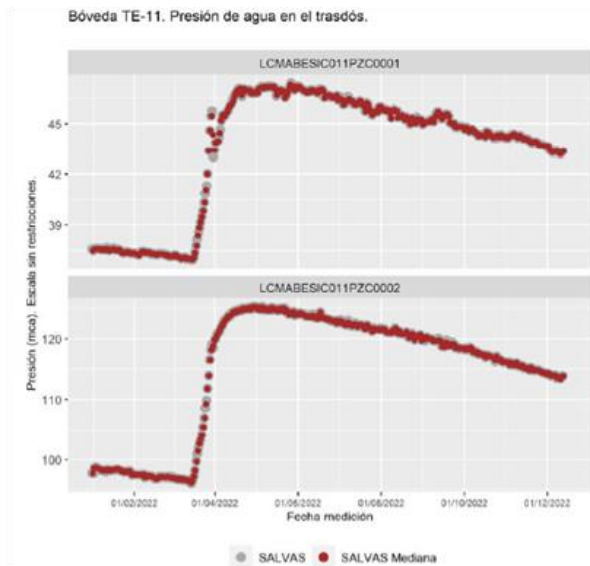


Figura 7. Bóveda TE-11. Ascensos en la diferencia de presión PZC en abril/diciembre22.

Comentarios a fecha del informe de julio'23.

Piezómetros de cuerda vibrante.

En las gráficas adjuntas correspondientes al mes de julio del 2023, se puede observar que las presiones marcadas tanto por los piezómetros de contacto (PZC) como en los de trasdós (PZT) se han reducido hasta unos valores similares a los registrados en el mes de octubre y diciembre del 2022. El pico de presión más alto se registró en enero del 2023 después del periodo de lluvias de diciembre de 2022, produciéndose posteriormente un descenso paulatino de la presión, más acusado al principio, hasta aproximadamente el mes de junio del 2023, dónde se vuelve a registrar un muy ligero repunten de ésta, que parece correlacionarse tanto con los registros de los caudalímetros instalados en el

emboquille del túnel, como con las precipitaciones registradas en las tres estaciones meteorológicas más cercanas en esas fechas.

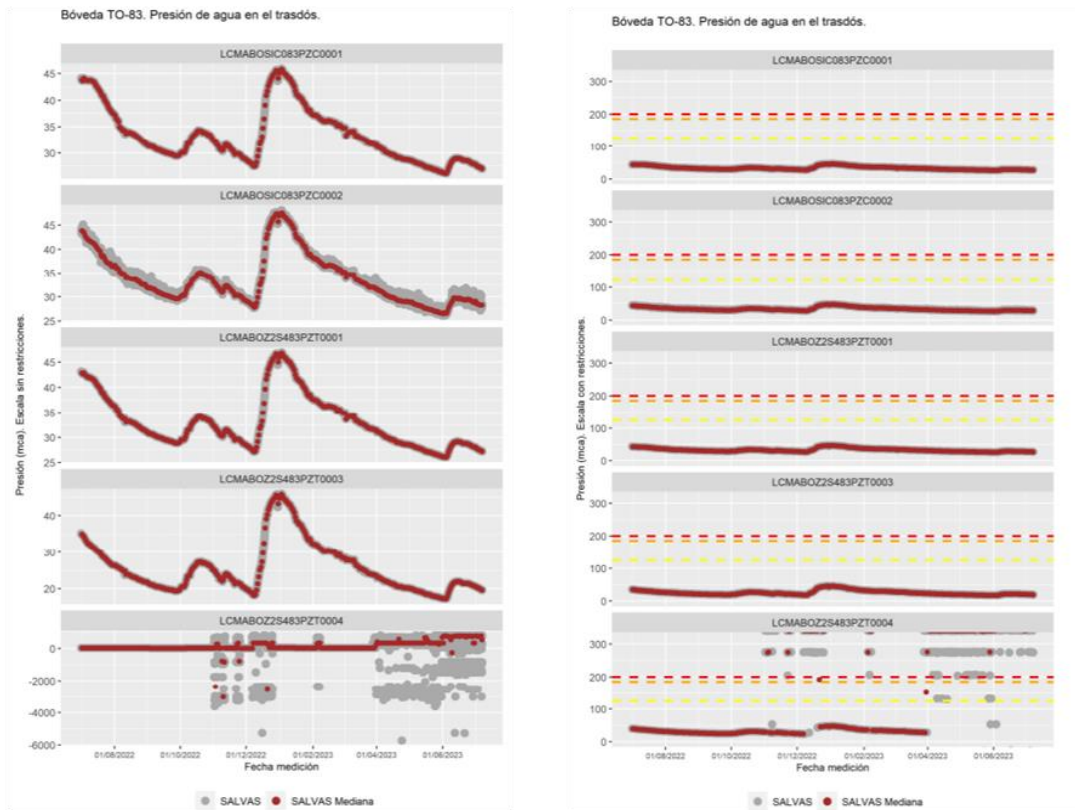


Figura 8. Bóveda TO-83. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre junio'22/julio'23 (izquierda) y umbrales (derecha).

Estas variaciones, también se pueden observar en otros piezómetros instalados en el túnel, si bien dichas oscilaciones son, aparentemente, menos marcadas que las anteriores, debiéndose tener en cuenta el factor escala.

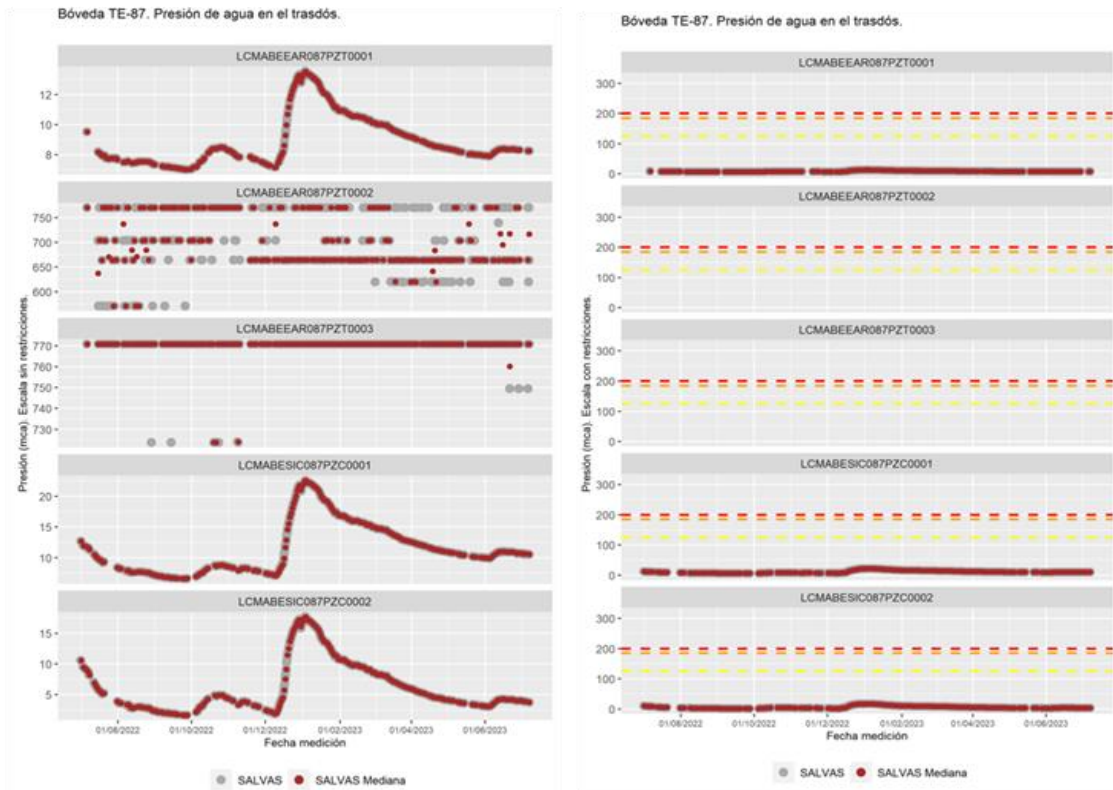


Figura 9. Bóveda TO-87. Descensos y ascensos presión en PZC y PZT entre junio'22/julio'23 (izquierda) y umbrales (derecha).

Comentarios a fecha del informe de diciembre'23.

Piezómetros de cuerda vibrante.

Se mantiene la situación de descenso de presión citada en el informe de julio'23 en las bóvedas TO-83 y TE-87. Se trata de un sector en el que se vienen produciendo fenómenos llamativos desde el año 2021, como se puede observar en las siguientes figuras:

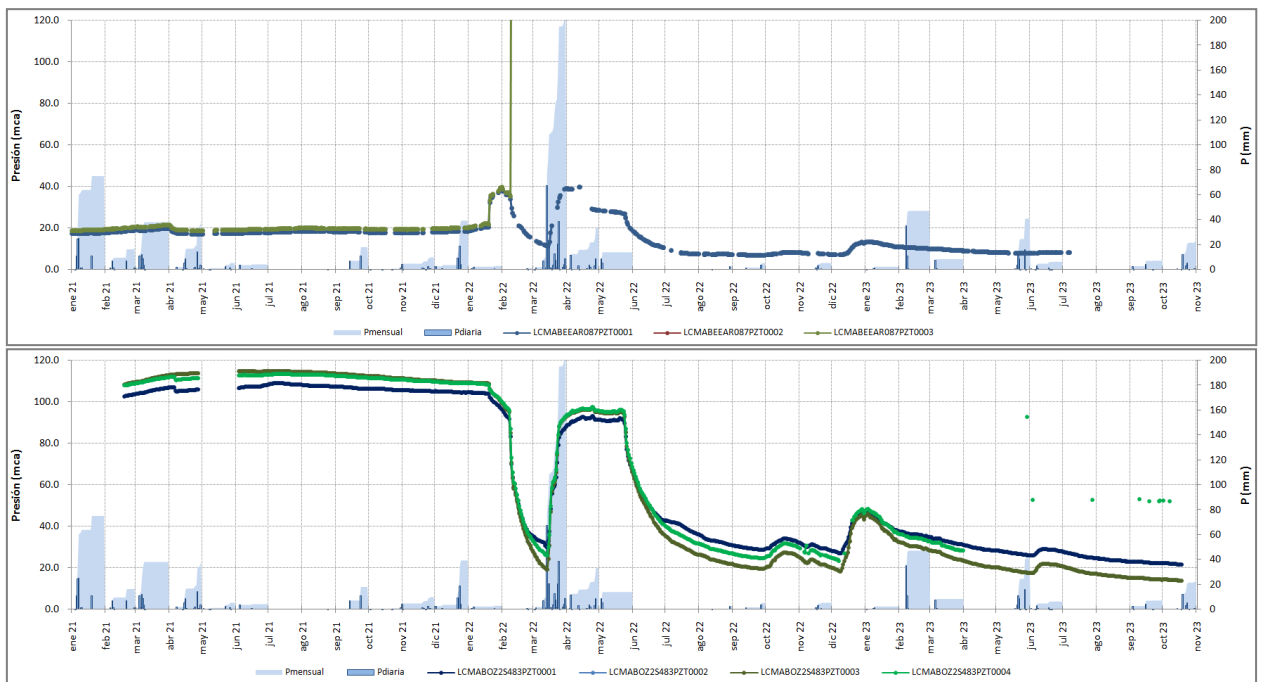


Figura 10. Evolución de la presión en los piezómetros de trasdós en las bóvedas T-87 (arriba) y TO-83 (abajo).

Si se observa la evolución de los piezómetros de contacto en las mismas bóvedas, se puede comprobar que apenas hay diferencias con los piezómetros de trasdós, lo que indica un funcionamiento correcto de los piezómetros:

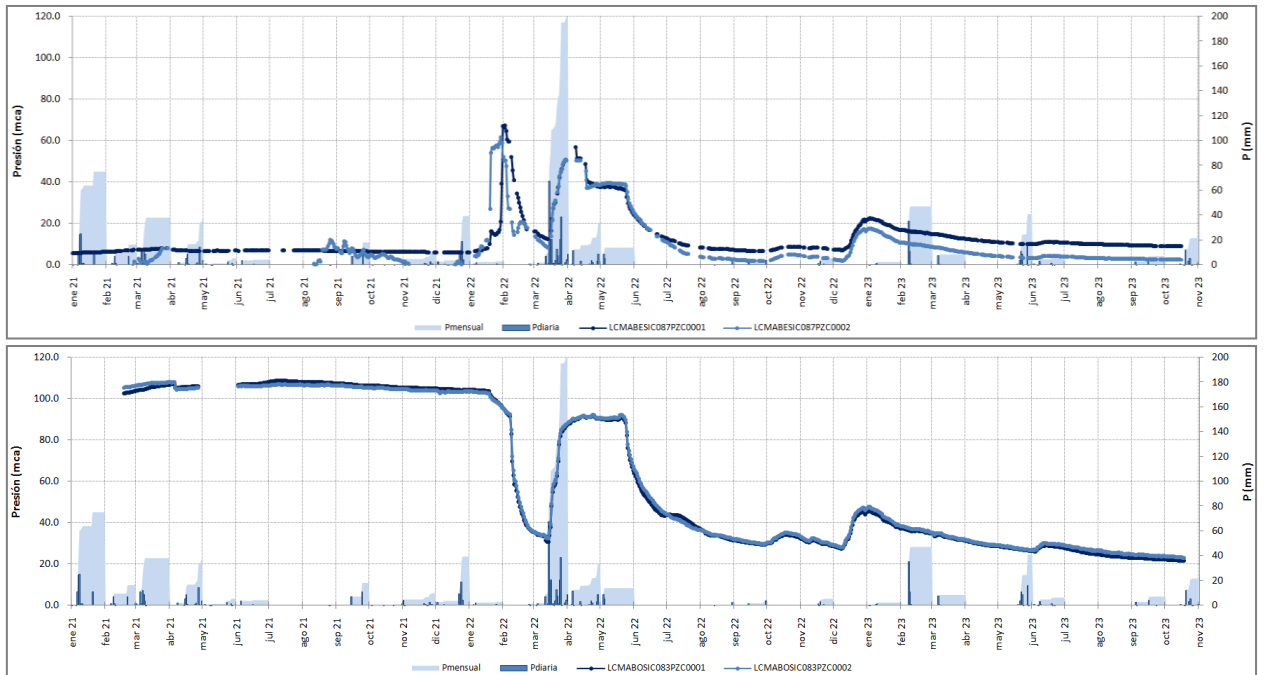


Figura 11. Evolución de la presión en los piezómetros de contacto en las bóvedas T-87 (arriba) y TO-83 (abajo).

Piezómetros exteriores

Se han actualizado los datos del Pozo B, si bien los últimos datos son de julio de 2023. Observando el mismo periodo que el mostrado anteriormente (enero 2021-octubre 2023) se puede ver que el pozo B también ha resultado notablemente afectado por las tormentas, especialmente las de marzo de 2022 :

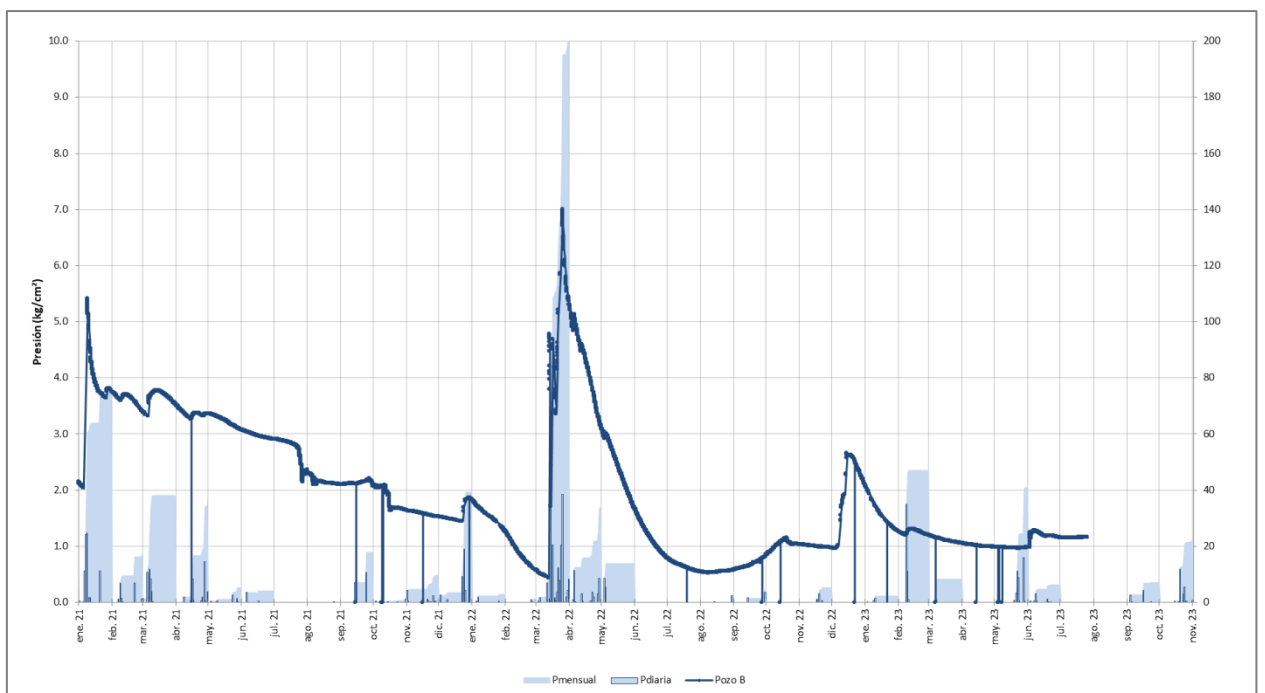


Figura 12. Influencia de la tormenta de marzo de 2022 en el pozo B de Abdalajís

Registros estaciones meteorológicas cercanas.

Para interpretar estas variaciones de presión, y comprender su contexto, se ha consultado la información disponible en la página web <https://www.embalses.net/> dónde se puede visualizar los datos de las estaciones meteorológicas más próximas al trazado del túnel de Abdalajís, siendo éstas las siguientes:

- Fuente la Piedra.
- Antequera.
- Benamejí.

Adicionalmente se cuenta con:

- Estación AEMET Indicativo 6106X de Antequera (la misma que la procedente de Embalses.net)
- Estación AEMET Indicativo 6127X de Álora.
- Pluviómetro del pozo B.

La ubicación de todos estos puntos de control se muestra en la siguiente figura, donde se puede apreciar que las estaciones de Álora y Antequera son las más próximas al túnel (y el pozo B).

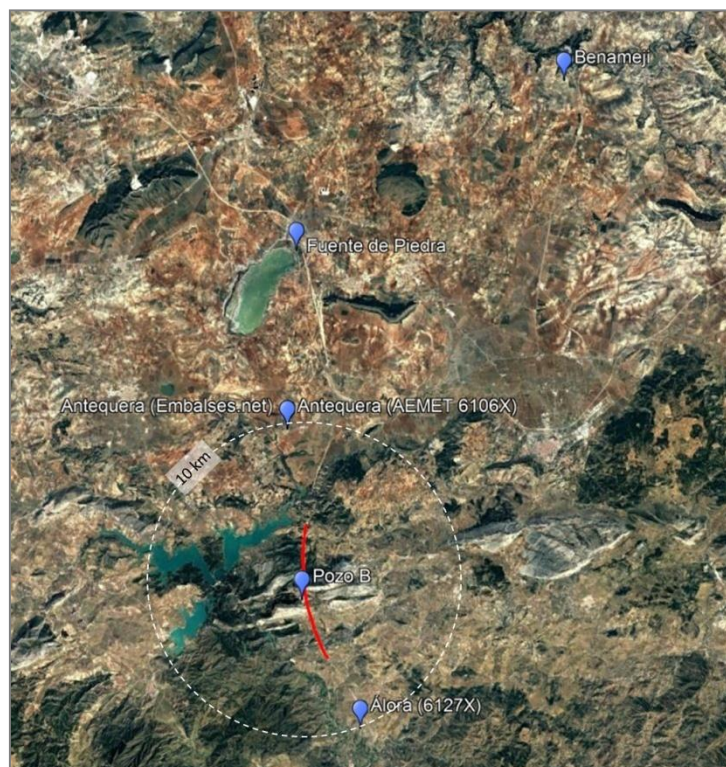


Figura 13. Estaciones meteorológicas en el entorno del túnel

Como se puede visualizar en las gráficas de precipitaciones de las estaciones meteorológicas más cercanas al trazado:

- Los meses de marzo y diciembre del año 2022 se encuentran por encima de la media. Resulta espectacularmente llamativa la precipitación del mes de marzo de 2022 en todas las estaciones (máximo histórico en la estación de Antequera). En cambio del mes de diciembre de 2022 destaca por sus precipitaciones solo en la estación de Fuente de Piedra y Benamejí (Córdoba), no mostrando dato en Antequera.
- Se puede decir que destacan por las precipitaciones los meses de marzo, abril y diciembre, por lo que son meses en los que debe de observarse la respuesta de la instrumentación.
- En general, en lo que respecta al año 2023, los registros de las tres estaciones meteorológicas muestran un año escaso en cuanto al valor de las precipitaciones en las estaciones de Fuente la Piedra y de Antequera, siendo algo más lluvioso en los meses de mayo y junio del 2023 en la estación de Benamejí.

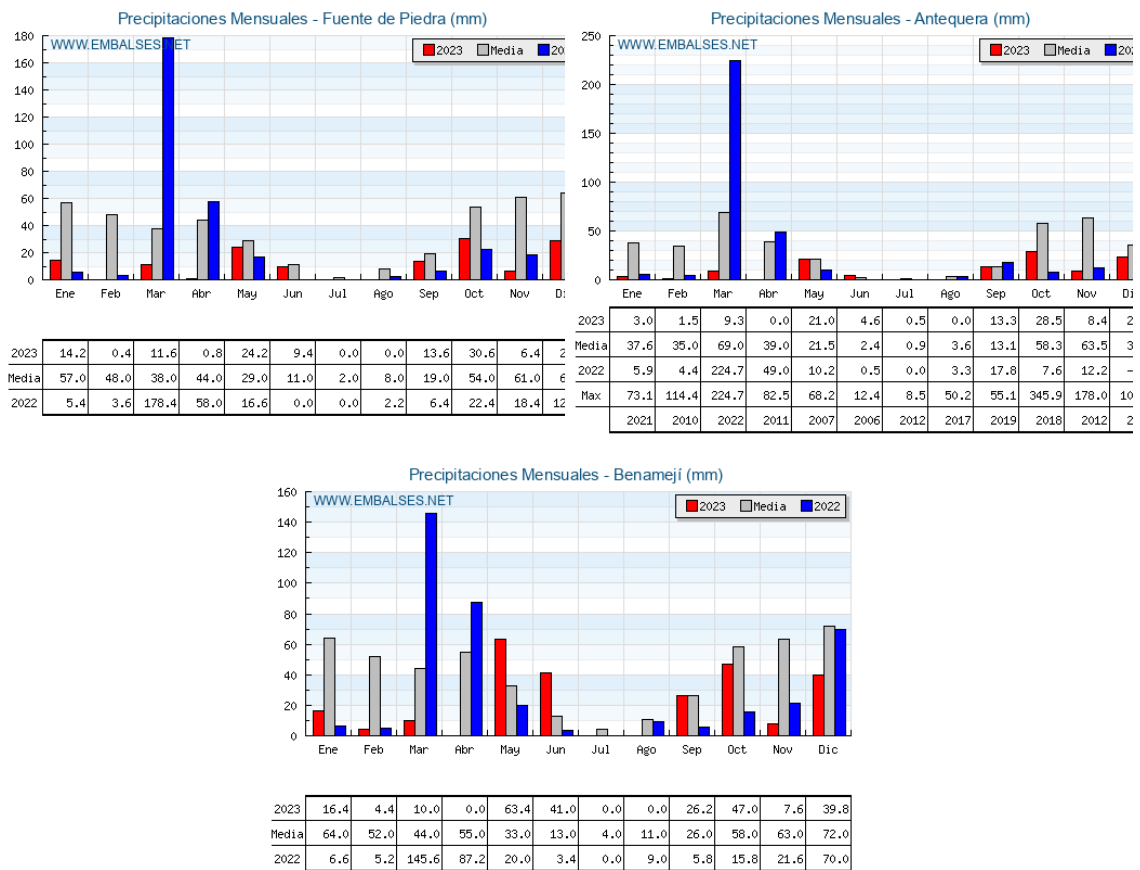


Figura 14. Registro de precipitaciones estaciones meteorológicas próximas al trazado.

Si se observan los datos mensuales obtenidos a partir de las series diarias de las dos estaciones de AEMET (Antequerá y Álora), se puede apreciar que el mes de marzo de 2022 ha sido un mes con un registro de importantes precipitaciones.

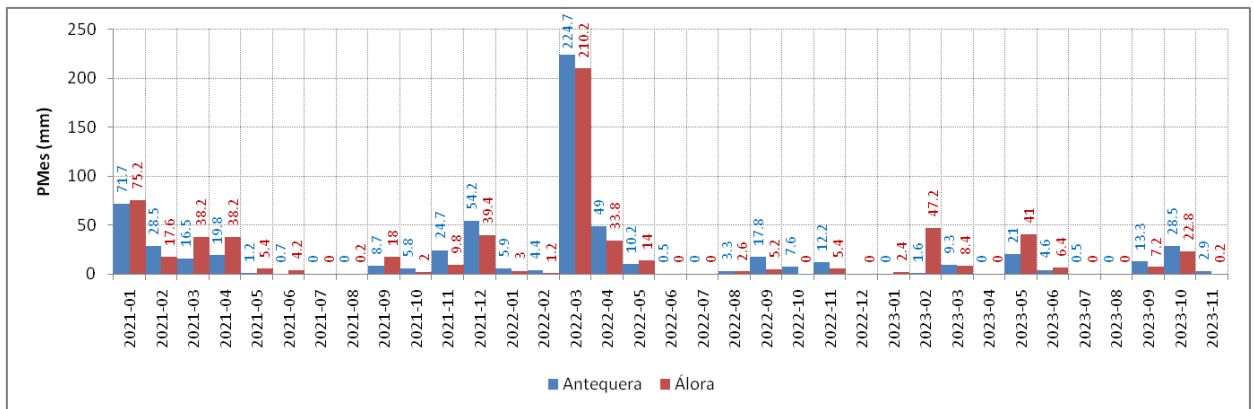


Figura 15. Pluviometría mensual de las estaciones AEMET de Álora y Antequera.

Si se observan en detalle las precipitaciones diarias, se puede ver que la distribución de las mismas ha tenido lugar en un periodo amplio, concentrándose especialmente entre el 11 de marzo y el 25 de marzo.

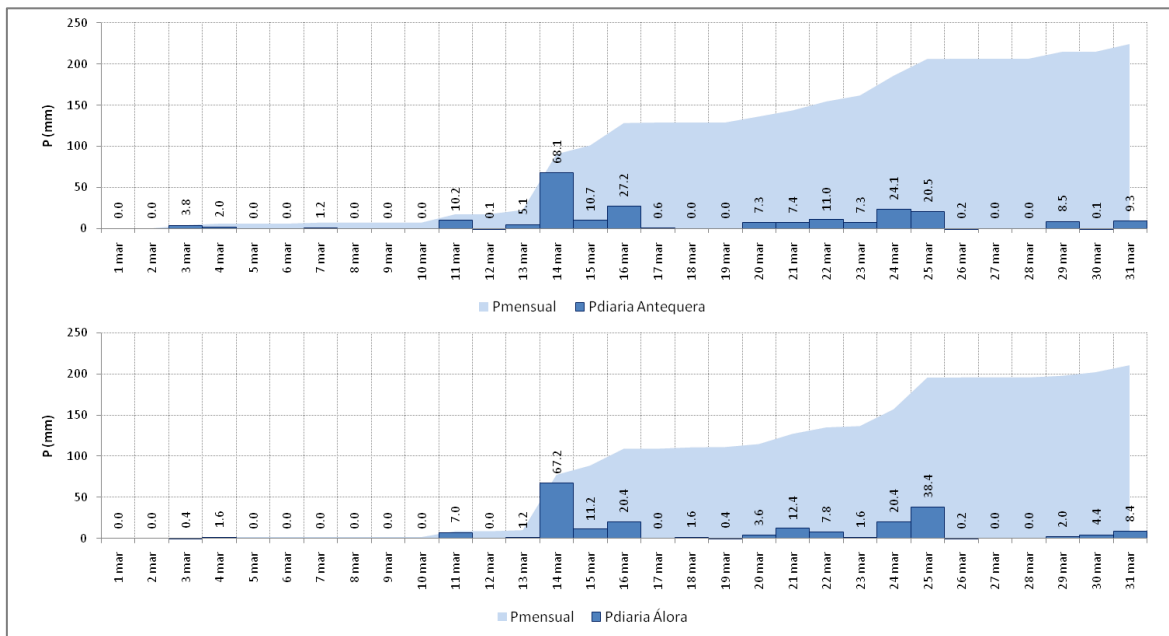


Figura 16. Comparativa entre las precipitaciones diarias registradas en Antequera y Álora en marzo de 2022

En la siguiente tabla se resumen los registros de las estaciones meteorológicas próximas a la traza.

Estación meteorológica		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Observaciones
Fuente de Piedra	2023	14.2	0.4	11.6	0.8	24.2	9.4	0.0	0.0	13.6	30.6	6.4	29.2	
	Media	57.0	48.0	38.0	44.0	29.0	11.0	2.0	8.0	19.0	54.0	61.0	64.0	
	2022	5.4	3.6	<u>178.4</u>	<u>58.0</u>	16.6	0.0	0.0	2.2	6.4	22.4	18.4	122.0	
	Media	57.0	48.0	38.0	44.0	29.0	11.0	2.0	8.0	19.0	54.0	61.0	64.0	
	2021	66.0	26.4	11.2	30.6	1.2	1.6	0.0	0.0	85.0	8.6	32.2	56.0	
Antequera	2023	3.0	1.5	9.3	0.0	21.0	4.6	0.5	0.0	13.3	28.5	8.4	23.1	
	Media	37.5	35.0	<u>69.0</u>	39.0	21.5	2.4	0.9	3.6	13.1	58.3	63.5	35.8	
	2022	5.9	4.4	<u>224.7</u>	49.0	10.2	0.5	0.0	3.3	17.8	7.6	12.2	SD	Máximo histórico
	Media	40.8	37.2	57.8	38.1	22.5	2.6	1.0	3.6	12.7	62.2	66.9	35.8	
	2021	73.1	27.7	15.9	22.4	1.2	0.7	0.0	0.0	13.5	5.8	24.7	54.2	
Benameji	2023	16.4	4.4	10.0	0.0	63.4	41.0	0.0	0.0	26.2	58.0	63.0	72.0	
	Media	64.0	52.0	<u>44.0</u>	<u>55.0</u>	33.0	13.0	4.0	11.0	26.0	58.0	63.0	72.0	
	2022	6.6	5.2	<u>145.6</u>	<u>87.2</u>	20.0	3.4	0.0	9.0	5.8	15.8	21.6	72.0	
	Media	64.0	52.0	44.0	55.0	33.0	13.0	4.0	11.0	26.0	58.0	63.0	72.0	
	2021	64.6	28.2	19.6	63.0	27.4	30.4	0.0	0.0	48.0	6.2	20.6	48.8	

Tabla 1. Tabla resumen de precipitaciones – sólo meses más lluviosos (en amarillo mes incompleto).

Del análisis de los datos de precipitación y de los registros de los piezómetros, se corrobora, a priori, una relación directa y clara entre los registros de los piezómetros, y por lo tanto de la respuesta de los distintos acuíferos del túnel, los caudalímetros, y los registros de las precipitaciones de las estaciones meteorológicas próximas al trazado, especialmente durante los meses de marzo, abril y mayo, y en menor medida en diciembre del 2022 y junio 2023. En la siguiente figura se muestra una clara influencia de las tormentas en piezómetros de trasdós de la bóveda 8 (especialmente llamativa la citada tormenta de marzo de 2022).

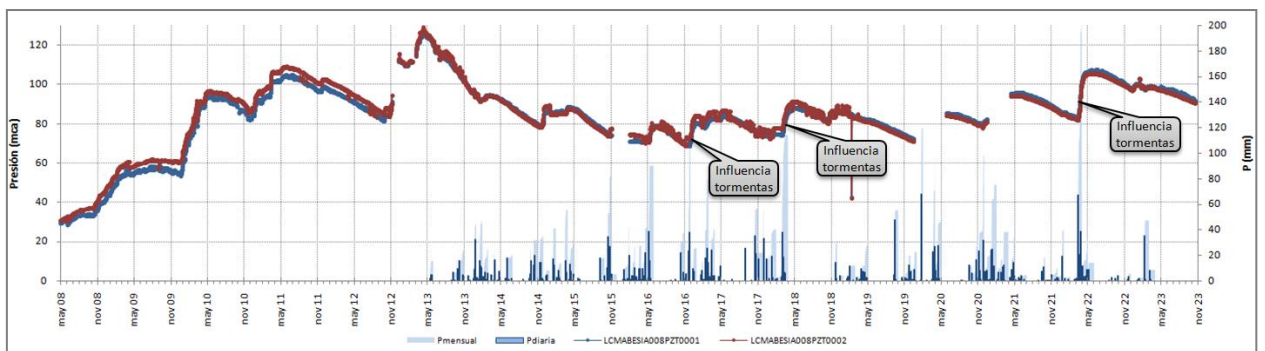


Figura 17. Influencia de tormentas en la evolución de la presión en el trasdós de la bóveda 8 (serie de 15 años).

Caudalímetros del túnel.

En las siguientes gráficas se pueden observar las variaciones de caudal registradas por los caudalímetros situados en la boca sur del túnel de Abdalajís, tanto para el túnel este como para el túnel oeste desde enero del 2022 a noviembre de 2023.

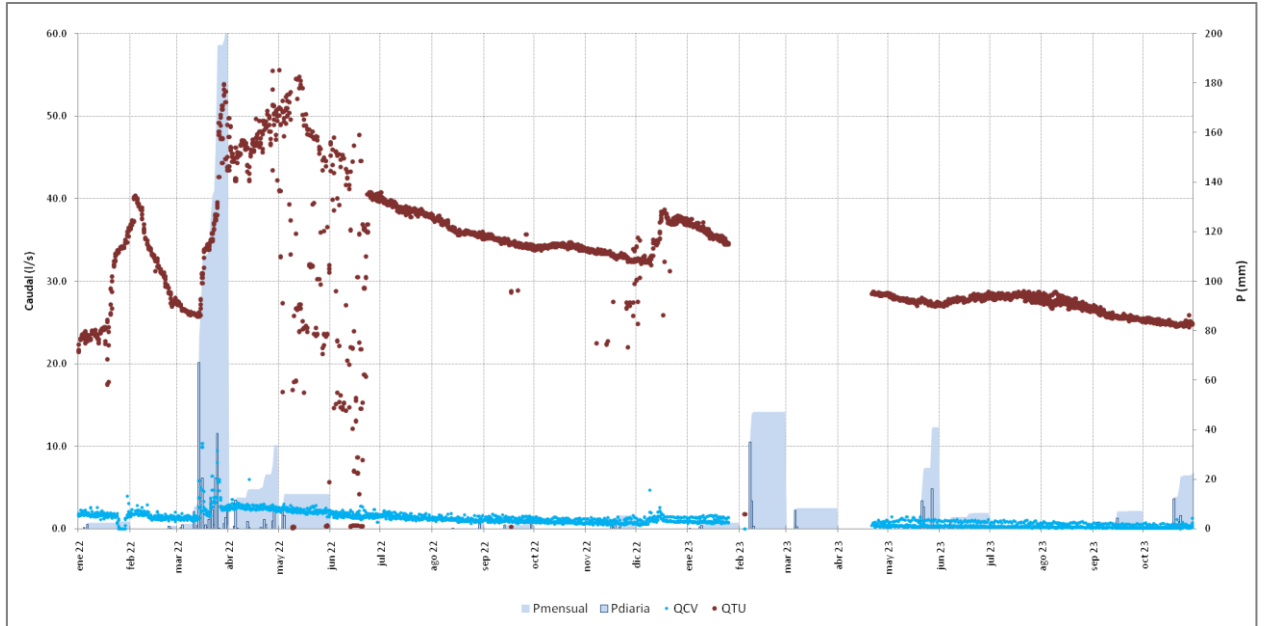


Figura 18. Evolución de los caudales de drenaje en la boca Sur, en el túnel Este (QTU) y el túnel oeste (QCV).

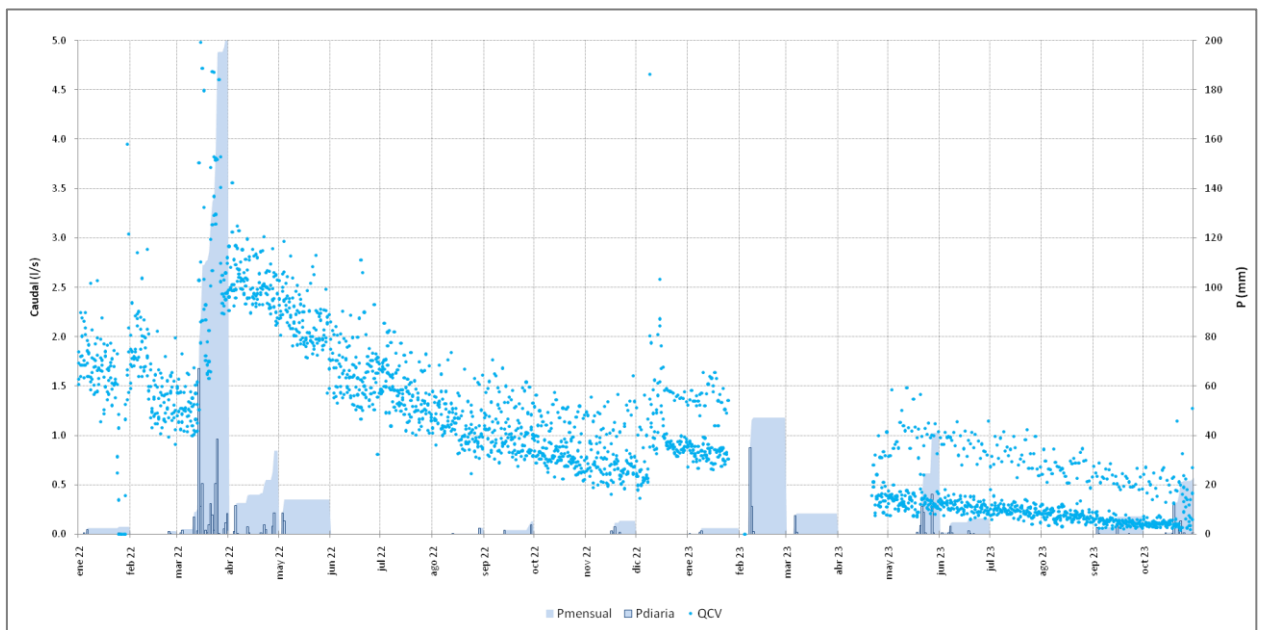


Figura 19. Detalle con escala ampliada de la evolución de los caudales de drenaje del túnel oeste (QCV).

La siguiente figura muestra las evoluciones a partir de los datos SALVAS, tal y como se adjuntan en el anejo correspondiente.

Caudales instantaneos Boca Sur

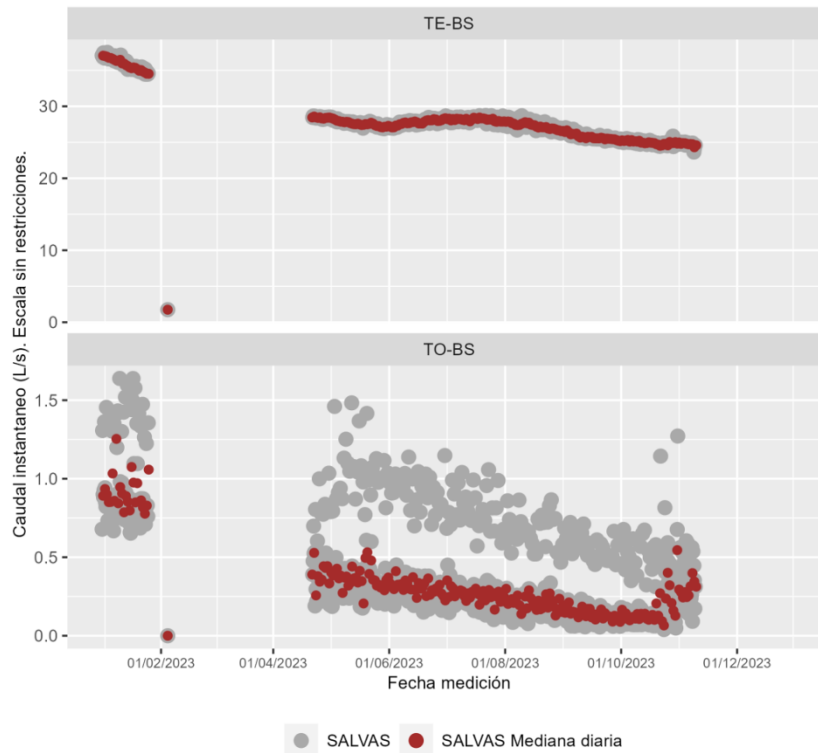


Figura 20. Detalle de la evolución de los caudalímetros con los datos SALVAS.

Túnel este:

- Los mayores caudales se han estado registrando en el túnel Este, con picos por encima de 55 l/s en abril y mayo de 2022. Se han registrado varios picos de caudal durante el año 2022, el primero de 40 l/s aprox. correspondiente al mes febrero, durante los meses de marzo, abril y mayo del 2022 se han alcanzado varias veces valores próximos a 55 l/s aprox.
- En el año 2023, el máximo caudal registrado fue en el mes de enero y ha sido de 37.49 l/s.
- Por otra parte, también cabe destacarse que última medición registrada en el mes de noviembre del 2023 fue de 24.76 l/s (9 nov 2023).
- Actualmente los valores registrados por el caudalímetro presentan valores por debajo de la mediana de 46.72 l/s, valor máximo registrado en abril del 2022 y presentan tendencia descendente.
- Los picos de caudal registrados parecen correlacionarse con los picos de presión registrados por los piezómetros del túnel oeste, TO-83 y del túnel Este TE-11.

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	NMAD	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TE-BS	2022-01	31/01/2022	124	23.98	1.78	17.48	23.06	33.29	36.48
TE-BS	2022-02	28/02/2022	112	33.14	5.09	26.94	30.62	36.86	40.29
TE-BS	2022-03	31/03/2022	123	30.38	6.47	25.73	26.31	37.18	53.85

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	NMAD	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TE-BS	2022-04	30/04/2022	119	46.72	2.04	42.08	45.43	48.38	55.48
TE-BS	2022-05	31/05/2022	123	40.92	14.89	0.06	24.82	49.43	55.53
TE-BS	2022-06	30/06/2022	119	39.71	8.12	0.26	17.46	40.96	47.72
TE-BS	2022-07	31/07/2022	123	38.69	0.68	37.63	38.33	39.27	40.73
TE-BS	2022-08	31/08/2022	121	35.98	0.64	35.09	35.71	37.03	37.95
TE-BS	2022-09	30/09/2022	119	34.62	0.64	0.21	34.26	35.11	35.64
TE-BS	2022-10	31/10/2022	124	34.19	0.21	33.71	34.03	34.30	34.68
TE-BS	2022-11	30/11/2022	120	33.30	0.49	21.96	32.86	33.52	33.95
TE-BS	2022-12	31/12/2022	124	36.36	2.36	24.78	32.62	37.30	38.62
TE-BS	2023-01	25/01/2023	98	35.87	1.05	34.46	35.18	36.57	37.49
TE-BS	2023-02	04/02/2023	1	1.75	0.00	1.75	1.75	1.75	1.75
TE-BS	2023-04	30/04/2023	37	28.40	0.09	28.19	28.37	28.50	28.64
TE-BS	2023-05	31/05/2023	124	27.57	0.37	26.89	27.37	27.84	28.50
TE-BS	2023-06	30/06/2023	120	27.74	0.35	26.94	27.53	28.02	28.66
TE-BS	2023-07	31/07/2023	124	28.17	0.30	27.33	27.96	28.36	28.72
TE-BS	2023-08	31/08/2023	124	27.27	0.55	26.27	26.91	27.69	28.69
TE-BS	2023-09	30/09/2023	120	25.66	0.30	25.05	25.47	25.94	27.03
TE-BS	2023-10	31/10/2023	124	24.94	0.24	24.41	24.80	25.15	25.85
TE-BS	2023-11	09/11/2023	33	24.76	0.11	23.65	24.70	24.85	25.04

Tabla 2. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel Este entre los años 2022 y 2023 (se remarcan en rojo series incompletas).

Túnel oeste:

- En el caso del caudalímetro situado en el túnel oeste, salvo algún caso excepcional, como puede ser los valores registrados en el mes de marzo, abril y diciembre del año 2022, con valores pico situados entre 4 y 10 l/sg, los valores registrados presentan valores por debajo de la mediana de 2.50 l/sg.

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	NMAD	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TO-BS	2022-01	31/01/2022	124	1.66	0.28	0.00	1.44	1.81	3.95
TO-BS	2022-02	28/02/2022	112	1.57	0.41	0.91	1.28	1.82	2.88
TO-BS	2022-03	31/03/2022	123	1.83	0.93	0.99	1.29	2.89	10.35
TO-BS	2022-04	30/04/2022	119	2.50	0.18	2.11	2.41	2.67	6.01
TO-BS	2022-05	31/05/2022	123	2.17	0.27	1.43	1.98	2.32	2.97
TO-BS	2022-06	30/06/2022	119	1.64	0.26	0.81	1.43	1.79	2.78
TO-BS	2022-07	31/07/2022	123	1.42	0.26	1.01	1.25	1.62	2.14
TO-BS	2022-08	31/08/2022	121	1.10	0.20	0.61	0.98	1.27	1.84

Bóveda	Mes	Últ. medida	Nº medidas	Mediana	NMAD	Min (l/s)	Q25 (l/s)	Q75 (l/s)	Max (l/s)
TO-BS	2022-09	30/09/2022	119	1.02	0.25	0.69	0.89	1.22	1.76
TO-BS	2022-10	31/10/2022	124	0.82	0.17	0.54	0.74	1.00	1.44
TO-BS	2022-11	30/11/2022	120	0.71	0.16	0.41	0.63	0.93	1.60
TO-BS	2022-12	31/12/2022	124	0.94	0.32	0.36	0.84	1.32	4.66
TO-BS	2023-01	25/01/2023	98	0.86	0.15	0.65	0.80	1.30	1.64
TO-BS	2023-02	04/02/2023	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TO-BS	2023-04	30/04/2023	37	0.39	0.15	0.19	0.32	0.53	1.03
TO-BS	2023-05	31/05/2023	124	0.36	0.12	0.18	0.30	0.78	1.48
TO-BS	2023-06	30/06/2023	120	0.31	0.10	0.15	0.25	0.51	1.15
TO-BS	2023-07	31/07/2023	124	0.26	0.08	0.10	0.21	0.48	1.06
TO-BS	2023-08	31/08/2023	124	0.21	0.08	0.08	0.16	0.37	0.87
TO-BS	2023-09	30/09/2023	120	0.14	0.06	0.06	0.11	0.29	0.72
TO-BS	2023-10	31/10/2023	124	0.13	0.08	0.04	0.10	0.38	1.27
TO-BS	2023-11	09/11/2023	33	0.30	0.18	0.09	0.19	0.45	0.60

Tabla 3. Tabla resumen mensual del caudalímetro del túnel oeste entre los años 2022 y 2023 (se remarcan en rojo series incompletas).

Tal y como se puede ver en las tablas resumen, existen lagunas de datos entre los meses de febrero y abril de 2023.