E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE MASTER

Modelización de las filtraciones en la presa de San Bartolomé (Zaragoza)

Modelling of water seepages in San Bartolome's Dam (Zaragoza)

Autor: Luis Manuel Peralta Ginés

Director: Miguel Ángel Toledo y Carlos Castro

Curso: 2016/2017

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

MEMORIA Y ANEJOS

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

MEMORIA

Modelización de las filtraciones en la presa de San Bartolomé (Zaragoza)

Autor: Luis Manuel Peralta Ginés

Director: Miguel Ángel Toledo y Carlos Castro

Curso: 2016/2017

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN 1

2. ABSTRACT 2

3. OBJETIVOS DEL TFM 3

4. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO 4

5. PRESA DE SAN BARTOLOMÉ 5

5.1. INTRODUCCIÓN 5

5.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA 8

5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA PRESA 12

5.3.1. Cuerpo de presa 12

5.3.2. Aliviadero 12

5.3.3. Desagüe de fondo 14

5.3.4. Torre de toma de agua 15

5.3.5. Auscultación 17

6. AUSCULTACIÓN DE LA PRESA SAN BARTOLOMÉ 18

6.1. ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN PRESENTES EN LA PRESA 18

6.2. RESULTADOS DE LA AUSCULTACIÓN 19

7. CAMPAÑA DE MODELACIÓN NUMÉRICA 24

7.1. FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA SEEP/W 25

7.1.1. Vista DEFINICIÓN 25

7.1.2. Análisis SOLVE 26

7.1.3. Vista RESULTADOS 27

7.2. HIPÓTESIS ADOPTADAS 27

8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN 29

8.1. INTRODUCCIÓN 29

8.2. MODELOS SECCIÓN S-15 32

8.3. MODELOS SECCIÓN S-22 74

8.4. MODELOS SECCIÓN S-27 96

8.5. MODELOS SECCIÓN S-29 126

8.6. RESULTADOS 150

8.7. VALIDACIÓN DE LOS MODELOS 160

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 186

10. CONCLUSIONES 195

11. BIBLIOGRAFÍA 201

ANEJO Nº1: Datos de auscultación Confederación Hidrográfica del Ebro

ANEJO Nº2: Planos

ANEJO Nº3: Resultados de las modelizaciones

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 12. Ubicación Presa de San Bartolomé 5

Ilustración 13. Sección aliviadero actual Ilustración 14. Encofrado construcción aliviadero 13

Ilustración 15. Salida canal aliviadero 13

Ilustración 16. Aliviadero finalizado 13

Ilustración 17. Desagüe de fondo Ilustración 18. Desagüe de fondo construcción 14

Ilustración 19. Cámara de válvulas y salida desagüe 15

Ilustración 20. Plano torre de toma Ilustración 21. Detalle tubería torre de toma.....16

Ilustración 22. Construcción zanja torre de toma 16

Ilustración 23. Detalle desagüe de fondo y toma de agua 16

Ilustración 30: S-15 Modelo inicial 15.0 32

Ilustración 31: S-15 Modelo inicial 15.0 Resultados 32

Ilustración 32: S-15 Modelo 15.1 34

Ilustración 33: S-15 Modelo 15.1 Resultados.....34

Ilustración 34: S-15 Modelo 15.2 36

Ilustración 35: S-15 Modelo 15.2 Resultados.....36

Ilustración 36: S-15 Modelo 15.3 38

Ilustración 37: S-15 Modelo 15.3 Resultados.....38

Ilustración 38: S-15 Modelo 15.4 40

Ilustración 39: S-15 Modelo 15.4 Resultados.....40

Ilustración 40: S-15 Modelo 15.5 42

Ilustración 41: S-15 Modelo 15.5 Resultados.....42

ÍNDICES

Ilustración 42: S-15 Modelo 15.6 44
Ilustración 43: S-15 Modelo 15.6 Resultados 44
Ilustración 44: S-15 Modelo 15.7 46
Ilustración 45: S-15 Modelo 15.7 Resultados 46
Ilustración 46: S-15 Modelo 15.8 48
Ilustración 47: S-15 Modelo 15.8 Resultados 48
Ilustración 48: S-15 Modelo 15.9 50
Ilustración 49: S-15 Modelo 15.9 Resultados 50
Ilustración 50: S-15 Modelo 15.10 52
Ilustración 51: S-15 Modelo 15.10 Resultados 52
Ilustración 52: S-15 Modelo 15.11 54
Ilustración 53: S-15 Modelo 15.11 Resultados 54
Ilustración 54: S-15 Modelo 15.12 56
Ilustración 55: S-15 Modelo 15.12 Resultados 56
Ilustración 56: S-15 Modelo 15.3 58
Ilustración 57: S-15 Modelo 15.3 Resultados 58
Ilustración 58: S-15 Modelo 15.14 60
Ilustración 59: S-15 Modelo 15.14 Resultados 60
Ilustración 60: S-15 Modelo 15.15 62
Ilustración 61: S-15 Modelo 15.15 Resultados 62
Ilustración 62: S-15 Modelo 15.16 64
Ilustración 63: S-15 Modelo 15.16 Resultados 64
Ilustración 64: S-15 Modelo 15.17 66
Ilustración 65: S-15 Modelo 15.17 Resultados 66
Ilustración 66: S-15 Modelo 15.18 68
Ilustración 67: S-15 Modelo 15.18 Resultados 68
Ilustración 68: S-15 Modelo 15.19 70

Ilustración 69: S-15 Modelo 15.19 Resultados 70

Ilustración 70: S-15 Modelo 15.20 72

Ilustración 71: S-15 Modelo 15.20 Resultados 72

Ilustración 72: S-22 Modelo Inicial 22.0 74

Ilustración 73: S-22 Modelo Inicial 22.0 Resultados 74

Ilustración 74: S-22 Modelo 22.1 76

Ilustración 75: S-22 Modelo 22.1 Resultados 76

Ilustración 76: S-22 Modelo 22.2 78

Ilustración 77: S-22 Modelo 22.2 Resultados 78

Ilustración 78: S-22 Modelo 22.3 80

Ilustración 79: S-22 Modelo 22.3 Resultados 80

Ilustración 80: S-22 Modelo 22.4 82

Ilustración 81: S-22 Modelo 22.4 82

Ilustración 82: S-22 Modelo 22.5 84

Ilustración 83: S-22 Modelo 22.5 Resultados 84

Ilustración 84: S-22 Modelo 22.6 86

Ilustración 85: S-22 Modelo 22.6 Resultados 86

Ilustración 86: S-22 Modelo 22.7 88

Ilustración 87: S-22 Modelo 22.7 Resultados 88

Ilustración 88: S-22 Modelo 22.8 90

Ilustración 89: S-22 Modelo 22.8 Resultados 90

Ilustración 90: S-22 Modelo 22.9 92

Ilustración 91: S-22 Modelo 22.9 Resultados 92

Ilustración 92: S-22 Modelo 22.10 94

Ilustración 93: S-22 Modelo 22.10 Resultados 94

Ilustración 94: S-27 Modelo Inicial 27.0 96

Ilustración 95: S-27 Modelo Inicial 27.0 Resultados 96

ÍNDICES

Ilustración 96: S-27 Modelo 27.1 98
Ilustración 97: S-27 Modelo 27.1 Resultados 98
Ilustración 98: S-27 Modelo 27.2 100
Ilustración 99: S-27 Modelo 27.2 Resultados 100
Ilustración 100: S-27 Modelo 27.3 102
Ilustración 101: S-27 Modelo 27.3 Resultados 102
Ilustración 102: S-27 Modelo 27.4 104
Ilustración 103: S-27 Modelo 27.4 Resultados 104
Ilustración 104: S-27 Modelo 27.5 106
Ilustración 105: S-27 Modelo 27.5 Resultados 106
Ilustración 106: S-27 Modelo 27.6 108
Ilustración 107: S-27 Modelo 27.6 Resultados 108
Ilustración 108: S-27 Modelo 27.7 110
Ilustración 109: S-27 Modelo 27.7 Resultados 110
Ilustración 110: S-27 Modelo 27.8 112
Ilustración 111: S-27 Modelo 27.8 Resultados 112
Ilustración 112: S-27 Modelo 27.9 114
Ilustración 113: S-27 Modelo 27.9 Resultados 114
Ilustración 114: S-27 Modelo 27.10 116
Ilustración 115: S-27 Modelo 27.10 Resultados 116
Ilustración 116: S-27 Modelo 27.11 118
Ilustración 117: S-27 Modelo 27.11 Resultados 118
Ilustración 118: S-27 Modelo 27.12 120
Ilustración 119: S-27 Modelo 27.12 Resultados 120
Ilustración 120: S-27 Modelo 27.13 122
Ilustración 121: S-27 Modelo 27.13 Resultados 122
Ilustración 122: S-27 Modelo 27.14 124

Ilustración 123: S-27 Modelo 27.14 Resultados 124

Ilustración 124: S-29 Modelo Inicial 29.0 126

Ilustración 125: S-29 Modelo Inicial 29.0 Resultados 126

Ilustración 126: S-29 Modelo 29.1 128

Ilustración 127: S-29 Modelo 29.1 Resultados 128

Ilustración 128: S-29 Modelo 29.2 130

Ilustración 129: S-29 Modelo 29.2 Resultados 130

Ilustración 130: S-29 Modelo 29.3 132

Ilustración 131: S-29 Modelo 29.3 Resultados 132

Ilustración 132: S-29 Modelo 29.4 134

Ilustración 133: S-29 Modelo 29.4 Resultados 134

Ilustración 134: S-29 Modelo 29.5 136

Ilustración 135: S-29 Modelo 29.5 Resultados 136

Ilustración 136: S-29 Modelo 29.6 138

Ilustración 137: S-29 Modelo 29.6 Resultados 138

Ilustración 138: S-29 Modelo 29.7 140

Ilustración 139: S-29 Modelo 29.7 Resultados 140

Ilustración 140: S-29 Modelo 29.8 142

Ilustración 141: S-29 Modelo 29.8 Resultados 142

Ilustración 142: S-29 Modelo 29.9 144

Ilustración 143: S-29 Modelo 29.9 Resultados 144

Ilustración 144: S-29 Modelo 29.10 146

Ilustración 145: S-29 Modelo 29.10 Resultados 146

Ilustración 146: S-29 Modelo 29.11 148

Ilustración 147: S-29 Modelo 29.11 Resultados 148

Ilustración 148: Sección S-15 Modelo definitivo 150

Ilustración 149: Sección S-22 Modelo definitivo Mayo 2012 152

Ilustración 150: Sección S-22 Modelo definitivo Marzo 2014 y Enero 2017.....152

Ilustración 151: Sección S-27 Modelo definitivo Mayo 2012 155

Ilustración 152: Sección S-27 Modelo definitivo Marzo 2014 155

Ilustración 153: Sección S-27 Modelo definitivo Enero 2017.....156

Ilustración 154: Sección S-29 Modelo definitivo Mayo 2012 158

Ilustración 155: Sección S-29 Modelo definitivo Marzo 2014 158

Ilustración 156: Sección S-29 Modelo definitivo Enero 2017.....159

Ilustración 157: Resultados validación 15.1 161

Ilustración 158: Resultados validación 15.2 163

Ilustración 159: Resultados validación 15.3 164

Ilustración 160: Resultados validación 22.1 sin capa 167

Ilustración 161: Resultados validación 22.1 con capa 169

Ilustración 162: Resultados validación 22.2 171

Ilustración 163: Resultados validación 27.1 modelo 2012 174

Ilustración 164: Resultados validación 27.1 modelo 2014 175

Ilustración 165: Resultados validación 27.2 modelo de 2014.....176

Ilustración 166: Resultados validación 27.2 modelo de 2017.....177

Ilustración 167: Resultados validación 27.3 modelo de 2014.....178

Ilustración 168: Resultados validación 27.3 modelo de 2017.....179

Ilustración 169: Resultados validación 29.1 modelo de 2012.....180

Ilustración 170: Resultados validación 29.1 modelo de 2014.....181

Ilustración 171: Resultados validación 29.2 modelo de 2014.....182

Ilustración 172: Resultados validación 29.2 modelo de 2017.....183

Ilustración 173: Resultados validación 29.3 modelo de 2014.....184

Ilustración 174: Resultados validación 29.3 modelo de 2017.....185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características presa de San Bartolomé (Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro) 6

Tabla 2: Tanteo de permeabilidad de los materiales de la presa..... 7

Tabla 3: Sección S-15 Permeabilidades 150

Tabla 4: Sección S-15 Resultados Piezómetros 151

Tabla 5: Sección S-15 Resultados Aforo-1.....151

Tabla 6: Sección S-22 Permeabilidades 153

Tabla 7: Sección S-22 Resultados piezómetros 153

Tabla 8: Sección S-22 Resultados Aforo-2.....154

Tabla 9: Sección S-27 Permeabilidades 156

Tabla 10: Sección S-27 Resultados Piezómetros 157

Tabla 11: Sección S-27 Resultados Aforo-3.....157

Tabla 12: Sección S-29 Permeabilidades.....159

Tabla 13: Sección S-29 Resultados Piezómetros 159

Tabla 14: Resultados validación 15.1 160

Tabla 15: Resultados validación 15.2 162

Tabla 16: Resultados validación 15.3 164

Tabla 17: Resultados validación 22.1 sin capa 166

Tabla 18: Resultados validación 22.1 con capa 168

Tabla 19: Resultados validación 22.2 170

Tabla 20: Resultados validación 22.3 172

Tabla 21: Resultados validación 22.3 173

Tabla 22: Resultados validación 27.1 174

Tabla 23: Resultados validación 27.2 176

Tabla 24: Resultados validación 27.3 178

Tabla 25: Resultados validación 29.1 180

Tabla 26: Resultados validación 29.2 182

Tabla 27: Resultados validación 29.3 184

1. RESUMEN

El mantenimiento y la seguridad de las presas han sido, y son, uno de los principales factores en este ámbito. Los importantes avances y la experiencia que éstos han proporcionado, ha conseguido aumentar la fiabilidad de las presas.

El control de las filtraciones en presas de materiales sueltos es un trabajo de prevención para garantizar la seguridad de la presa. El sifonamiento o la erosión interna son algunos de los problemas de las filtraciones y que, en el peor de los casos, podría dar lugar a la rotura de la presa con el consiguiente desbordamiento del curso de agua y el riesgo que supone.

La presa de San Bartolomé es una presa de materiales sueltos con más de 100 años de vida útil y en la que se han realizado diversas actuaciones desde su construcción. Por este motivo, existe la incertidumbre en cuanto la geometría de los materiales en el interior de la presa y sus características de permeabilidad.

Un correcto análisis y estudio de las filtraciones en las presas garantiza su seguridad. El análisis se realiza principalmente con métodos numéricos y el uso de software para su resolución. En este caso se utilizó el programa SEEP/W de Geo-Slope, el cual trabaja en formato bidimensional y es capaz de modelar secciones de presas para conocer las presiones, filtraciones, geometría, permeabilidad, etc.

Gracias a la Confederación Hidrográfica del Ebro y los datos facilitados de auscultación y documentación de la presa de estudio, al uso del software de Geo-Slope, y a mi experiencia con este programa tras haber trabajado con él en la Confederación, se abordó el problema de estudiar y analizar las filtraciones en el interior de la presa de cada una de las cuatro secciones que existen, con el objeto de documentar los materiales de una presa de la que existen muy pocos datos; además de corroborar el correcto funcionamiento de los elementos de auscultación para que sean de utilidad en un presente y futuro en la Confederación.

Finalmente, se descartó el problema de modelar una sección ficticia porque como se aprecia en los resultados, cada una de las cuatro secciones tiene características propias, no siendo 100% iguales entre ellas en ningún caso.

2. ABSTRACT

Dams' maintenance and security have been, and actually are, one of the main cornerstones in this scope. Relevant developments and experience have increased dams' fiability.

Seepages' control in embankment dams is a prevention work to guarantee the reservoir's security. Bottom heave or piping are some of the problems of seepages and, in the worst case scenario, could lead to the reservoir's breaking and as a consequence, the overflow of the water course with the risk it takes.

San Bartolomé's dam is an embankment dam with over 100 years of lifespan and where some repairs works have been made since its construction. Because of this, there is some uncertainty about the materials geometry inside the dam and their permeability qualities.

A proper assessment and study of dams' seepages guarantees their safety. This assessment is mainly made with numerical methods and software tools. In this case, it was used SEEP/W of Geo-slope which works in a bidimensional format and allows to model different parts and sections of the dams in order to know pressures, seepages, geometries, permeability, etc.

Thanks to "Confederación Hidrográfica del Ebro" and all the auscultation data and information of this dam, the use of Geo slope and my experience working with it in the "Confederación", a study of inner seepages in the four sections of the dam was carried out, in order to give documentary evidence of the materials inside this dam, which nowadays counts with few information. Besides, the proper functioning of the auscultation elements has been corroborated to make sure they will be useful in a near future in the "Confederación".

Eventually, the problem of modelling a fictious section was discard because as the final results show, every single one of the sections has it's own features, which means that none of them are 100% identical.

3. OBJETIVOS DEL TFM

Los objetivos del presente Trabajo Fin de Master denominado "Elaboración de un modelo de base física de las filtraciones en la presa de San Bartolomé" son:

- Análisis de los resultados de auscultación que se han producido a lo largo de los últimos años en el cuerpo de presa, a partir de la documentación suministrada por la Confederación Hidrográfica del Ebro por sus sistemas de auscultación.
  Estos elementos son los 24 piezómetros de cuerda vibrante colocados a lo largo de todo el cuerpo de presa (6 por sección), así como los relativos a los caudales en los 3 medidores de aforos situados fuera del cuerpo de la presa en la margen derecha, zona central y margen izquierda.

- Elaboración a partir del software SEEP/W una serie de modelizaciones y calibraciones en donde se reflejen las filtraciones, presiones, y demás datos necesarios para determinar el perfecto modelo y obtener una situación en donde se reflejen los resultados que más se ajusten a lo que está sucediendo en el interior de la presa, tanto de geometría como de permeabilidad.
  Dichos modelos son validados con diferentes fechas y niveles de embalse a los modelos calibrados con el objetivo de verificar el modelo planteado en las calibraciones.

4. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO

Resumen, Introducción y Objetivos

Se pone en situación al lector sobre la justificación del proyecto y su ámbito, además de fijar los objetivos buscados con el trabajo.

Documentación de la Presa de San Bartolomé

Se expone la historia, se muestran elementos que conforman la presa de estudio, y se resumen y analizan sus elementos de auscultación.

Campaña de modelación numérica

Rápida explicación del programa SEEP/W - GEOSLOPE

Explicación y justificación de las hipótesis de la modelación numérica

Resultados de la modelación y validación de la misma.

Exposición de cada modelo planteado en cada una de las secciones de la presa y para diferentes niveles de embalse, aportando una breve conclusión individualizada.

Análisis de los resultados y conclusiones

Discusión de los resultados obtenidos de los modelos, y conclusiones obtenidas de dicho análisis

5. PRESA DE SAN BARTOLOMÉ

5.1. INTRODUCCIÓN

La presa de San Bartolomé, objeto de este Trabajo Fin de Máster, es una presa de materiales sueltos de tipología homogénea de gravas arcillosas construida sobre areniscas y margas del Terciario

Se encuentra localizada en el municipio de Ejea de los Caballeros, provincia de Zaragoza (Aragón), en su extremo noroeste, cercano a Huesca y a Navarra.

Pertenece a la Confederación Hidrográfica del Ebro y se encuentra dentro de la cuenca del río Arba de Lueste.

Ilustración 1. Ubicación Presa de San Bartolomé

Sus características son:

Datos hidrológicos	
Superficie de la cuenca hidrográfica	17 km^2
Precipitación media anual	468 mm
Caudal punta de avenida de proyecto	53,4 m^3/s

Datos del embalse	
Superficie del embalse a NMN	109 Ha
Capacidad a NMN	4,84 Hm^3
Cota del NMN	415,75 m
Datos de la presa	
Cota de coronación	417 m
Altura desde cimientos	18 m
Longitud coronación	380 m
Cota de cimentación	399 m
Cota del cauce en la presa	405 m
Talud paramentos	2,5H:1V
Volumen del cuerpo de presa aproximado	90.000 m^3
Datos del aliviadero	
Unidades	1
Capacidad	22 m^3/s
Datos del desagüe	
Unidades	1
Capacidad	2,390 m^3/s

Tabla 1. Características presa de San Bartolomé (Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro)

Respecto a los materiales que constituyen la presa, no se conocen datos de permeabilidad exactos ni exactitud en el material que la compone, ya que la fecha de construcción data de hace más de 100 años.

Sin embargo, las características de la presa son similares a otras presas estudiadas en la Confederación Hidrográfica, y pueden deducirse algunos valores de permeabilidad.

Dicho lo cual, y basándose en datos y experiencia, pueden definirse las siguientes permeabilidades de partida, estando, a priori, el valor definitivo entre el rango mostrado a continuación:

MATERIAL	**PERMEABILIDAD (m/s)**
Hormigón	1×10^{-5} / 1×10^{-7}
Arcilla del núcleo original	1×10^{-7} / 1×10^{-9}
Arcilla del núcleo recrecido	1×10^{-7} / 1×10^{-9}
Material seleccionado paramento aguas abajo	1×10^{-3} / 1×10^{-5}
Gravas paramento aguas abajo	1×10^{-3} / 1×10^{-5}
Material dren chimenea	1×10^{-4} / 1×10^{-7}
Material drenante “2”	1×10^{-3} / 1×10^{-5}
Terreno	1×10^{-5} / 1×10^{-9}

Tabla 2: Tanteo de permeabilidad de los materiales de la presa

Ver en “Anejo nº2 Planos”, los correspondientes a la planta general de la presa (Plano nº1) y a su sección tipo (Plano nº2)

5.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En este apartado se va a repasar la evolución, modificaciones y problemas que ha sufrido esta presa a lo largo de su historia, desde el primer proyecto de construcción hasta la fecha actual. Esto ayudará a comprender, posteriormente, la complejidad y disposición de los materiales en el interior del cuerpo de presa.

- **1872 – "Proyecto del pantano de San Bartolomé"**
  - Fecha del primer proyecto del embalse
  - Los regantes de la zona exigían un almacenamiento de agua para satisfacer los dos riegos anuales en sus plantaciones de cereal.
  - La fuente de aportación al embalse provendría de una ampliación de la acequia saliente del río Arba, que utilizaban los regantes para esos campos

- **1876 – "Proyecto ampliado del pantano de San Bartolomé"**

- **1896 – "Proyecto de acequia de alimentación y recrecimiento del dique del pantano de San Bartolomé"**

- **1908**
  - Finalización de las obras de la primera presa

- **1940 - "Proyecto de las obras de reparación y recrecimiento del dique"**

    - El recrecimiento se sitúa sobre parte del dique antiguo, y al excavar la zona superpuesta apareció el problema de que ese material retirado estaba casi completamente empapado por el agua del embalse, además de tener muy poca consistencia
    - Se proyectó una pantalla vertical filtrante en el centro de la presa, pero por el temor de que la presa antigua afectara a esta parte, se decidió trasladar esa pantalla hacia aguas abajo.
    - Construcción de dos zanjas en la zona de aguas abajo para evacuación de los drenajes del pie de presa. Una de ellas se excavó completamente en fango debido a las filtraciones.
    - Construcción de una nueva toma de agua, con una galería y en forma de codo a la salida, en donde el agua impactaba sobre un colchón para evitar remolinos en el canal de riego.
    - Construcción de un canal de descarga tras el aliviadero existente
    - También se proyectaron otras actuaciones no relevantes para este TFM, como caminos de servicio, en la zona de captación de agua del río, etc.

- **1953 - "Proyecto de reparación de la avería producida"**

  - Aparece un socavón en forma de embudo en la parte de coronación y paramento de aguas abajo en la zona de la margen izquierda, bajo el cuerpo de la presa antigua, de un volumen de 4 m^3
  - El socavón se produjo en el terreno (de areniscas y arcillas) y no en el cuerpo de presa como se creía en un primer momento.
  - Posteriormente de la aparición del primero, se produjo otro socavón en el contacto de la presa nueva con la pantalla filtrante, aproximadamente en la mitad izquierda de la presa, pero esta vez con unas dimensiones de 40 m^3
  - Se pensó que el filtro dejo de ser permeable (y más con un espesor de 50cm) y por eso se produjeron las grietas o el arrastre de material dentro de esa franja.
  - El relleno de las oquedades se hizo con una cama de hormigón de 2m, coincidiendo con las areniscas afectadas, y el resto con las gravas y arcillas que constituían el cuerpo de la presa.
  - Como datos geotécnicos relevantes indicados en el PPTP, este proyecto detalla lo siguiente:
    - Tierras para el dique: Contendrán como mínimo un 90% de arcilla pura
    - Terraplén en presa: Proporción 50-50 de tierra arcillosa (con 90% de arcilla pura) y gravas calizas (con menos de 20% de contenido de arcilla y arena)

- **2001 – "Proyecto de reparación de la presa de San Bartolomé"**

  - Con embalse lleno, se produce un socavón junto al camino de coronación en la zona del estribo izquierdo, muy cerca de donde se produjo el socavón de los años 50.
  - Dicho socavón tenía forma troncocónica, 1 m de diámetro y un volumen aproximado de 15 m^3. Se solventó vertiendo 26 m^3 de mortero de cemento y arena muy fluido.
  - Al vaciar el embalse, se observó que aguas arriba y también en el estribo izquierdo, apareció otro socavón; rellenado también con lechada de cemento
  - La causa que produce los socavones es el sifonamiento (arrastres de materiales finos e incluso gruesos con un gradiente hidráulico apropiado). Los materiales migran a favor de alguna de las diaclasas muy abiertas en las areniscas. Según los estudios geotécnicos realizados, algunas diaclasas están abiertas hasta 15 cm, encontrándose cantos de hasta 8 cm de diámetro. (Se realizaron zanjas en las inmediaciones de los socavones para extraer conclusiones)
  - Además de por las diaclasas, puede pensarse que la migración pueda producirse a favor de la pantalla de drenaje vertical.
  - En este proyecto se plantean los siguientes trabajos de reparación y acondicionamiento en la presa:
    - Impermeabilización de las filtraciones con inyecciones
    - Nuevo aliviadero de superficie
    - Acondicionamiento del canal de descarga del aliviadero
    - Reparación y acondicionamiento de las cámaras y de la galería del desagüe de fondo y renovación de las válvulas
    - Elementos de auscultación (Piezómetros, puntos fijos de nivelación y colimación, y aforadores triangulares)

- **2002 – 2008**

  - Construcción de las actuaciones planteadas anteriormente
  - Ejecución de ensayos de permeabilidad

5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA PRESA

A continuación se detallan las características de los diferentes elementos y construcciones relativas a la presa, así como documentación fotográfica para entender mejor la situación:

5.3.1. Cuerpo de presa

En cuanto al cuerpo de la presa, ya se han comentado características en el apartado 6.1 y 6.2. Además, en los apartados 8 y 10 se van a mostrar las secciones que, tras toda la información histórica y de planos, se considera la óptima, así como la permeabilidad y tipo de material.

5.3.2. Aliviadero

La solución que se consideró óptima para sustituir al aliviadero original, fue un aliviadero de labio fijo con vertido tipo Creager desarrollado en "pico de pato".

Para conseguir la longitud necesaria para desaguar un caudal de 21,90m^3/s con una lámina de 50 cm sobre el labio del vertedero, son necesarios 30 metros lineales netos.

Lo relacionado al canal de descarga, se hizo un desbroce y limpieza del actual que estaba construido sobre la tierra del paramento de aguas abajo. Tiene una longitud de 226,30 metros, con una solera de 3 metros y cajeros de 50 cm de altura, suficiente para evitar el crecimiento de maleza y su mantenimiento en el adecuado estado de funcionamiento.

La cota de la lámina de agua se fija en 416,25 m, mientras que la cota del vertedero está a 415,75 m.

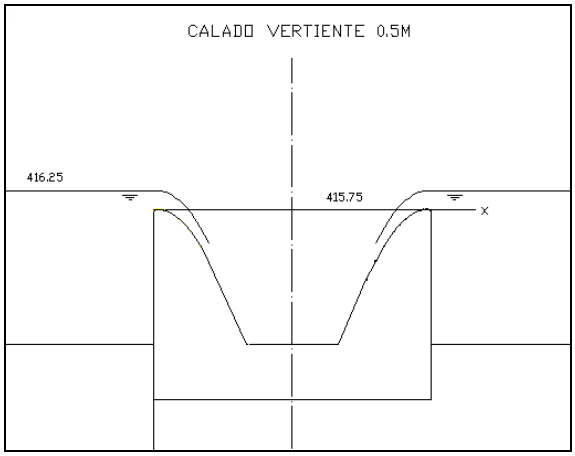


Ilustración 2. Sección aliviadero actual

Ilustración 3. Encofrado construcción aliviadero

Ilustración 4. Salida canal aliviadero

Ilustración 5. Aliviadero finalizado

5.3.3. Desagüe de fondo

- El desagüe de fondo se sitúa en el centro de la presa con unos escalones desde la coronación que descienden hasta la parte superior del desagüe
- Tubería de desagüe DN600 de fundición
- 2 válvulas compuerta Borja DN600 PN10
- La entrada de agua por la tubería está limitado por unas aletas de hormigón de 6 m de longitud, de tal modo que se proteja la entrada de la tubería de elementos de gran tamaño. Además existe una rejilla a la entrada de la tubería con abertura de 8x8 cm para evitar la entrada de elementos que obstruyan la tubería. (No fotografiado)
- El uso principal, además del uso principal de desaguar cuando sea necesario, es suministrar agua para riego

Ilustración 6. Desagüe de fondo

Ilustración 7. Desagüe de fondo construcción

Ilustración 8. Cámara de válvulas y salida desagüe

5.3.4. Torre de toma de agua

La torre de toma de agua, de nueva construcción tras ver que las ejecutadas en el siglo anterior se limitaban por estar próximas al fondo del embalse y deteriorarse, está situada en la parte izquierda de la presa y apoyada sobre terreno del embalse y no sobre el cuerpo de la presa.

La composición de la estructura es, en primer lugar, de un tratamiento de los lodos del terreno hasta encontrar asiento firme y rellenar con tierra nueva. Sobre el terreno se construye una zapata de hormigón, y sobre ésta, la torre de fundición.

El primer elemento de la composición es de planta cuadrada de dimensiones de 6x6 metros, y 1,20 metros de altura.

La zapata es de planta cuadrada de 2,40 metros de lado y 1 metro de altura.

La altura total de la torre respecto la zapata es de 6 metros y 1,20 metros de diámetro. La entrada de agua a través de la torre se realiza en un ensanchamiento situado a 5 metros de la base, y siendo el diámetro en estos 60 cm de altura de la embocadura de 1,70 metros.

La tubería de salida de la torre, dedicada al abastecimiento, y que circula paralelamente al desagüe de fondo es de DN400.

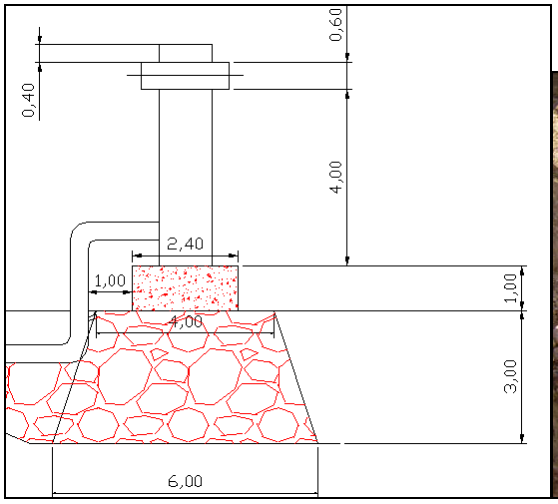


Ilustración 9. Plano torre de toma

Ilustración 10. Detalle tubería torre de toma

Ilustración 11. Construcción zanja torre de toma

Ilustración 12. Detalle desagüe de fondo y toma de agua

5.3.5. Auscultación

Este apartado se tratará con el detalle y la importancia correspondiente en el apartado 7 "Auscultación presa de San Bartolomé"

6. AUSCULTACIÓN DE LA PRESA SAN BARTOLOMÉ

6.1. ELEMENTOS DE AUSCULTACIÓN PRESENTES EN LA PRESA

La presa de San Bartolomé, a pesar de contar con más de 100 años de historia, no ha sido hasta entrados en el siglo XXI cuando se ha decidido dotarla con elementos de auscultación.

Como se indica en el apartado 6, fue en el mayo del año 2008 cuando se instalaron los piezómetros de cuerda vibrante 1-12 en las secciones 27 y 29, con el fin de tener controladas las filtraciones debido a los problemas de estabilidad y las actuaciones de inyecciones que sucedieron en esa parte de la margen izquierda de la presa.

En marzo de 2009 se pusieron en marcha los piezómetros 13-24 correspondientes a las secciones 15 y 24.

Sin embargo, los piezómetros no pueden considerarse útiles hasta marzo de 2010 por dos motivos. El primero de ellos es que desde la instalación hasta que se obtienen datos relevantes debe pasar un periodo de tiempo para que se asienten en el terreno y registren una secuencia de valores lógica. Y en segundo lugar, el desembalse rápido que se produjo en otoño de 2009 para la ejecución de las obras correspondientes, altera las filtraciones y por consiguiente esa secuencia continua necesaria.

La toma de lectura de los piezómetros de cuerda vibrante es muy alterna y no se encuentra un motivo lógico. Hay meses en los que se toman decenas de lecturas casi diarias, y sin embargo, hay años en los no hay lecturas ni en todos los meses.

* Ver en "Anejo nº2 Planos", los correspondientes a los piezómetros en cada sección (Plano nº3, nº4, nº5 y nº6) *

Otro de los elementos de auscultación o de toma de datos, son los aforadores. Existen tres en el talud de aguas abajo (Indicados Plano nº1).

- Afordaor-1 Margen Derecha: Situado en la sección 15 de la presa y, según planos, recoge el agua que circula por una tubería paralela al eje de la presa y situada en la zanja nº1, que es la que se encuentra más cerca del dren chimenea. El agua que se recoge a lo largo de aproximadamente 100 metros sale al exterior por el aforador-1
- Aforador-2 Centro: Situado aproximadamente en la sección 22 y en el centro de la presa.
- Aforador-3 Margen Izquierda: Situado en la sección 27 de la presa y, según planos, recoge el agua que circula por la tubería paralela al eje de la presa y situada en la zanja nº2. El agua se recoge a lo largo de 100 metros.

6.2. RESULTADOS DE LA AUSCULTACIÓN

Los datos y gráficas de la auscultación se indican en el "Anejo Nº1 Datos C.H.E.".

El trabajo realizado de simplificación de datos de los piezómetros se resume en:

- Más de 8500 valores pertenecientes a los 24 piezómetros de cuerda vibrante
- Agrupación por meses hasta obtener valores mensuales durante los 8-9 años de recopilación de datos. Si un mes dispone de varios datos, incluso diarios, se comprueba que todos ellos tienen los mismos valores. Si no es así, se diferencian.
- Realización de gráficas de cada PCV en donde comparan el nivel de embalse y el valor del piezómetro

Respecto a los aforos, el proceso ha sido el mismo, aunque en vez de por meses, se han agrupado los valores por similitud de los mismos, pudiendo haber varios meses juntos con el mismo valor.

Las conclusiones individuales que se sacan de los resultados obtenidos son:

- PCV-1: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- PCV-2: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse desde Mayo de 2011. Anteriormente a esta fecha los resultados no parecen fiables

- PCV-3: Valores relacionados con las variaciones del nivel del embalse, aunque muy cercanas entre sí, lo que significa una carga muy alta sin que reduzca apenas el material la presión en ese punto.

- PCV-4: Piezómetro posiblemente erróneo de abril-2012 a febrero-2014 ya que registra valores muy elevados (y más para su ubicación). Además a partir de febrero-2014 la lectura está fija en el mismo valor sin tener en cuenta los cambios del nivel del embalse. Por otro lado, los resultados anteriores a abril-2012 podrían plantearse como correctos, aunque con cierta poca fiabilidad.

- PCV-5: Piezómetro posiblemente erróneo, ya que hasta abril-2012 registraba datos muy superiores, incluso por encima del valor del nivel de embalse. Desde esta fecha, el piezómetro parece registrar valores más normales aunque con el paso del tiempo tienden a ir aumentando. Resultados no muy fiables.

- PCV-6: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse desde el año 2011. Anteriormente a esta fecha los resultados no parecen fiables.

- PCV-7: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- PCV-8: Piezómetro posiblemente erróneo desde Marzo de 2011 cuando registró valores muy superiores, y posteriormente se estancó en un valor, como en el PCV-4. Hasta la fecha mencionada podrían considerarse como correctos, aunque con poca fiabilidad.

- PCV-9: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse desde el año 2011. Anteriormente a esta fecha los resultados no parecen fiables.

- PCV-10: Valores relacionados con el nivel del embalse, aunque con el paso del tiempo su valor crece, lo que podría significar que se está saturando el terreno de forma constante, o un error en la medida.

- PCV-11: Valores relacionados con el nivel del embalse, aunque con picos aleatorios erróneos por fallo del sistema.

- PCV-12: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse desde el año 2011. Anteriormente a esta fecha los resultados no parecen fiables.

- PCV-13: Piezómetro no reacciona con las variaciones del embalse, por lo que no parece que existan muchas filtraciones a su alrededor, pesar de que parece que funciona bien.

- PCV-14: Valores relacionados con el nivel del embalse, lo que significa que existe gran presión en esa zona, o está descalibrado.

- PCV-15: Valores relacionados con el nivel de embalse, aunque los cambios bruscos en el nivel no reacciona de manera brusca.

- PCV-16: Los resultados están relacionados con el nivel del embalse, aunque no se perciben las variaciones del nivel con tanta claridad como en otros PCV

- PCV-17: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- PCV-18: Los resultados están relacionados con el nivel del embalse, aunque no se perciben las variaciones del nivel con tanta claridad como en otros PCV

- PCV-19: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- PCV-20: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- PCV-21: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse desde el año 2011. Anteriormente a esta fecha los resultados no parecen fiables.

- PCV-22: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse, aunque se registraron valores erróneos en el verano de 2013.

- PCV-23: Los resultados están relacionados con el nivel del embalse, aunque no se perciben las variaciones del nivel con tanta claridad como en otros PCV

- PCV-24: Los resultados están directamente relacionados con las variaciones del nivel del embalse.

- AFORO-1 MD: Los valores parecen estar relacionados con el novel del embalse, aunque existen datos que pueden llevar a la duda sobre si existe una relación. De todas formas, pueden considerarse como correctos.

- AFORO-2 C: Los valores parecen coincidir y estar relacionados con el nivel del embalse, aunque con más precisión que el AFO-1. A mayor volumen embalsado, mayor caudal por el aforo.

- AFORO-3 MI: Los pocos valores que se tienen de este aforo no tienen ninguna relación con el nivel de embalse, por lo que puede suceder que las filtraciones no procedan del embalse sino de zonas adyacentes, que se filtre el agua por alguna capa drenante externa al aforo, o que realmente no existan filtraciones en dicha zona de la presa.

7. CAMPAÑA DE MODELACIÓN NUMÉRICA

SEEP/W es una herramienta informática que permite modelizar redes de flujo a través de medios porosos. El análisis se realiza mediante métodos numéricos de resolución, y en concreto, con métodos de elementos finitos (MEF). También cabe mencionar que no existe la posibilidad de trabajar en 3D, por lo que el análisis se realiza en 2D, admitiéndose un cierto error.

El programa está dentro de una empresa denominada Geo-Slope International, cuyo software y metodología permite resolver prácticamente cualquier problema relacionado con la geotecnia.

Gracias a la licencia de estudiante que facilita GeoStudio, puede utilizarse el software de manera gratuita para la elaboración de este TFM, aunque si bien es cierto, contiene algunas limitaciones.

SEEP/W permite modelizar el flujo en condiciones de "sólo saturado", o de "saturado y no saturado", siendo esta última una herramienta imprescindible en el análisis de presas de materiales sueltos.

Hay dos tipos de análisis posibles, aunque depende usar uno u otro si se quiere tener en cuenta o no el tiempo como variable:

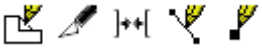
- Análisis estacionario (Stady-state analysis): Independiente del tiempo. El modelo no cambia y la carga es constante. Es el análisis empleado en las modelizaciones efectuadas en este proyecto.
- Análisis transitorio (Transient analysis): Dependiente del tiempo y necesita condiciones iniciales a las que añadir otras variables con el tiempo. Se utiliza en condiciones de desembalse rápido o para modelizar episodios de lluvias.

7.1. FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA SEEP/W

7.1.1. Vista DEFINICIÓN

Para definir y dibujar el modelo en el programa, se emplea la vista "DEFINE"

En primer lugar es necesario definir el problema geométricamente, las propiedades de los materiales, y las condiciones de contorno

GEOMETRÍA 

- Se debe definir la geometría mediante tres elementos: Puntos, líneas y regiones.
- Primero se dibujan los puntos que darán forma a la presa y demás elementos de terreno si fuera necesario.
- Segundo se unen los puntos mediante líneas
- Por último se definen las regiones a partir de polígonos cerrados pertenecientes a materiales homogéneos (una región para cada material).

MATERIALES

- Se definen materiales homogéneos para cada región dibujada. Hay que tener buen conocimiento de las propiedades del suelo que conforma la presa
- Para resolver la ecuación de Richards en régimen estacionario es necesario conocer la relación entre la conductividad hidráulica y succión para cada suelo. Existen tres posibilidades:
    - Importar de otro modelo o base de datos
    - Ingresar punto a punto los valores de la función, además de la conductividad hidráulica (k_S)
    - Estimar la función a partir de una curva de humedad característica de un suelo

CONDICIONES DE CONTORNO

- Determinar las condiciones de contorno es fundamental, ya que el acierto de las soluciones depende del usuario a la hora de determinarlas.
- Existen tres parámetros principales para fijar las condiciones:
  - Altura hidráulica (H)
  - Caudal (Q)
  - Presión (P)
- Se pueden asignar a puntos, líneas o regiones del modelo definido

MALLA

La precisión del análisis aumentará al reducir la distancia entre los nodos de la malla formada en el modelo dibujado; aunque si se reduce demasiado, el tiempo de cálculo aumentará de forma significativa. Por ello, hay que encontrar el mallado idóneo para que sea óptima la modelización.

SECCIONES DE CONTROL

Un apartado fundamental para este TFM es este.

Es de gran utilidad para conocer el caudal que circula por cualquier sección de la presa se utiliza este comando.

7.1.2. Análisis SOLVE

Una vez definido el modelo correctamente, se resuelve el modelo.

El objetivo del cálculo con los elementos finitos es doble. Por un lado es hallar la altura H en cada uno de los seis piezómetros de cada sección. Por otro lado es hallar el caudal que circula por la sección de control definida y que corresponde a los aforadores de la presa.

El programa informa en caso de producirse algún error o si no existe algún dato.

7.1.3. Vista RESULTADOS

Cuando el modelo se ha calculado se pueden visualizar los resultados con esta vista.

El objetivo, como ya se ha dicho, es obtener de forma gráfica las líneas equipotenciales de cada piezómetro, además del caudal infiltrado. También genera la línea de saturación y posibles líneas de agua que se quieran representar partiendo de cualquier zona del embalse.

Para obtener los valores numéricos de la modelización se utilizan:

- Etiquetas de líneas equipotenciales
- Etiquetas de secciones de control

También es posible exportar los resultados en una tabla para incluirlo como anejo del proyecto.

Para finalizar, hay que destacar la importancia de una correcta interpretación de los resultados. Es conveniente realizar cálculos previos de tanteo para tener datos aproximados a los que se quieren, y a partir de ahí, exponer los resultados óptimos y satisfactorios.

7.2. HIPÓTESIS ADOPTADAS

Las hipótesis que se adoptan para la modelización son:

- El análisis es un análisis estacionario, es decir, independiente del tiempo, y se usa debido a que el nivel de embalse permanece constante y no se quieren obtener resultados en caso de periodo de lluvias o desembalse rápido.
- El programa trabaja en una vista 2-Dimensional con un espesor de las secciones de 1 metro.

- Se fija el número máximo de iteraciones por modelo en 500, siendo un número que permite generar un estudio detallado pero si la sobrecarga del programa.
- La malla de cálculo se establece en 0,5 m (S-15 y S-29) y en 0,75 m (S-22 y S27). Dadas las dimensiones de los modelos de más de 25 metros de altura y 100 de longitud, se considera que el espaciado de 0,5 metros es el adecuado para obtener unos resultados muy ajustados, pero sin sobrecargar el programa y minimizar el tiempo de cálculo. La justificación de aumentar a 0.75 es debido a que esas secciones tienen una mayor superficie y con el espaciado de 0,5 metros el programa se ralentizaba.
- Las condiciones de contorno que se plantean son las siguientes:
    - Toda la zona mojada del embalse está representada con una línea roja que se define como la altura del nivel del agua y es una carga/altura con el valor del nivel del embalse.
    - Para justificar que el agua circula por el interior de la presa y que ésta sale al exterior o fuera del ámbito de la presa, hay que simular una condición que muestre lo mencionado. En este caso, se sabe que no hay filtraciones ni salidas de agua en el talud de aguas abajo, por lo que el agua circula más profundamente. La condición que se plantea es establecer en la parte superior de las franjas permeables que el drenaje es nulo (color turquesa), es decir, que por encima de esa línea no va a circular el agua.
- La zona para el registro del caudal filtrado final se establece donde se indica la flecha discontinua hacia arriba, coincidiendo con la zona donde está el final del tubo de filtraciones

8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN

8.1. INTRODUCCIÓN

Una vez definidos y analizados, como se indica en el apartado de "Auscultación de la presa", todos los elementos de auscultación de la presa y sus resultados, se procede a la elaboración de modelos de las diferentes secciones disponibles con el objeto de obtener unos valores de permeabilidad de materiales lo más reales posibles, junto con una disposición aproximada de los mismos en el interior de la presa.

Hay que destacar que, como ya se ha dicho, el programa trabaja en 2 dimensiones, por lo que los resultados son una aproximación a la realidad. Es evidente que las filtraciones no se producen en dos dimensiones, sino en tres, pero los resultados que se obtienen generan una idea aproximada de qué es lo que se encuentra en el interior y que con ciertas limitaciones, puede definirse correctamente lo que hay y cómo funciona. La posibilidad de establecer una sección representativa y trabajar a partir con ella, limitaría los resultados ya que es muy variado y desconocido el interior de la presa.

Para analizar los resultados de cada modelo, es necesario calibrar los dos elementos de auscultación, tanto los aforos exteriores que recogen el agua de unas determinadas secciones de la presa, como los 24 piezómetros de cuerda vibrante.

Por ello, para hacer los diferentes modelos (que se realizan individualmente ya que el programa no admite una modelización grupal) se sigue la siguiente secuencia:

- De los valores facilitados por la C.H.E., se escoge una fecha y su correspondiente nivel de embalse. Siempre y cuando los valores de las gráficas mostrados anteriormente para cada PCV y Aforo no muestren valores disparatados, aunque es difícil que los 24+3 elementos sean correctos en la misma fecha.
- Fijado el nivel de embalse, se procede a intuir, según los resultados reales, la geometría de la sección. Pueden existir franjas drenantes en el interior del núcleo, en el cimiento, etc., que han de tenerse en cuenta ya que son el principal causante de los resultados.

- Posteriormente hay que definir una permeabilidad para cada material que existe en la presa. Evidentemente, los valores de las permeabilidades manejadas son valores lógicos y siempre estarán comprendidos en un rango real. (Ver "Tabla 2: Tanteo de la permeabilidad materiales presa")
- Definidas la geometría y las permeabilidades, es hora de iniciar la modelización e interpretar los resultados obtenidos. Si no son satisfactorios, se repite el proceso desde el segundo punto.
- Cuando se obtengan valores convincentes con ese nivel de embalse, se procede a escoger otro valor en otra fecha y se repite el proceso para asegurarse de que la permeabilidad y geometría propuesta es apta, aproximadamente, para diferentes alturas de la lámina de agua.

También hay que tener en cuenta diferentes consideraciones del programa o de la presa para entender el proceso:

- En SEEP, los valores obtenidos de los PCV son aproximados, admitiendo un error de medición, por lo que no se busca el mismo valor que el real. Se admite un error de 1 m.c.a., ya que con el programa no es posible detallar lo que sucede 100%
- En la presa, según los planos facilitados, el caudal de agua que en teoría se mide por el aforo procede de unos canales/tuberías que están dispuestos casi en paralelo al eje de la presa y aguas abajo, por lo que el valor generado por el modelo no debe ajustarse al valor real, sino a una extrapolación de 100 metros a cada lado del aforo que corresponden al agua recogida por esas tuberías y que desemboca en el aforo.

Otro aspecto a tener en cuenta y de gran importancia para conocer mejor la circulación del agua por el interior de la presa es la existencia de dos secciones en donde se expresa la resistividad eléctrica (o tomografía). En estos planos se muestra la resistividad de los materiales en una escala de colores, siendo de tonos azulados la zona donde existe menor resistividad y por tanto mayor conducción de agua; y en tonos rojos las zonas de mayor resistividad y por tanto más impermeables, correspondiendo estos últimos a la zona recrecida. Se incluyen en el "Anejo nº2 Planos" (Plano nº7 y 8)

Finalmente, por no saturar este documento, se incluye un anejo **"Anejo nº3 Resultados de los modelos"** en donde se muestran los valores de N.E., permeabilidad y valores de cada sección y cada modelización propuesta.

En este apartado se incluye una vista de la disposición de los materiales y una pequeña conclusión/resumen de los resultados a modo de explicar y justificar el porqué del modelo siguiente. Como ya he mencionado los resultados numéricos se encuentran en el Anejo nº3

8.2. MODELOS SECCIÓN S-15

MODELO INICIAL 15.0

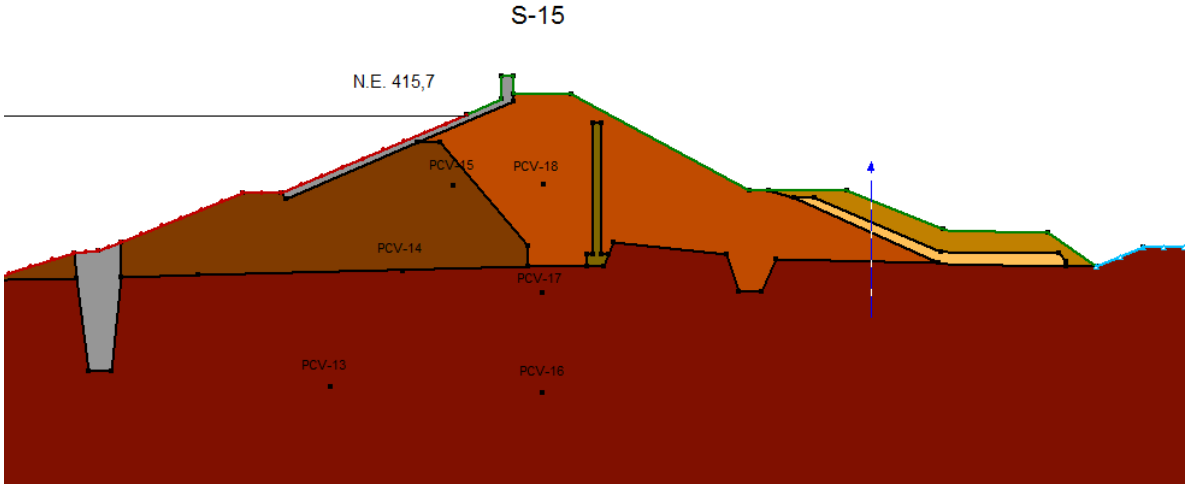


Ilustración 13: S-15 Modelo inicial 15.0

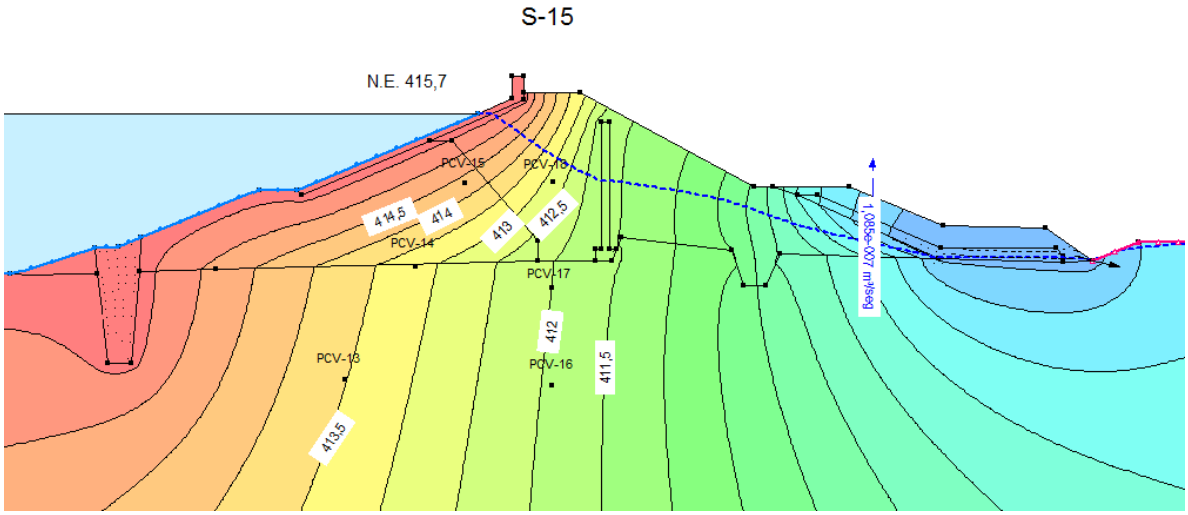


Ilustración 14: S-15 Modelo inicial 15.0 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Sin modificaciones
- PERMEABILIDAD:
    - Tanteo con las permeabilidades comunes para los materiales expuestas apartados atrás
- CONCLUSIÓN:
    - Valores no muy alejados de los reales, aunque no lo suficientemente precisos, tanto de PCV como de aforo. Los piezómetros registran valores entre 1 y 4 m.c.a. respecto al real. El aforo una diferencia de 0,42 L/min
    - Necesario cambiar geometría y permeabilidad.
    - Línea de saturación realista.

MODELO 15.1

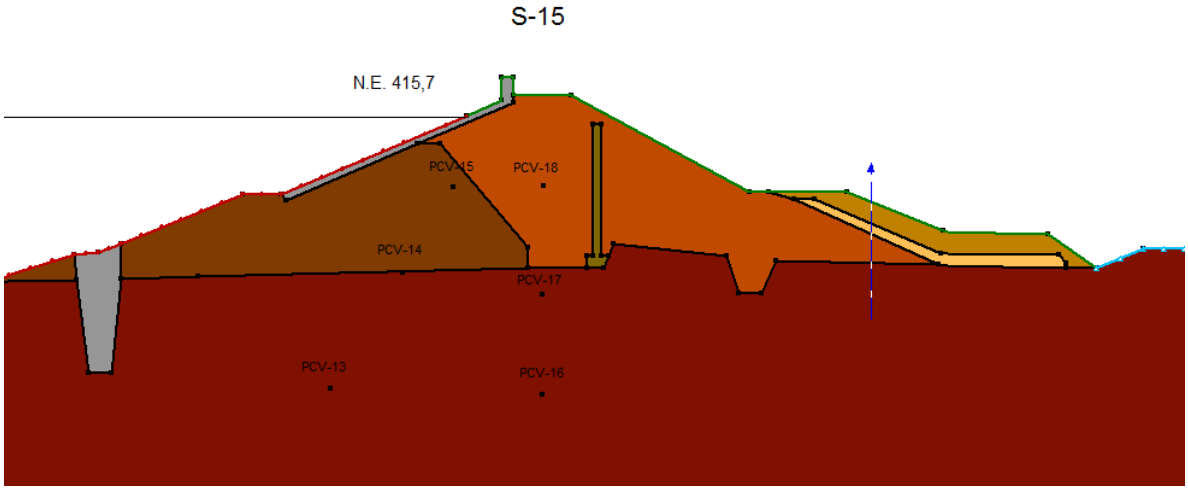


Ilustración 15: S-15 Modelo 15.1

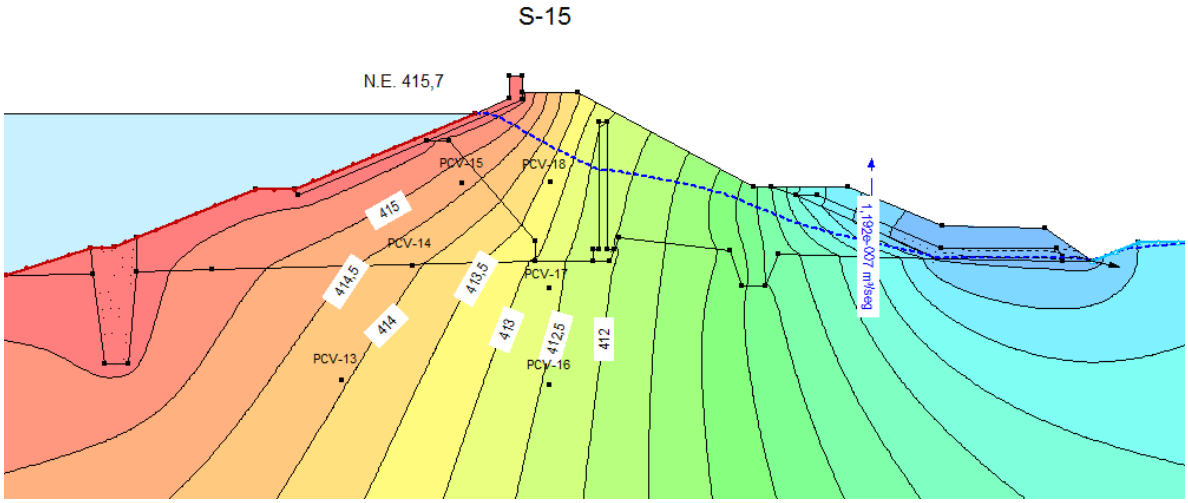


Ilustración 16: S-15 Modelo 15.1 Resultados

- GEOMETRÍA (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Dren chimenea 100 veces más impermeable
  - Arcilla original 5 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
  - Apenas hay diferencias entre el modelo 15.0 y 15.1, si bien es cierto que al igualar el núcleo original al terreno, las líneas de contorno no cambian tan bruscamente en el contacto núcleo/terreno.
  - Parece claro que debe existir una franja drenante en el terreno a la altura de los PCV 13 y 16 que ayude a disminuir su valor. Se desconoce su geometría, pero se prueban diferentes anchuras y longitudes hasta obtener un resultado más cercano a la realidad
  - El valor de aforo empeora, registrando una diferencia de 0,48 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.2

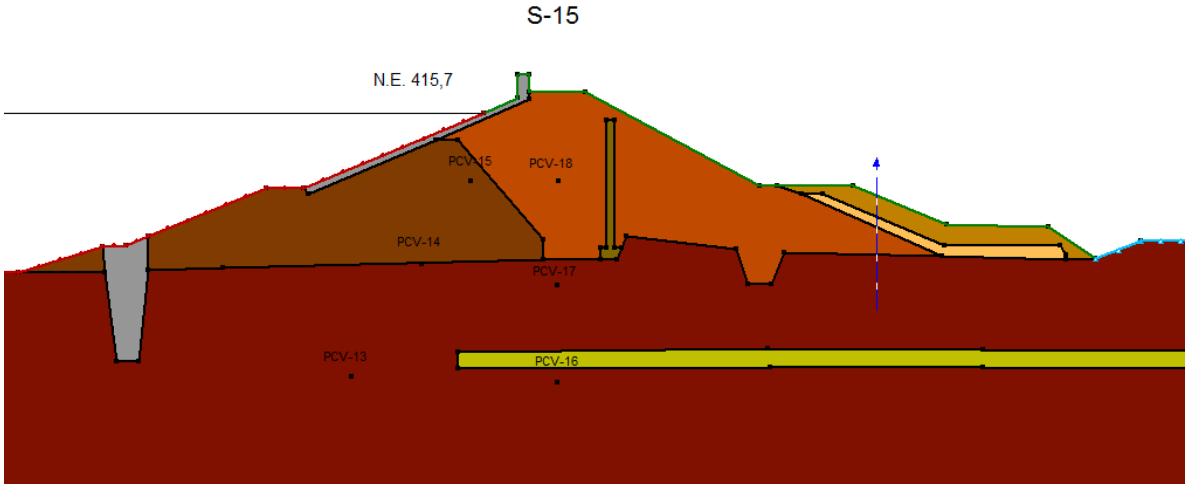


Ilustración 17: S-15 Modelo 15.2

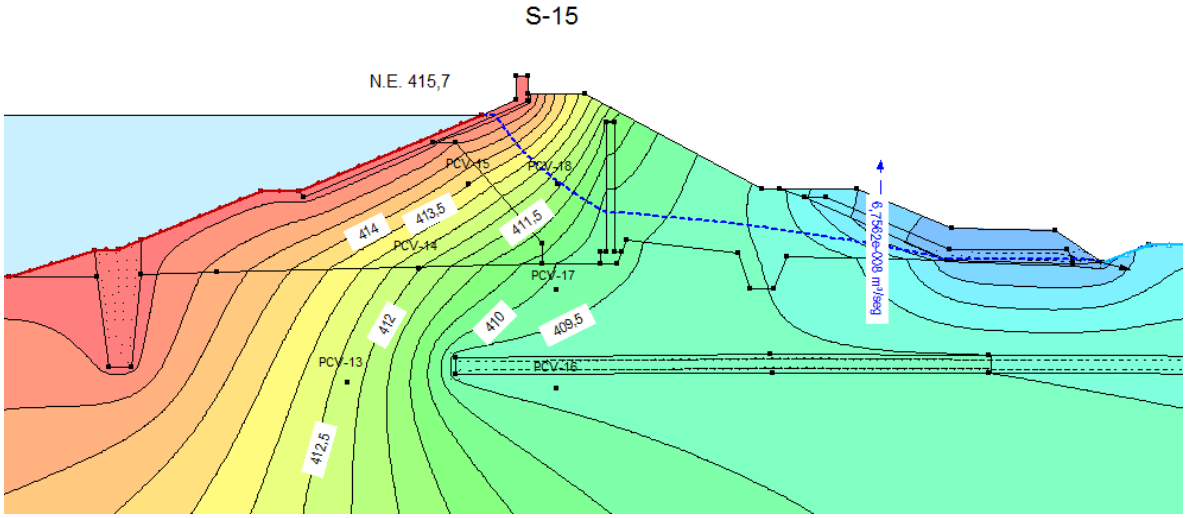


Ilustración 18: S-15 Modelo 15.2 Resultados

- GEOMETRÍA (respecto modelo anterior):
  - Se añade una franja horizontal permeable a 6 metros por debajo del contacto presa/terreno
- PERMEABILIDAD:
  - Igual que el modelo anterior 15.1
- CONCLUSIÓN:
  - Siguen estando distantes los valores de presión (2-3 metros de diferencia) y las líneas de contorno. Es necesario reducir el valor de PCV-13 al mismo tiempo de mantener el PCV-16 que se encuentra a igual cota. El PCV-14 ubicado en el núcleo original necesita más carga, al igual que el PCV-17. Por su parte, los PCV situados más arriba registran valores casi óptimos.
  - El valor del aforo mejora aunque existe una diferencia de más de 50%
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.3

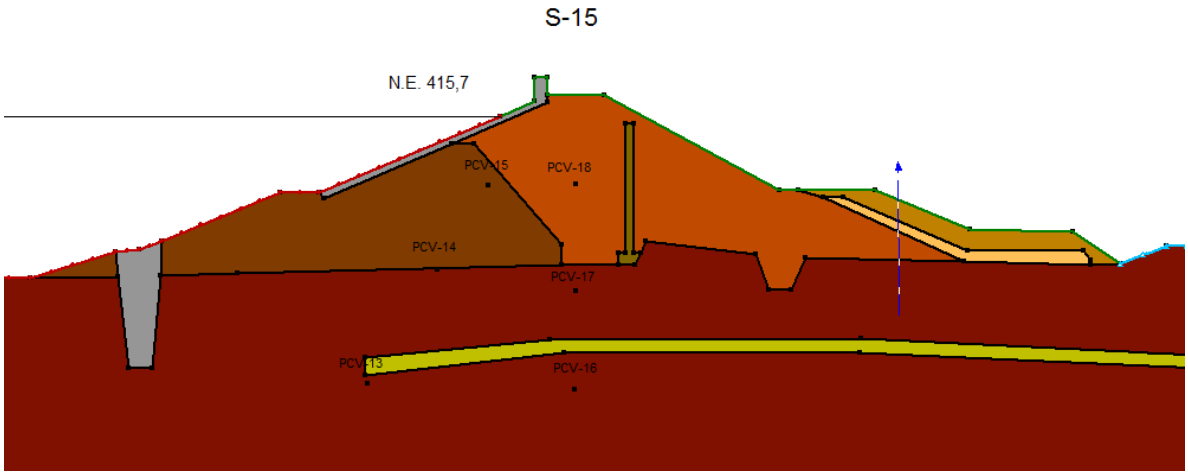


Ilustración 19: S-15 Modelo 15.3

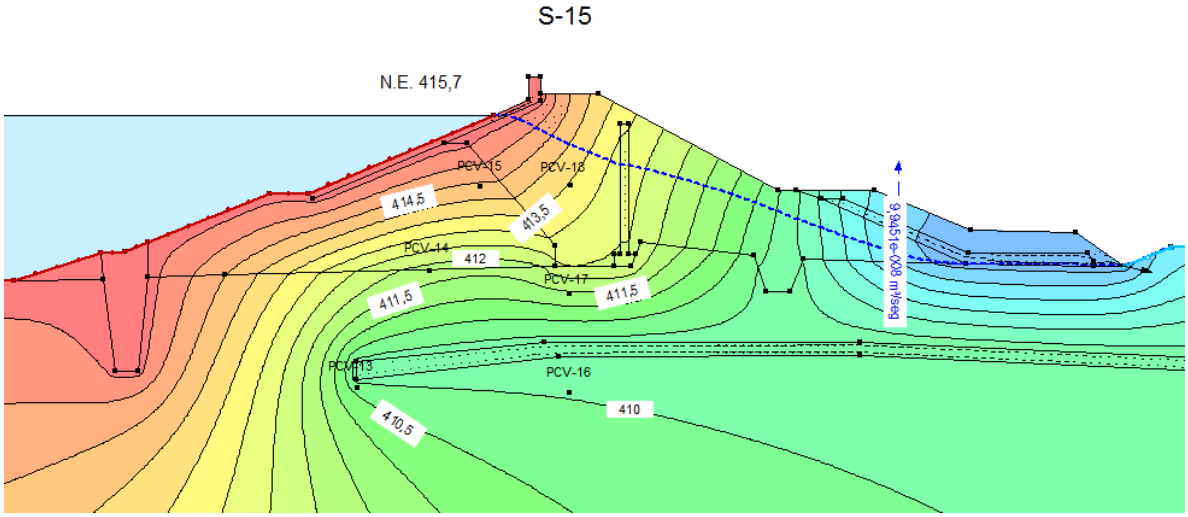


Ilustración 20: S-15 Modelo 15.3 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Casi idéntica al modelo anterior aunque quebrando la continuidad de la franja drenante del terreno
- PERMEABILIDAD (Respecto modelo anterior):
  - Arcilla original 10 veces más impermeable
  - Arcilla recrecido 5 veces más permeable
  - Terreno 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - Al alargar y quebrar la franja drenante se consigue un ajuste a los PCV más inferiores muy cerca del valor óptimo. Por otro lado, cambiando las permeabilidades de los núcleos se consigue una mejor calibración del PCV 17, en detrimento del desajuste de los PCV superiores. Además, el PCV 14 sigue estando descalibrado (+3 mca) y necesita más presión.
  - El valor del aforo sigue estando erróneo, con diferencia de 0,37 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.4

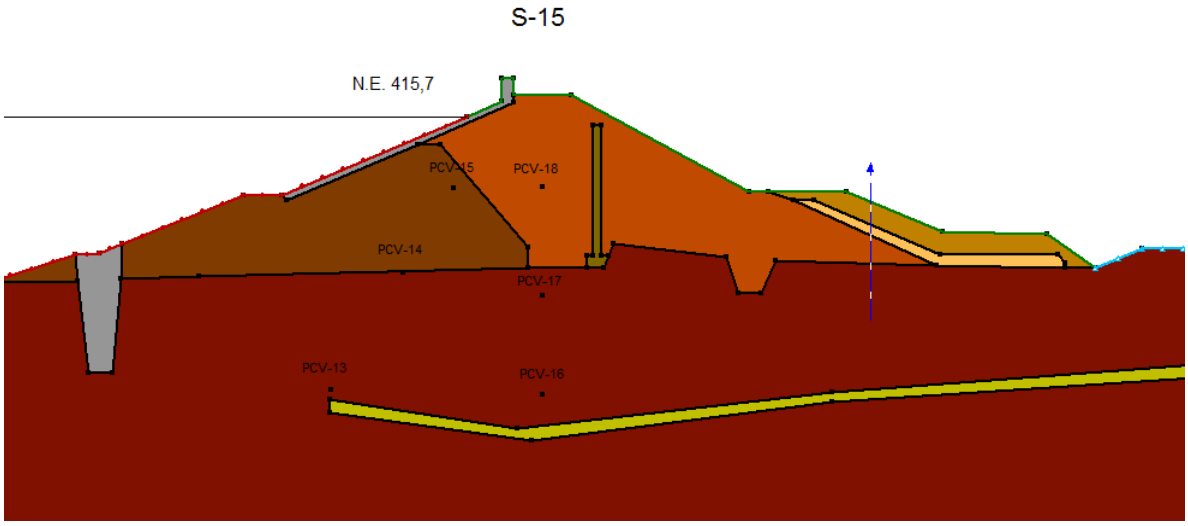


Ilustración 21: S-15 Modelo 15.4

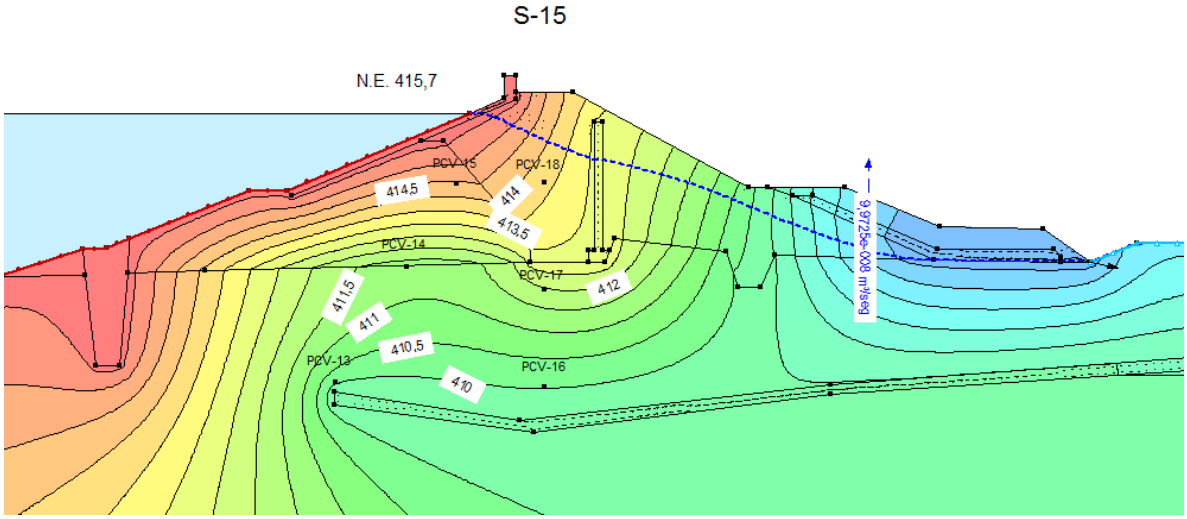


Ilustración 22: S-15 Modelo 15.4 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Descenso de la franja drenante
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Arcilla original 5 veces más impermeable
  - Material dren chimenea 100 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
  - Los resultados obtenidos son similares al modelo anterior, con el PCV-14 estando a menor presión que los valores reales (-3 m.c.a.), y el PCV-18 registrando un valor mayor del óptimo (+2 m.c.a.).
  - Ubicar la franja drenante del terreno unos metros por encima o por debajo no influye significativamente en el resultado
  - El valor del aforo sigue estando erróneo, con diferencia de 0,37 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.5

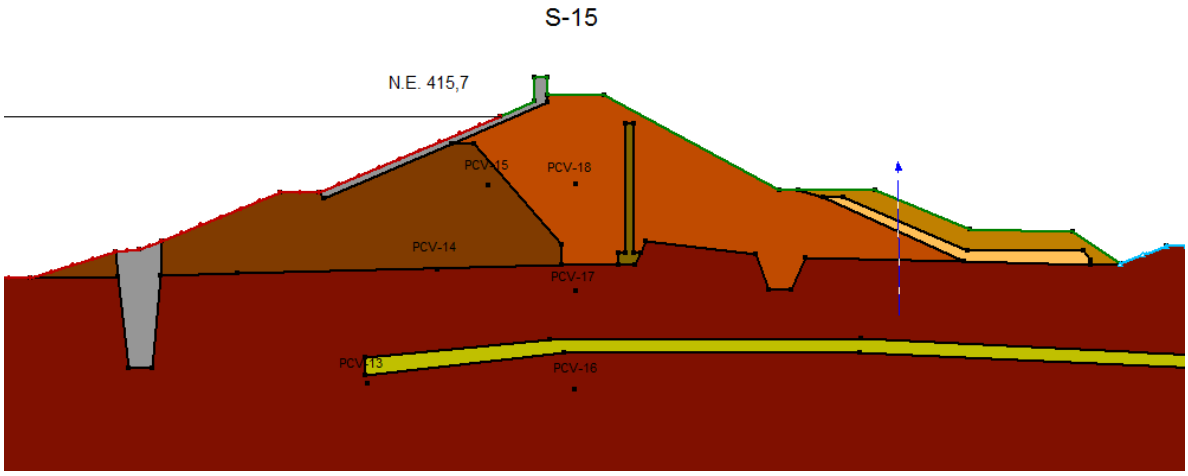


Ilustración 23: S-15 Modelo 15.5

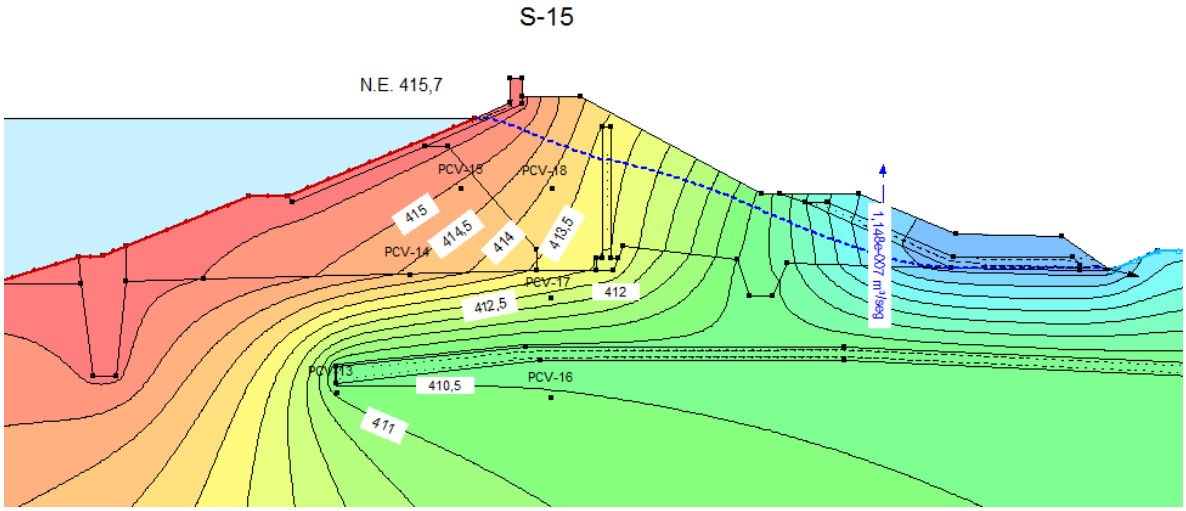


Ilustración 24: S-15 Modelo 15.5 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo 15.3 con la geometría de franja más coherente
- PERMEABILIDAD (respecto modelo 15.3):
  - Núcleo original 5 veces más permeable (igual valor al recrecido)
  - Dren chimenea 100 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - En el modelo 15.3 las isolineas parecían ajustarse más a los valores, aunque no en la zona del núcleo original, en donde se busca que no sean tan paralelas al paramento de aguas arriba, sino más verticales para que los valores en los PCV 14 y 15, y en los PCV 17 y 18 coincidan respectivamente. Por este motivo se modifica la permeabilidad, en este caso, igualándose en los núcleos, y habiendo un contraste con el terreno.
  - Además la permeabilidad del dren disminuye, referenciando la ineficacia del mismo como se creyó en el pasado, y asemejándolo a la permeabilidad del núcleo, aunque siendo, evidentemente, más permeable.
  - Los valores se ajustan más al óptimo, aunque aún existe una diferencia considerable en el PCV-18 (+2,5 mca). Además el PCV 13 y 15 tienen margen de mejora (1 mca)
  - El valor del aforo empeora a 0,46 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.6

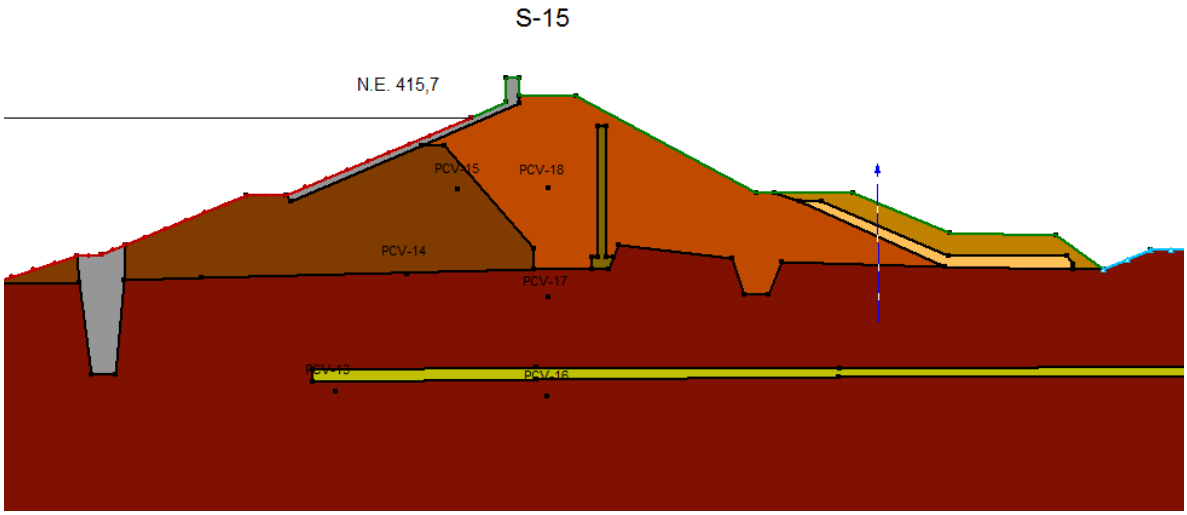


Ilustración 25: S-15 Modelo 15.6

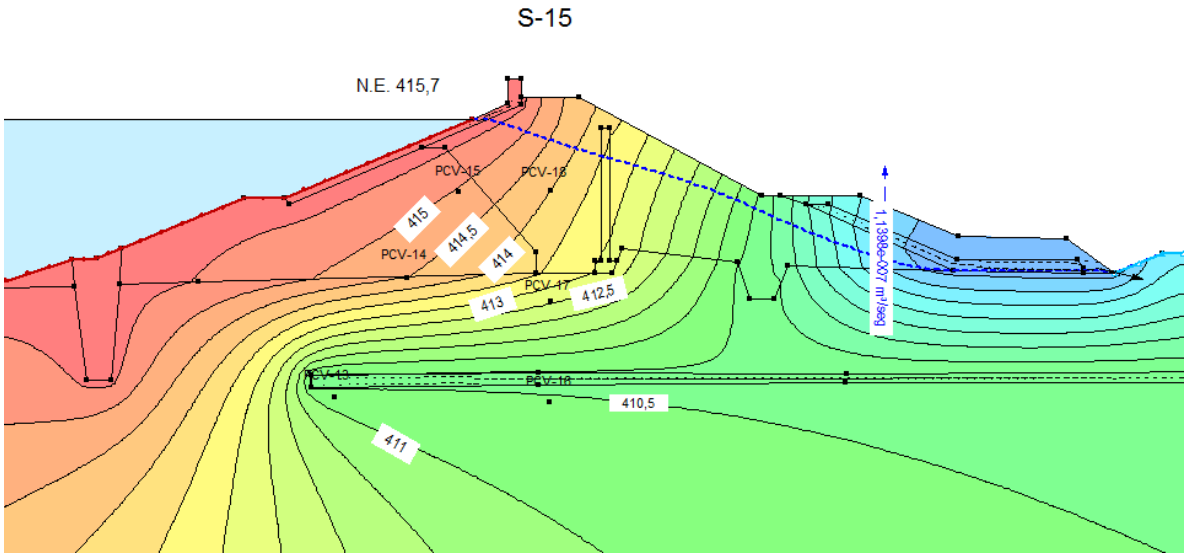


Ilustración 26: S-15 Modelo 15.6 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Variación en la geometría de la franja drenante del terreno respecto al modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto al modelo anterior):
  - Dren chimenea 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - Apenas hay variación entre simular el dren chimenea con mayor o menor permeabilidad (dentro de un límite adecuado)
  - Hay que buscar alternativas para conseguir mayor presión en PCV-14 y menor en PCV-18
  - Valor del aforo continua estancado en 0,45 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.7

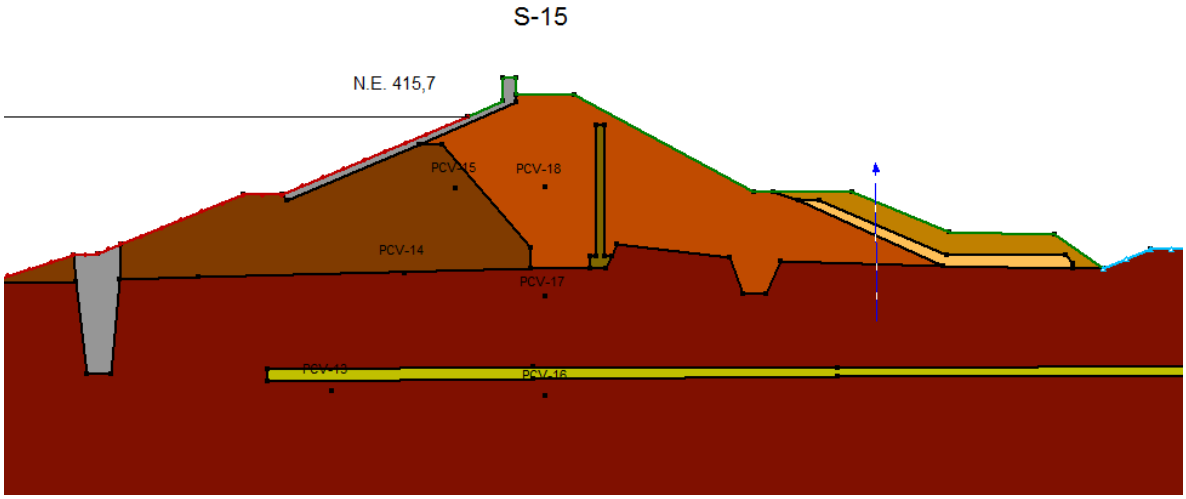


Ilustración 27: S-15 Modelo 15.7

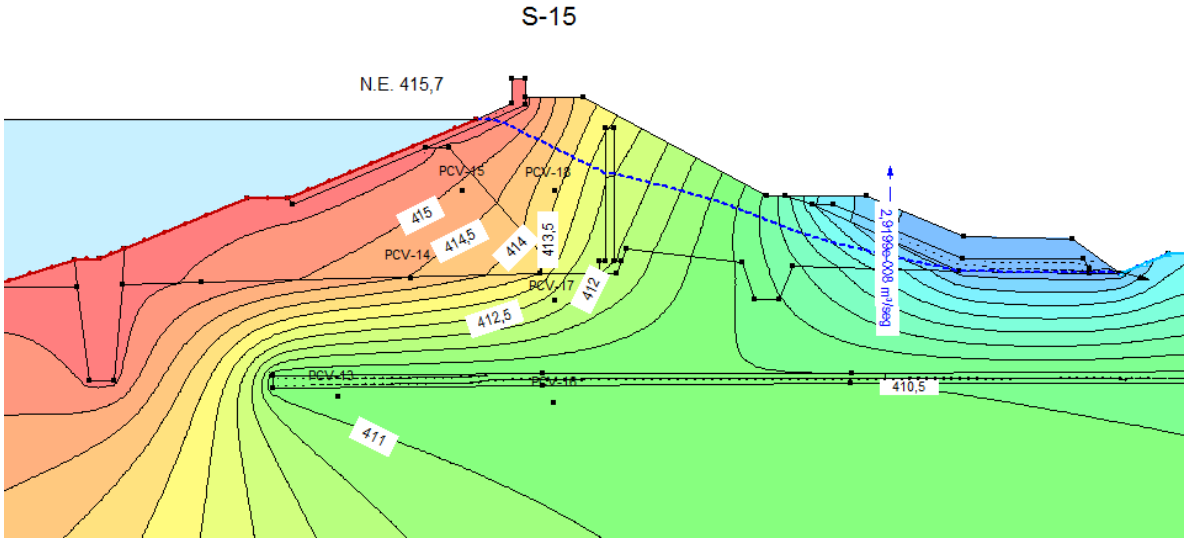


Ilustración 28: S-15 Modelo 15.7 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Mayor longitud de la capa drenante del terreno
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo recrecido 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
    - No se aprecian mejoras notables en los resultados de los piezómetros respecto al modelo anterior, por lo que hay que buscar otras modificaciones
    - El valor del aforo se acerca a un resultado coherente (0,05 L/min)
    - Línea de saturación realista

MODELO 15.8

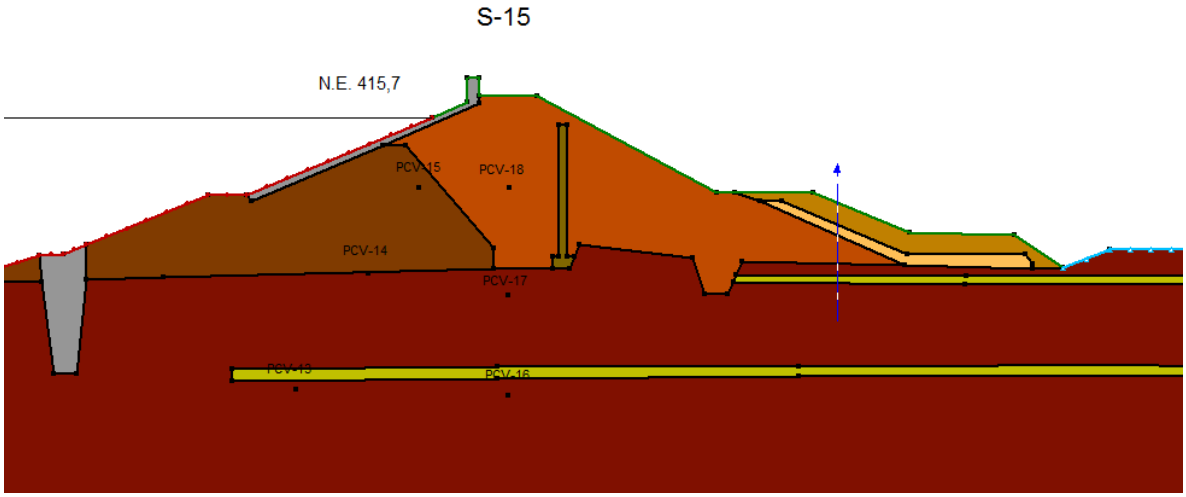


Ilustración 29: S-15 Modelo 15.8

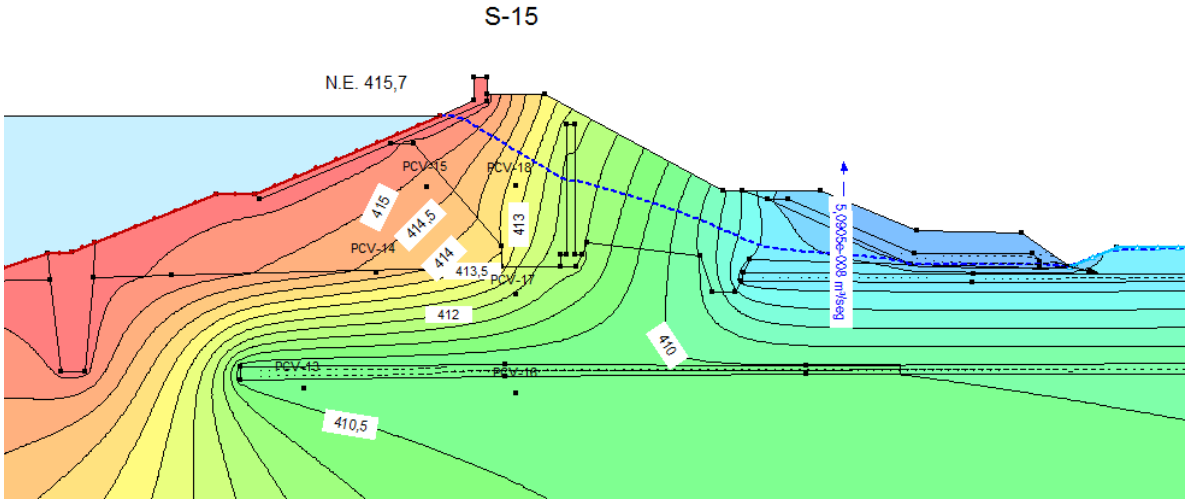


Ilustración 30: S-15 Modelo 15.8 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se añade una capa drenante (de igual permeabilidad a la simulada anteriormente) que circula desde la zanja en la zona de aguas abajo y que simula la conducción/tubería de agua que llega al aforador
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Dren chimenea 5 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - Esa capa drenante nueva, junto con la menor permeabilidad del dren vertical, genera que las líneas de contorno se agrupen en esa zona central y se consigan ajustar por debajo de 0,5 m.c.a. 4 de los 6 PCV. Los PCV 15 y 18 (superiores), aún siguen con una variación en torno a 1-2 m.c.a. y deben seguir buscando mejores aproximaciones
  - El valor del aforo se acerca a un resultado coherente (0,07 L/min)
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.9

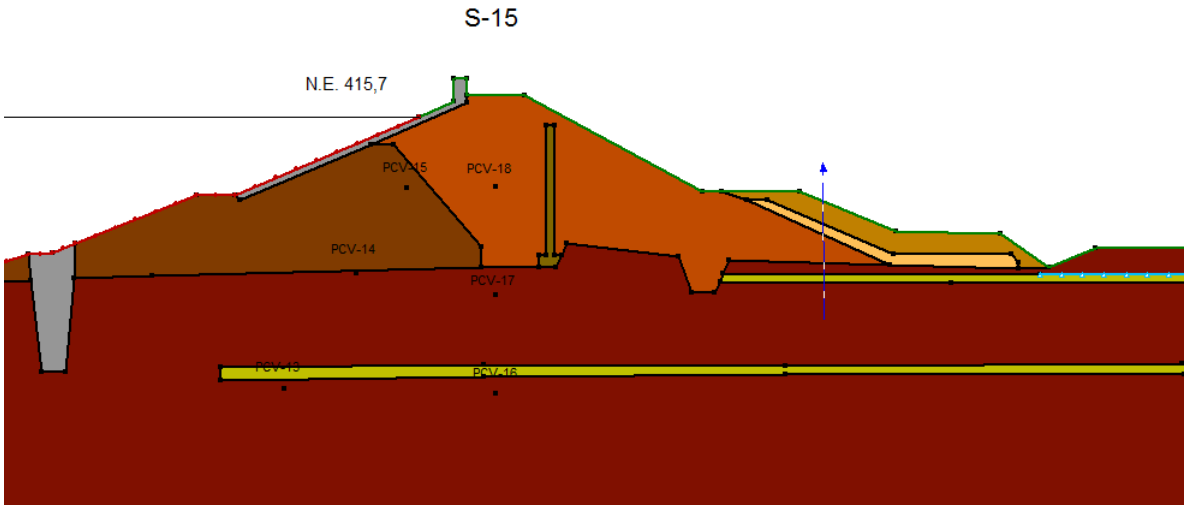


Ilustración 31: S-15 Modelo 15.9

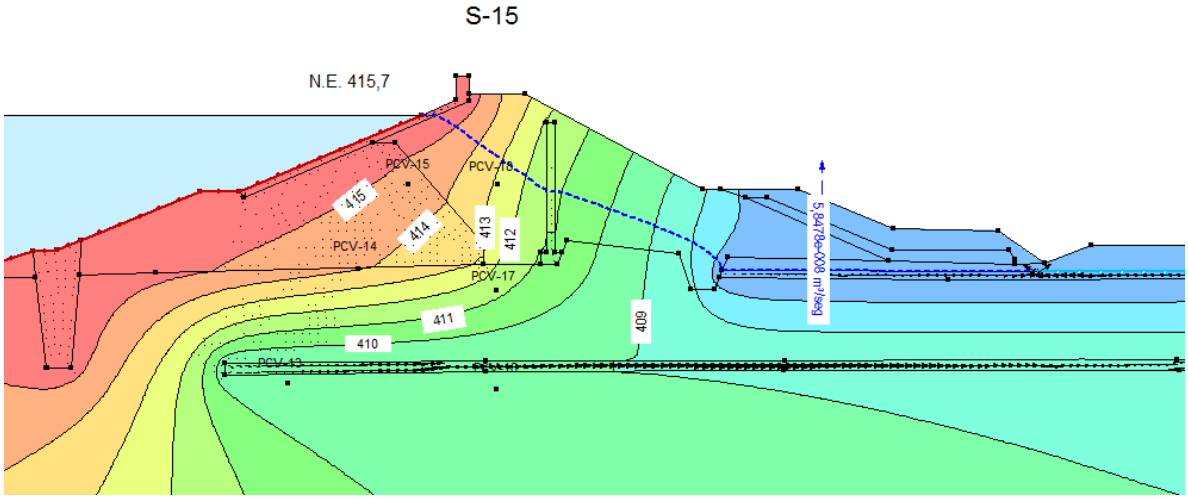


Ilustración 32: S-15 Modelo 15.9 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
  - Condición de contorno de drenaje igual a cero se coloca en el contacto entre el terreno y la parte superior de la nueva franja drenante, ya que se supone que esa es la tubería que recoge las filtraciones y sale al exterior por el Aforo-1
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - La nueva condición de contorno consigue establecer la diferencia entre valores entre 0,5 y 1 m.c.a. en los PCV 14 a 17. El PCV-13 está perfectamente aproximado, mientras que el PCV 18 sigue por encima de 1 m.c.a. aunque con menor diferencia.
  - La introducción de la nueva capa drenante y el cambio de la condición de contorno del drenaje hace prever que la solución óptima se aproxima a este modelo. Sin embargo, hay que seguir introduciendo pequeñas modificaciones hasta ajustar más el modelo.
  - El valor del aforo empeora ligeramente respecto a los dos últimos modelos. 0,12 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.10

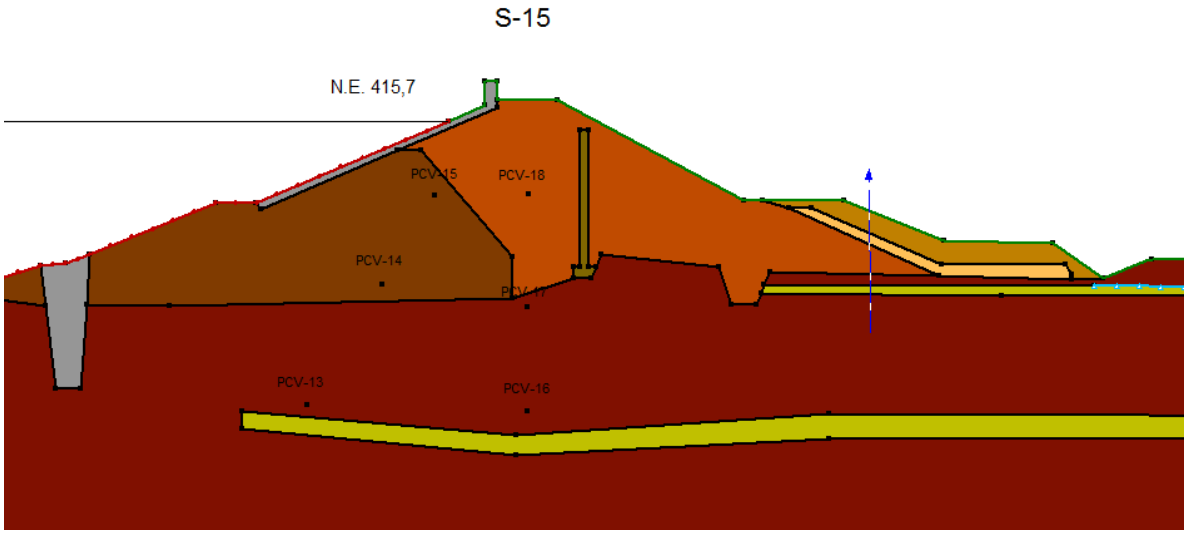


Ilustración 33: S-15 Modelo 15.10

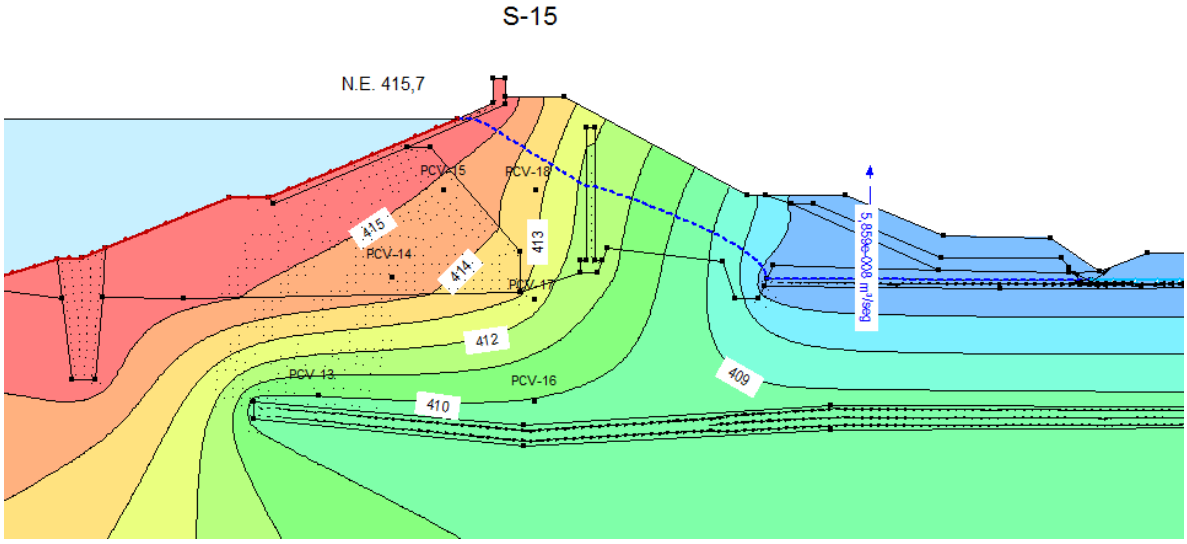


Ilustración 34: S-15 Modelo 15.10 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificación de la franja drenante inferior para mejor ajuste de los PCV inferiores
    - Bajar cota de la línea de contacto núcleo original con terreno, de forma que se busca, vistos los resultados, un mayor valor del PCV-14.
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - La modificación de la capa drenante ajusta casi a la perfección los PCV inferiores
    - La modificación del núcleo acerca el PCV-14 a su valor real con un error de menos de 0,5 m.c.a.
    - Sin embargo, los PCV superiores siguen estando desajustados
    - El valor del aforo puede mejorarse. Mismo valor que el modelo anterior.
    - Línea de saturación realista

MODELO 15.11

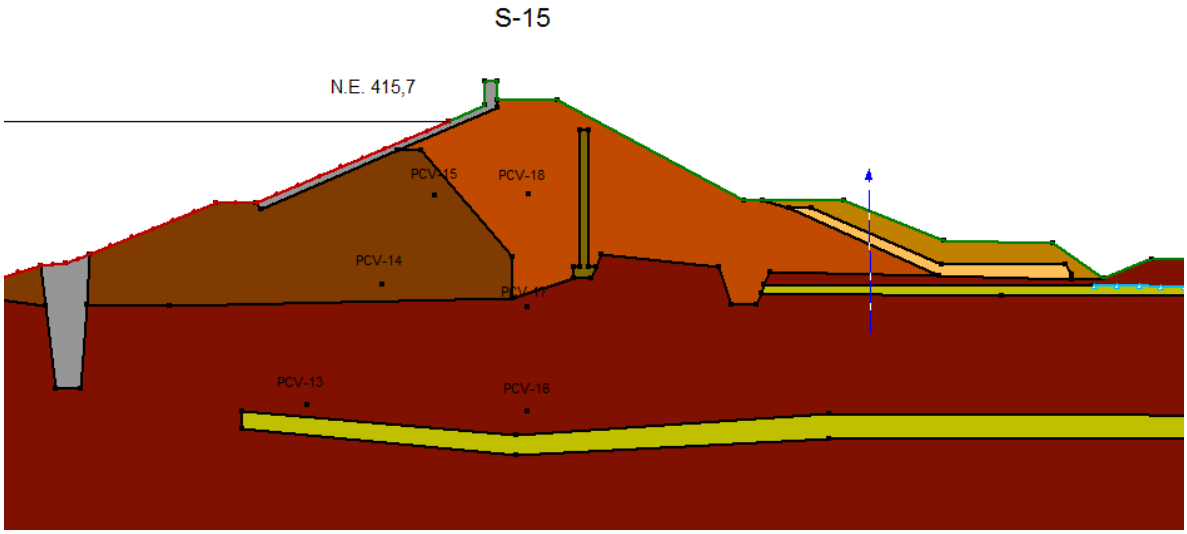


Ilustración 35: S-15 Modelo 15.11

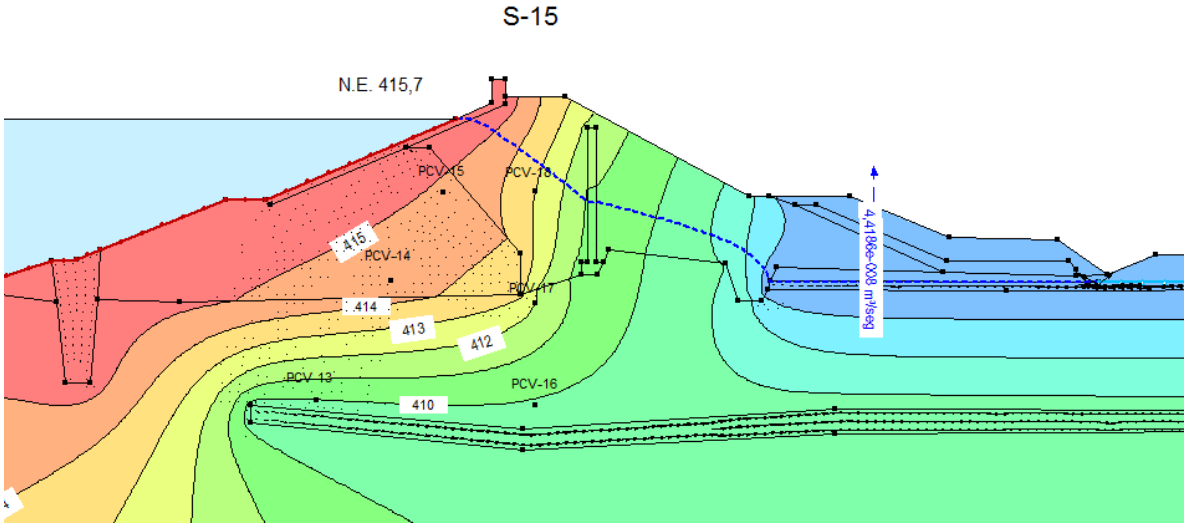


Ilustración 36: S-15 Modelo 15.11 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Arcilla núcleo recrecido y dren chimenea 5 veces más impermeable para buscar el ajuste del PCV-18
- CONCLUSIÓN:
  - Buscando la mejora de los piezómetros superiores, se consigue ajustar mejor, aunque todavía con un error de 1-1,5 m.c.a.
  - Valor del aforo se acerca a la realidad con un error tan solo de 0,035 L/min
  - Línea de saturación realista

MODELO 15.12

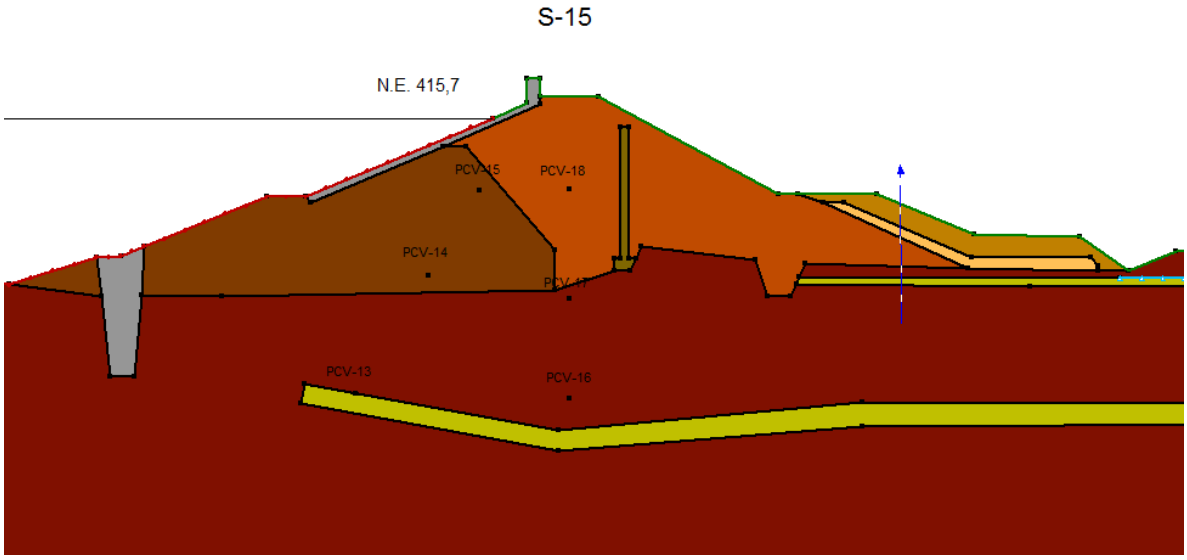


Ilustración 37: S-15 Modelo 15.12

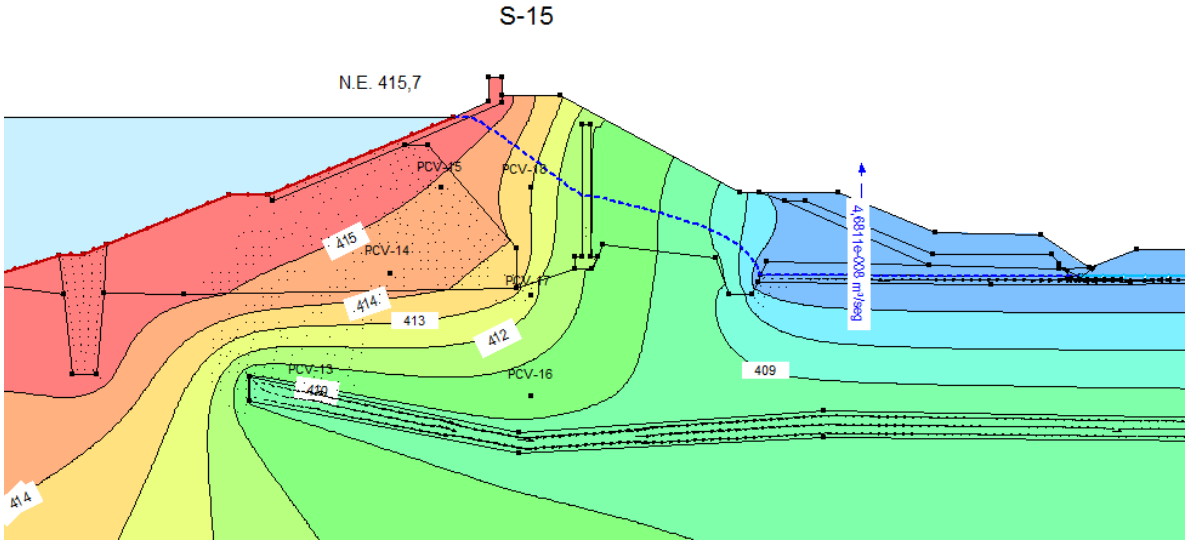


Ilustración 38: S-15 Modelo 15.12 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD:
  - Dren chimenea mucho más permeable (100 veces) en busca de un cambio de las líneas de contorno en la parte superior
- CONCLUSIÓN:
  - Piezómetros ajustados a la perfección excepto los superiores, son variación de 1 y 1,5 m.c.a. El objetivo es reducir el valor del modelo sin alterar los otros 4 piezómetros
  - Valor del aforo se acerca a la realidad con un error tan solo de 0,035 L/min
  - Línea de saturación realista
  - Puede darse como una solución definitiva, con ciertas limitaciones en cuanto a los dos PCV superiores, y pequeñas modificaciones en la geometría y en las permeabilidades. Es necesario comprobar otros modelos con diferente nivel de embalse.

MODELO 15.13 (CAMBIO DE NIVEL DE EMBALSE 414,16 msnm)

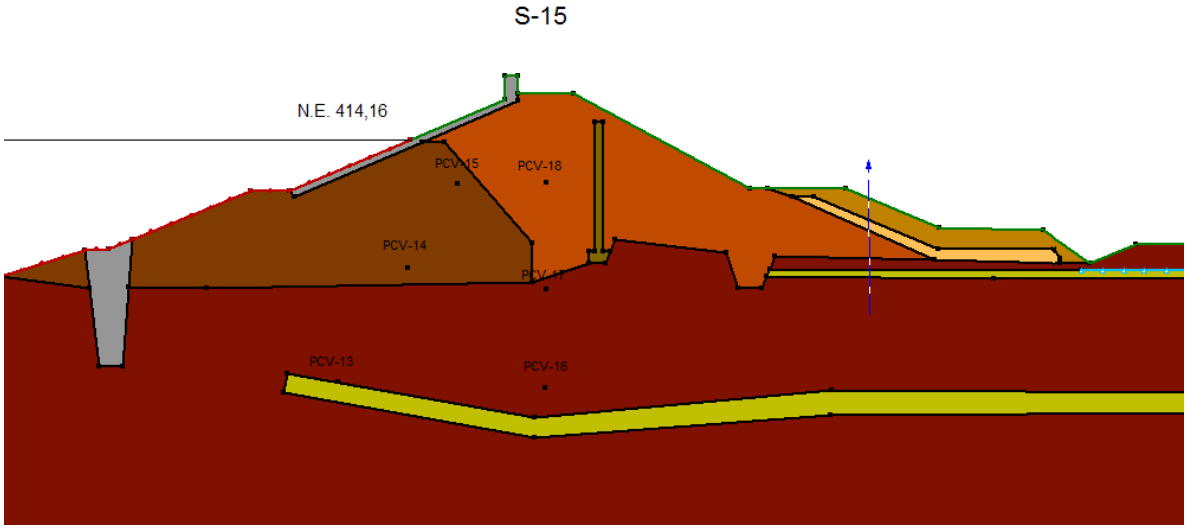


Ilustración 39: S-15 Modelo 15.3

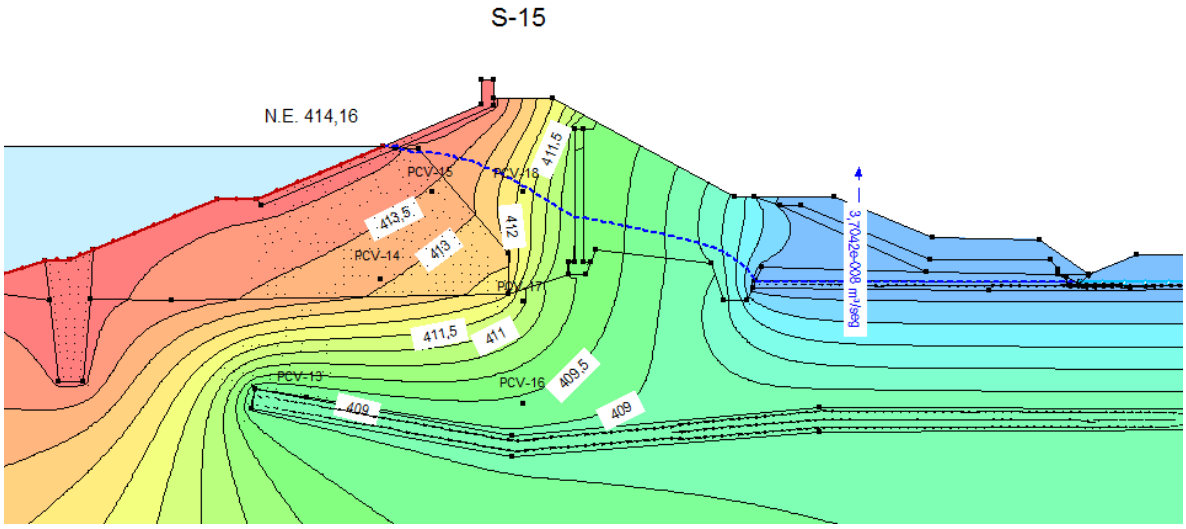


Ilustración 40: S-15 Modelo 15.3 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo 15.2, excepto la altura de la lámina de agua
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto modelo 15.2
- CONCLUSIÓN:
  - En teoría, al haber ajustado con cierto éxito el modelo con el NE de 415,7 m., este modelo tendría que estar próximo a los valores reales, siempre y cuando teniendo un margen de error lógico en este tipo de modelizaciones.
  - Viendo los resultados obtenidos (indicados en el Anejo Nº3), se puede decir que el modelo se ajusta con bastante exactitud a la realidad. Cinco de los seis PCV tienen un error entre 0,2 y 0,8 m.c.a., mientras que el PCV-15 tiene una variación de 1,4 m.c.a.
  - Uno de los inconvenientes es que no existen datos fiables en este mes sobre el valor registrado en el aforo-1. El único dato que se dispone registra una lectura de 0,00 L/min, lo que hace pensar que hay un error de lectura (lo más probable), o que los días de lectura coincidiera con un caudal cero.
  - Se van a proponer ligeras modificaciones en este modelo para intentar ajustar mejor los valores de auscultación, pero sin alterar la sección por peligro a perjudicar al modelo anterior con otro nivel de embalse.

MODELO 15.14

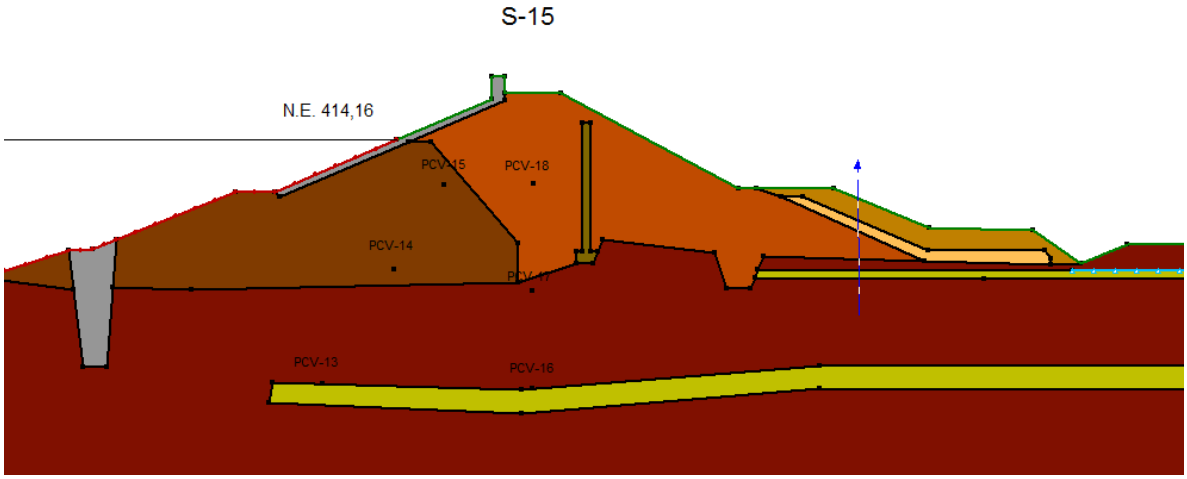


Ilustración 41: S-15 Modelo 15.14

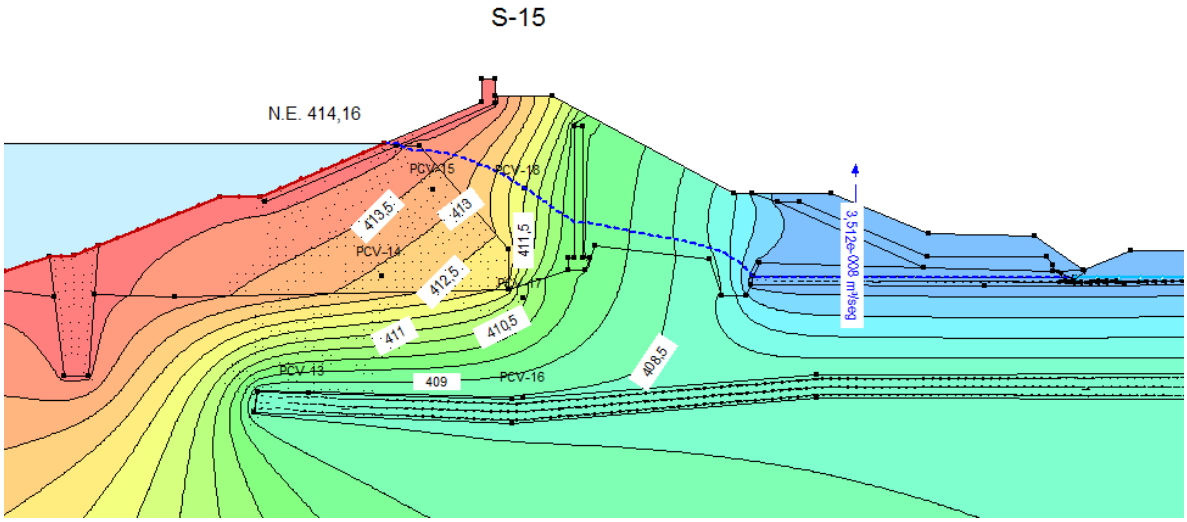


Ilustración 42: S-15 Modelo 15.14 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Ajuste de la franja drenante inferior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - El mero hecho de elevar la capa muy permeable hace que las líneas de contorno se reajusten y compriman hacia aguas arriba, lo que consigue reducir un poco el valor de los piezómetros.
    - En este caso, son 4 los PCV que se ajustan óptimamente, el PCV-18 con una variación de 0,6 m.c.a. el cual puede considerarse ajustado; pero el PCV-15 todavía tiene un error de 1,3 m.c.a.
    - Puede ser una solución apta

MODELO 15.15

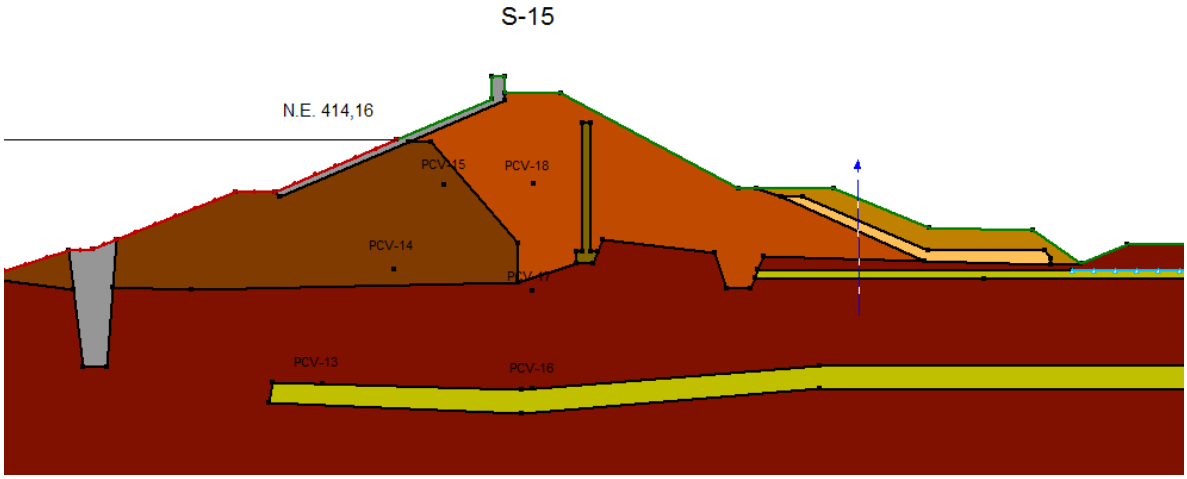


Ilustración 43: S-15 Modelo 15.15

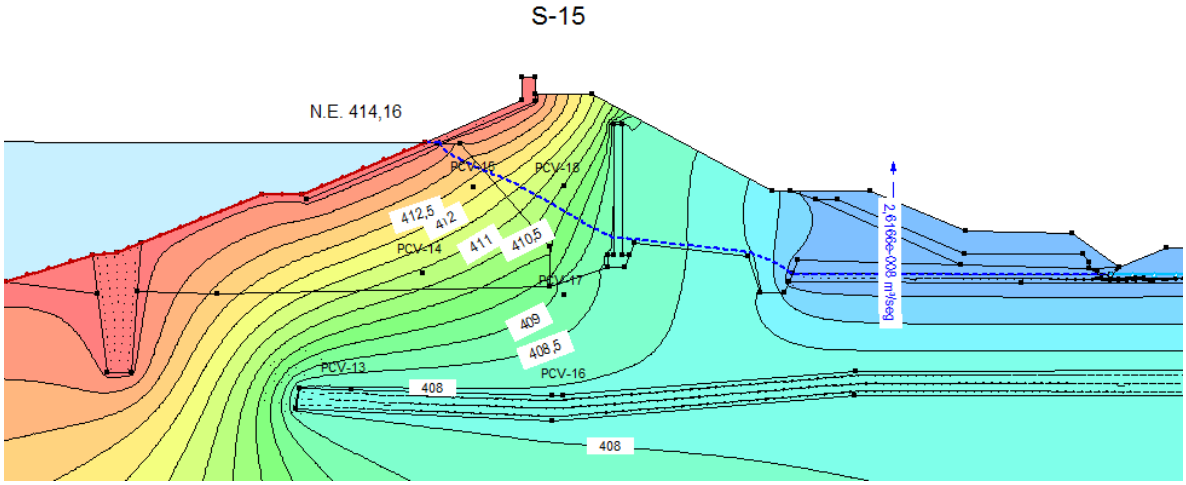


Ilustración 44: S-15 Modelo 15.15 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Núcleo original 5 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - Los resultados de los piezómetros, al ser menos permeable el núcleo de arcillas, cambian radicalmente. En este caso, los PCV superiores se ajustan muy correctamente. Los PCV inferiores se desajustan un poco pero pueden ser modificados alterando la geometría de la franja drenante. Sin embargo, los PCV intermedios, sí que se desajustan notablemente con valores de 1,5 y 1,7 m.c.a. de diferencia
  - Se van a realizar modelos para ver si se pueden mitigar dichas variaciones.

MODELO 15.16

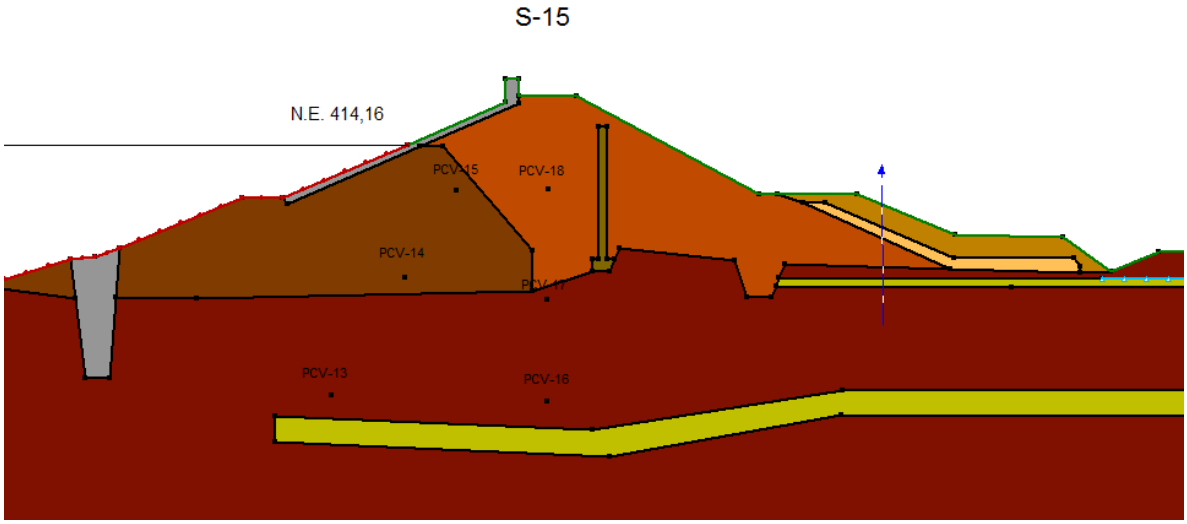


Ilustración 45: S-15 Modelo 15.16

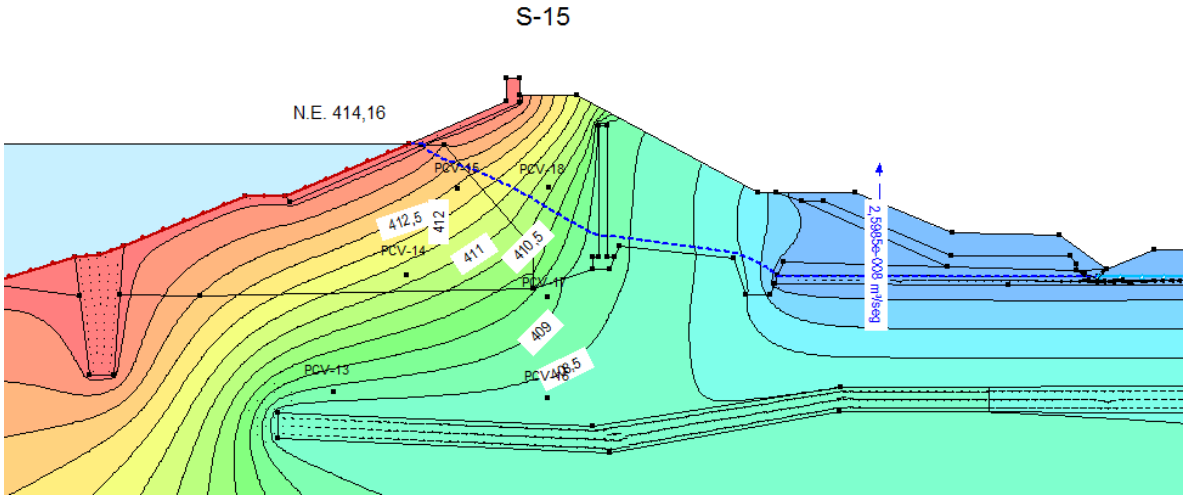


Ilustración 46: S-15 Modelo 15.16 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificación de la franja permeable inferior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - El movimiento de la franja permeable y las líneas de contorno correspondientes, generan un ajuste mejor al modelo anterior con todos los piezómetros. Sin embargo, los intermedios, aunque mejoran, tienen una variación mayor de 1
    - A pesar de esa diferencia, podría ser una de las soluciones aptas

MODELO 15.17

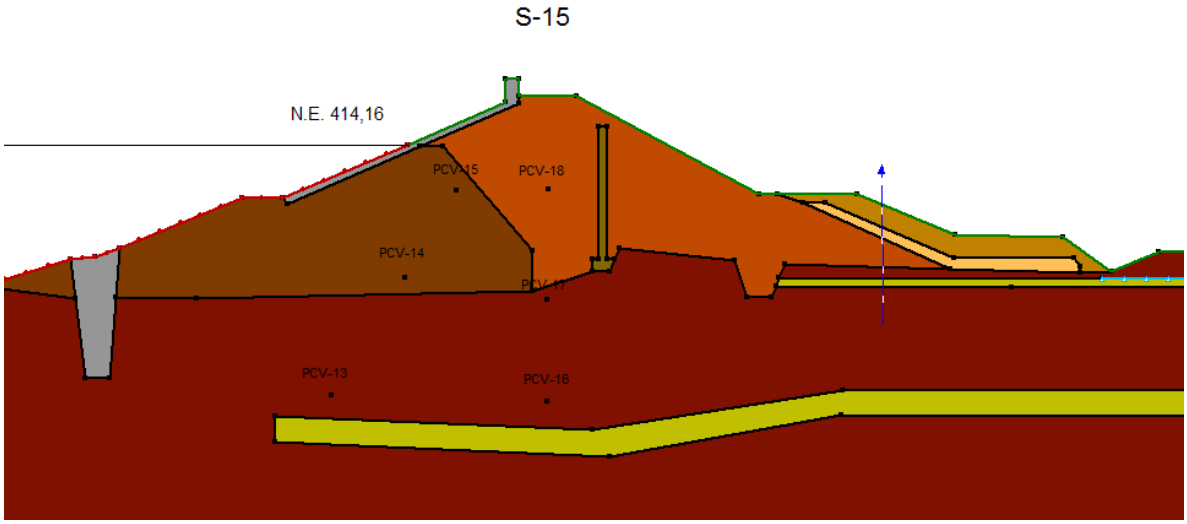


Ilustración 47: S-15 Modelo 15.17

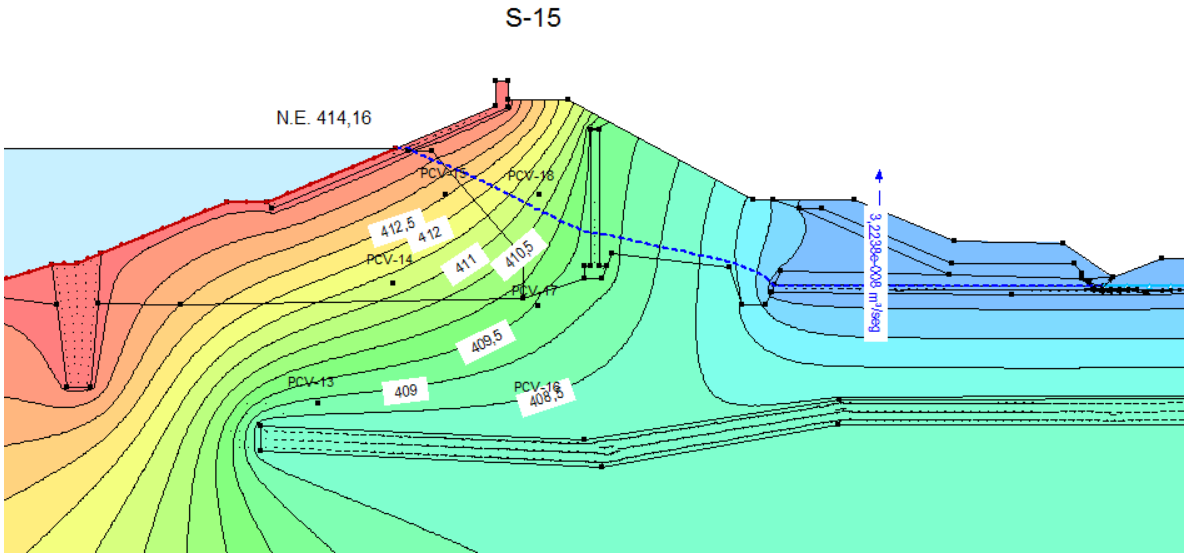


Ilustración 48: S-15 Modelo 15.17 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo de arcilla recrecido 4 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
    - La mayor permeabilidad del núcleo del recrecimiento genera una ligera mejora respecto al modelo anterior, estando tres PCV con el valor óptimo, y sólo uno de ellos por encima de 1 m.c.a.
    - La solución puede considerarse apta también

MODELO 15.18 (NE 415,7 y permeabilidad Modelo 15.17)

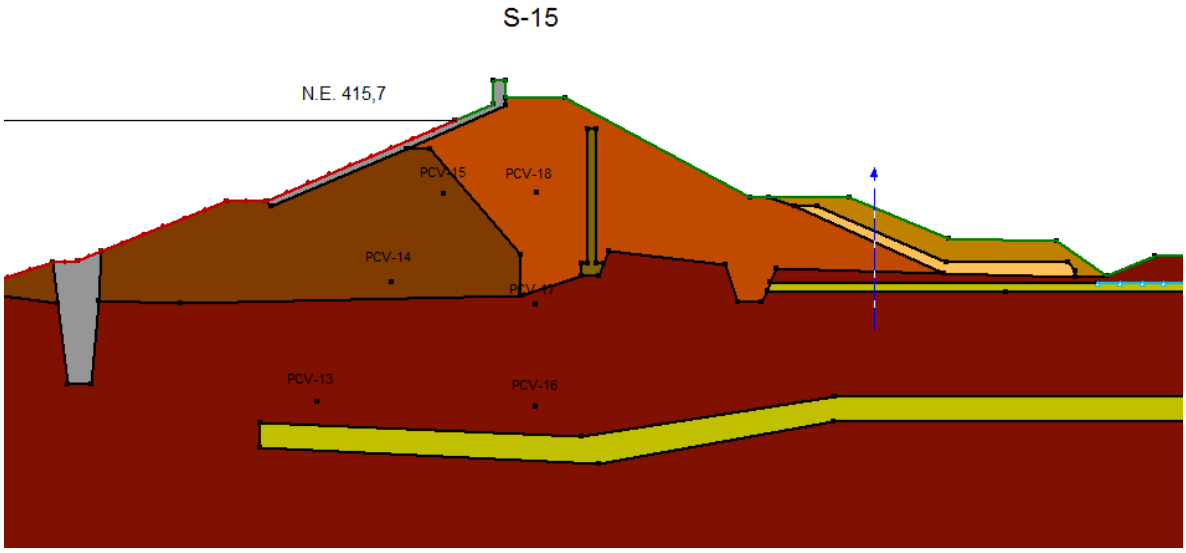


Ilustración 49: S-15 Modelo 15.18

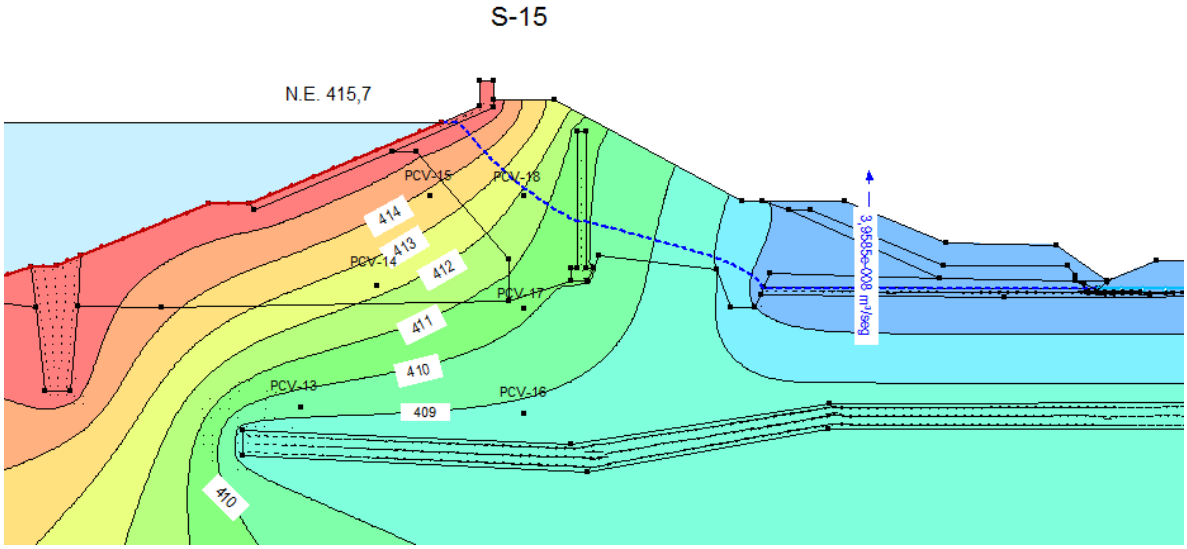


Ilustración 50: S-15 Modelo 15.18 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior 15.17
- PERMEABILIDAD:
  - Idéntica al modelo anterior 15.17
- CONCLUSIÓN:
  - Se pretende comprobar con este modelo si las características que cumplen con el modelo 15.17 (NE 414,16), son adecuadas con un nivel de embalse distinto.
  - Los resultados no son muy óptimos, son sólo tres piezómetros cumpliendo, pero los otros tres varían suficiente como para ser no ser considerados idóneos.
  - Caudal registrado en el aforo muy ajustado.

MODELO 15.19 (NE 415,7 y permeabilidad modelo 15.14)

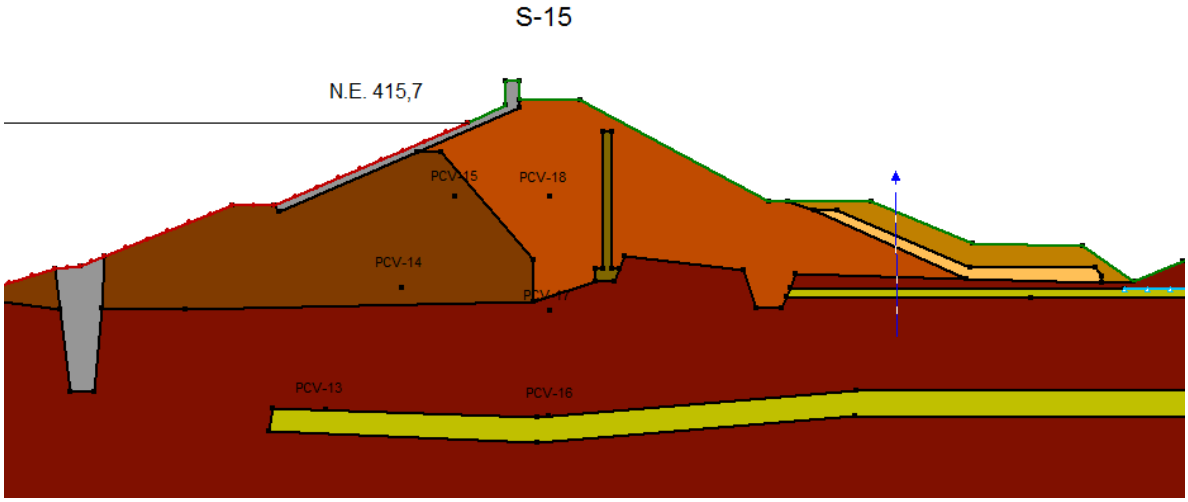


Ilustración 51: S-15 Modelo 15.19

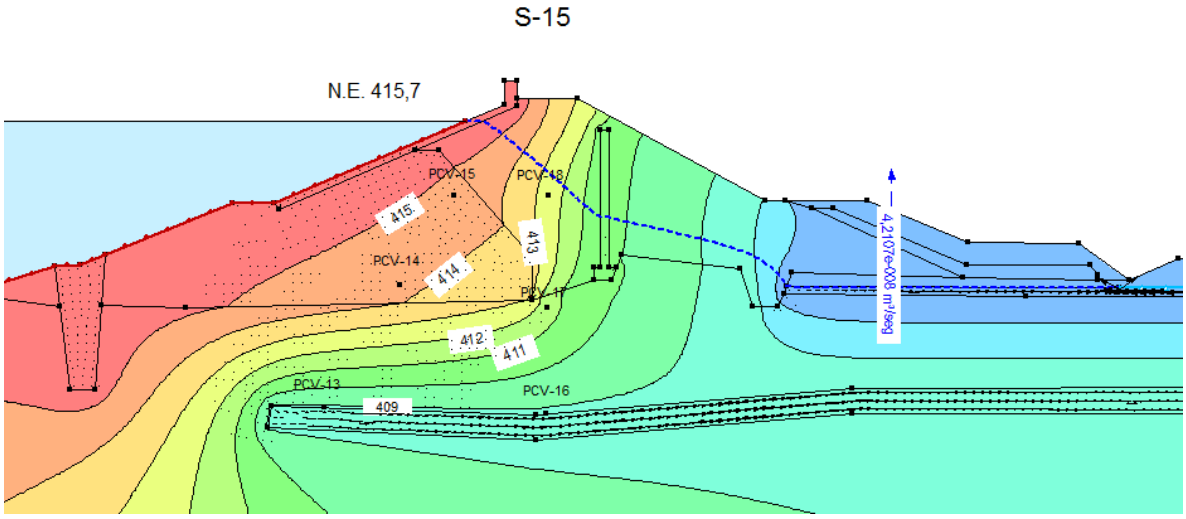


Ilustración 52: S-15 Modelo 15.19 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica modelo 15.14
- PERMEABILIDAD:
  - Idéntica modelo 15.14
- CONCLUSIÓN:
  - Se pretende comprobar con este modelo si las características "óptimas" para el NE 414,16 del modelo 15.14, son "óptimas" también con el NE 415,7
  - Los resultados se aproximan más a la realidad respecto al modelo anterior 15.18 que también comparaba los supuestos con otro nivel de embalse.
  - Podrían considerarse correctos todos los valores, aunque es cierto que los PCV 15, 16 y 18 podrían estar más ajustados. Sin embargo, están en torno a sólo 1 m.c.a. lo cual es un buen resultado.
  - La permeabilidad de este modelo corresponde con la que se consideró como una de los más óptimos en los primeros tanteos con NE 415,7. Además, la única modificación que existe en la geometría que es relativo a la capa drenante, ajusta más aun todos los piezómetros en su conjunto.
  - Caudal registrado del aforo ajustado
  - Este modelo, junto con 15.14, pueden considerarse como los más óptimos y ajustados para los niveles de embalse de 415,7 y 414,16 respectivamente
  - Se va a tantear otro modelo con un nivel de embalse por debajo de 414 para corroborar este modelo como el más ajustado, aunque es cierto que los piezómetros como mejor trabajan es cuanto mayor volumen de agua exista.

MODELO 15.20 (CAMBIO DE NIVEL DE EMBALSE 413,24 msnm)

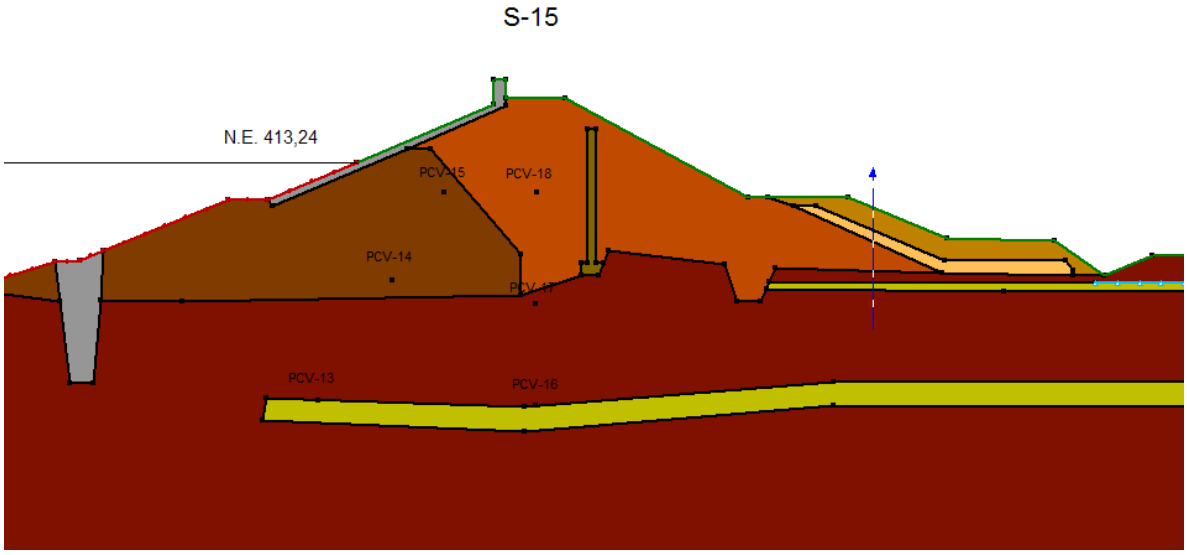


Ilustración 53: S-15 Modelo 15.20

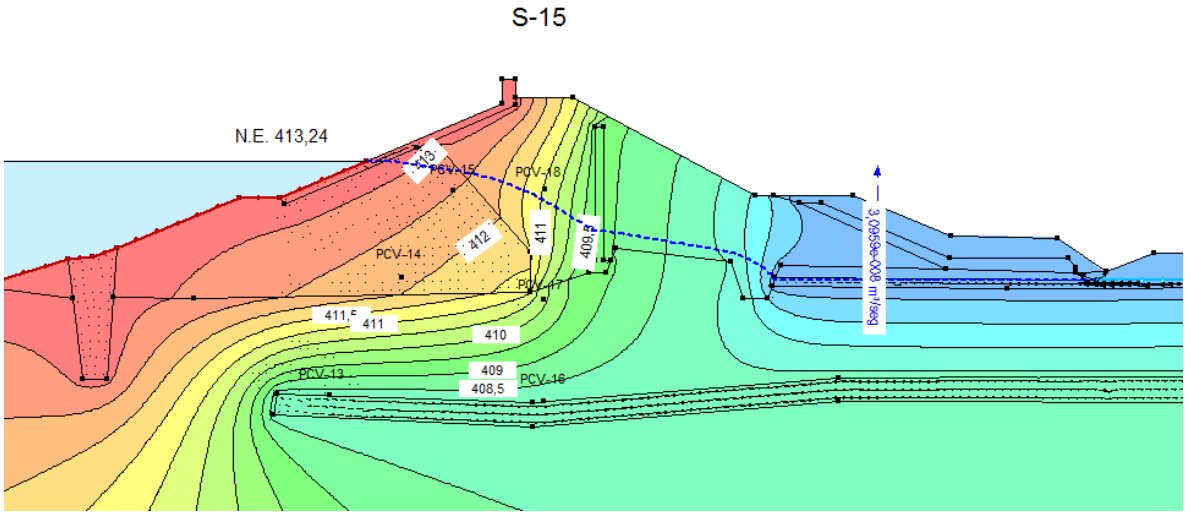


Ilustración 54: S-15 Modelo 15.20 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica modelo 15.14 y 15.19
- PERMEABILIDAD:
  - Idéntica modelo 15.14 y 15.19
- CONCLUSIÓN:
  - Se pretende corroborar los resultados obtenidos en el modelo 15.14 y 15.19 con la geometría y las permeabilidades correspondientes, pero con un nivel de embalse menor, de 413,24 msnm.
  - Los resultados indicados en el anejo y en la ilustración anterior indican un ajuste muy óptimo, pues los valores modelizados tienen un error comprendido entre 0 y 1 m.c.a. respecto a los valores reales.
  - Se certifica que la sección escogida se aproxima en un porcentaje muy alto con la realidad, por lo que se establecen como definitivos los valores correspondientes a la sección 15.
  - El caudal registrado por el aforo se ajusta muy favorablemente al valor real.

8.3. MODELOS SECCIÓN S-22

MODELO INICIAL 22.0

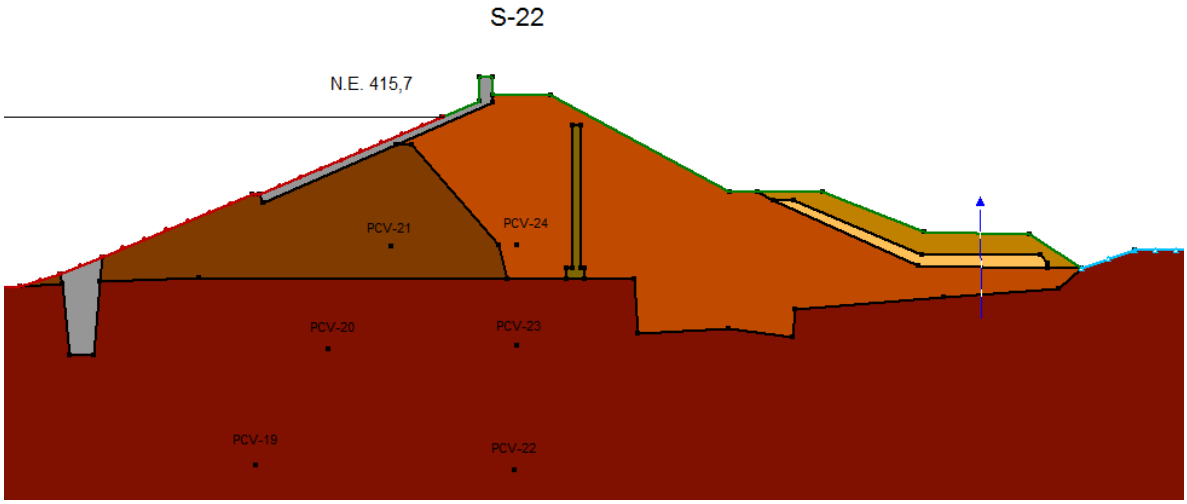


Ilustración 55: S-22 Modelo Inicial 22.0

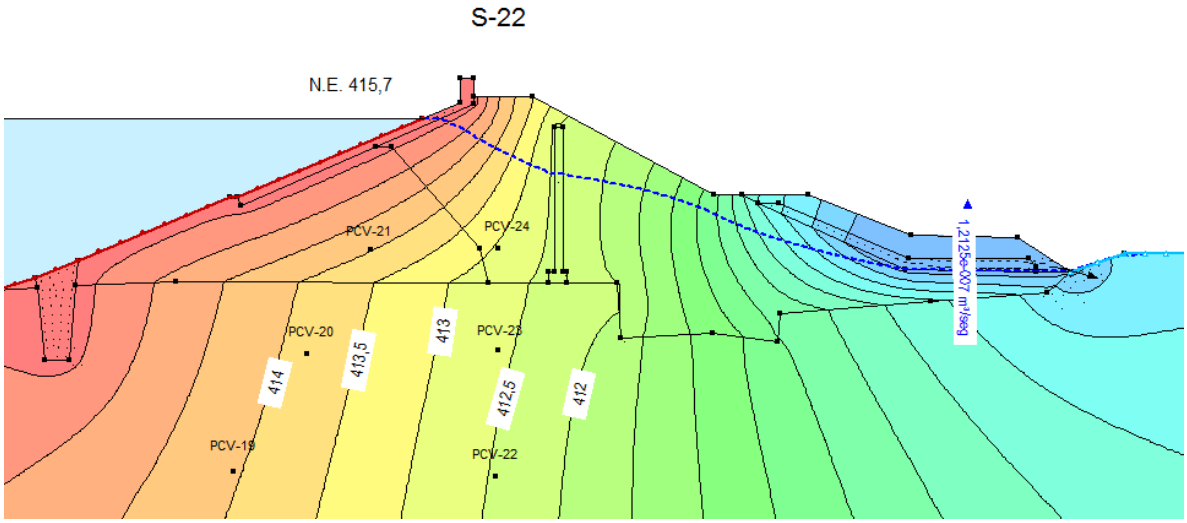


Ilustración 56: S-22 Modelo Inicial 22.0 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Sin modificaciones
- PERMEABILIDAD:
  - Tanteo con las permeabilidades comunes para los materiales expuestas apartados atrás
- CONCLUSIÓN:
  - Dos valores precisos, dos valores no muy alejados de lo buscado (+2 mca), y dos valores totalmente erróneos (+6 mca), junto al valor del aforo.
  - Necesario cambiar geometría y permeabilidad.
  - Línea de saturación realista.

MODELO 22.1

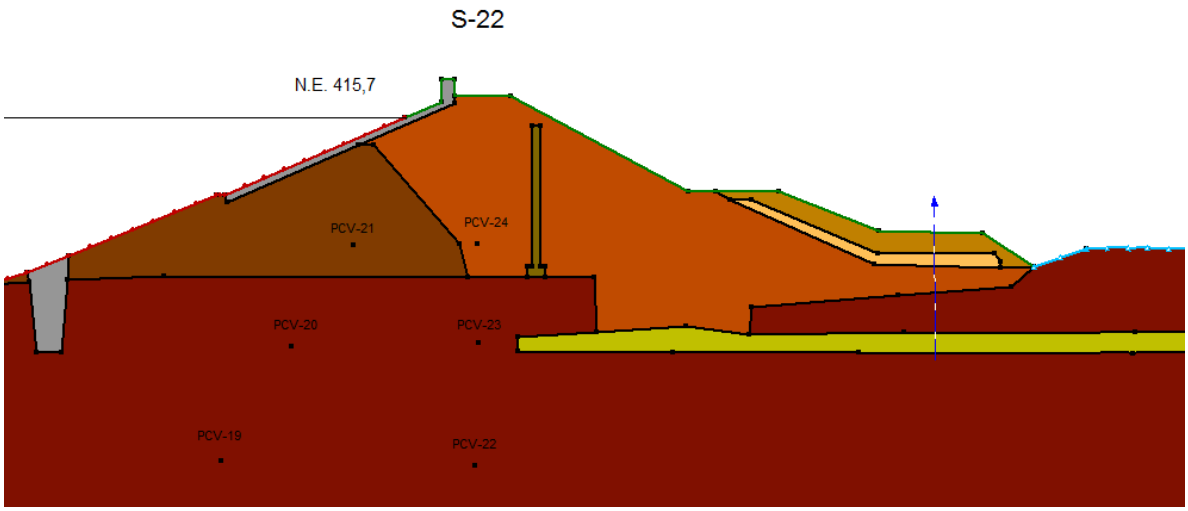


Ilustración 57: S-22 Modelo 22.1

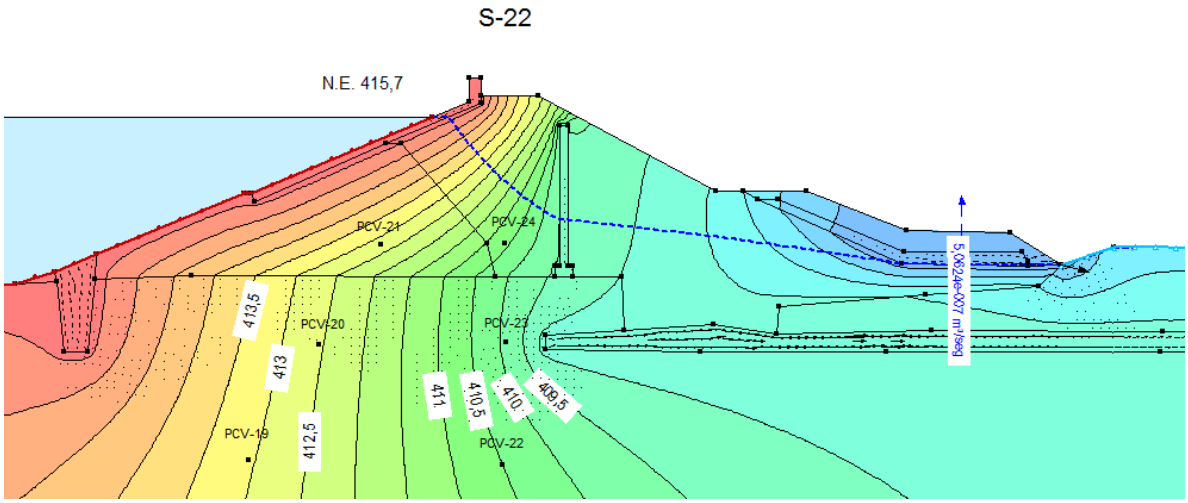


Ilustración 58: S-22 Modelo 22.1 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se añade una capa drenante en el terreno a la altura del PCV-23
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - La capa drenante hace prever que ayudará a ajustar parte de los sistemas, por lo que se asegura que existe una conducción permeable en el terreno como mínimo.
  - Los planos de resistividad eléctrica no muestran que exista una clara conducción de agua en el terreno, ni a la altura del dren chimenea, ni donde la zanja nº1.
  - Los valores de PCV se reducen, aunque siguen habiendo un desajuste en la mitad de ellos.
  - El valor del aforo difiere del real en un 300%

MODELO 22.2

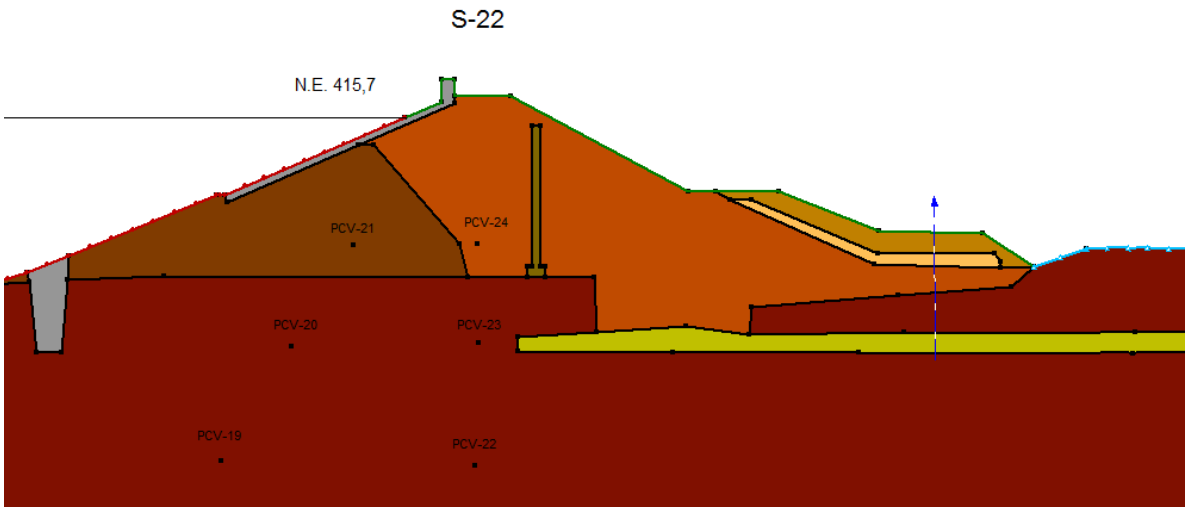


Ilustración 59: S-22 Modelo 22.2

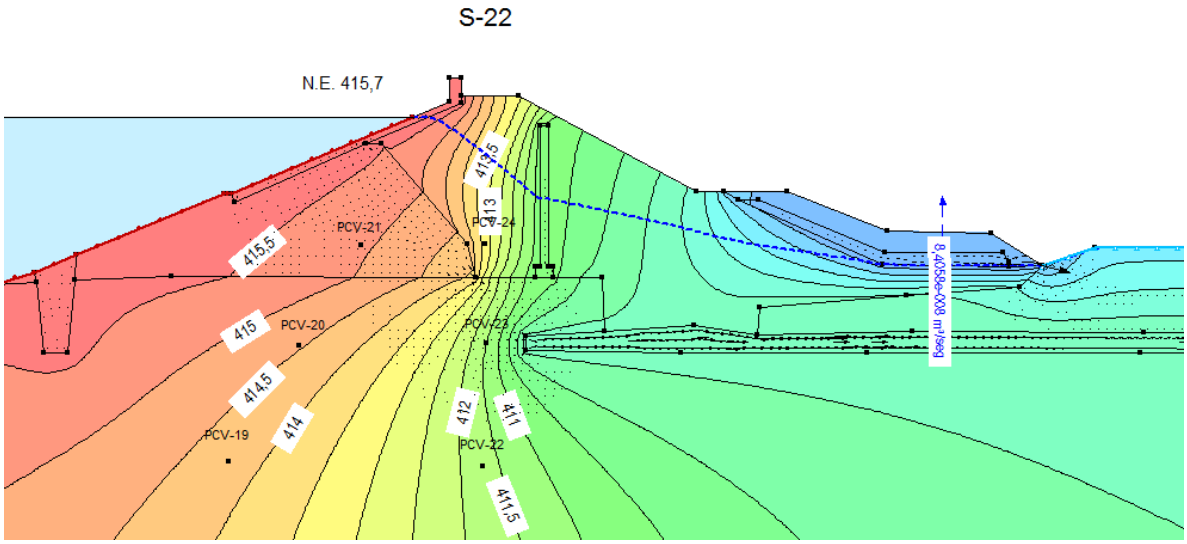


Ilustración 60: S-22 Modelo 22.2 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD:
  - Se usan las permeabilidades establecidas como óptimas de la sección 15
- CONCLUSIÓN:
  - Dichas permeabilidades generan unos resultados peores a los anteriores, aunque es cierto que se ajustan mejor en cuanto a la disposición, es decir, que los de aguas arriba cuanta mayor cota tienen, mayor presión registran; y los de aguas abajo se observa que el inferior es menor que el superior, y el intermedio con la capa drenante reduce su valor.
  - Aunque con las permeabilidades de la S-15 los valores no se ajustan mejor (diferencias entre 1 y 6 mca), se van a tomar de referencia, de tal modo que tenga que modificarse la geometría, o sólo ligeramente las permeabilidades.
  - El valor del aforo mejora, aunque con un error notorio de 0,3 L/min.

MODELO 22.3

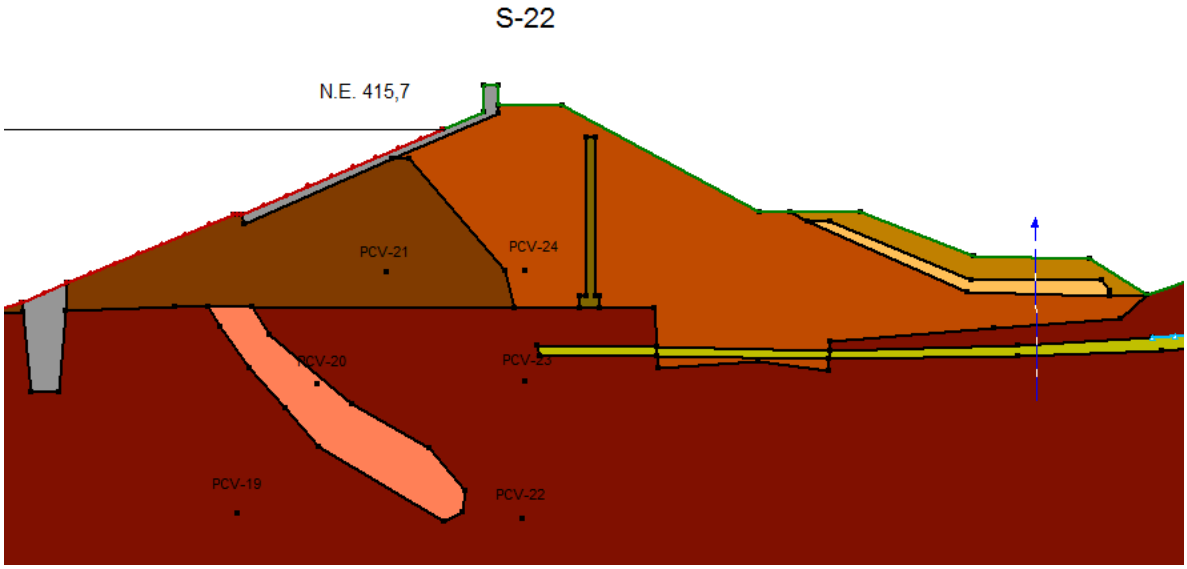


Ilustración 61: S-22 Modelo 22.3

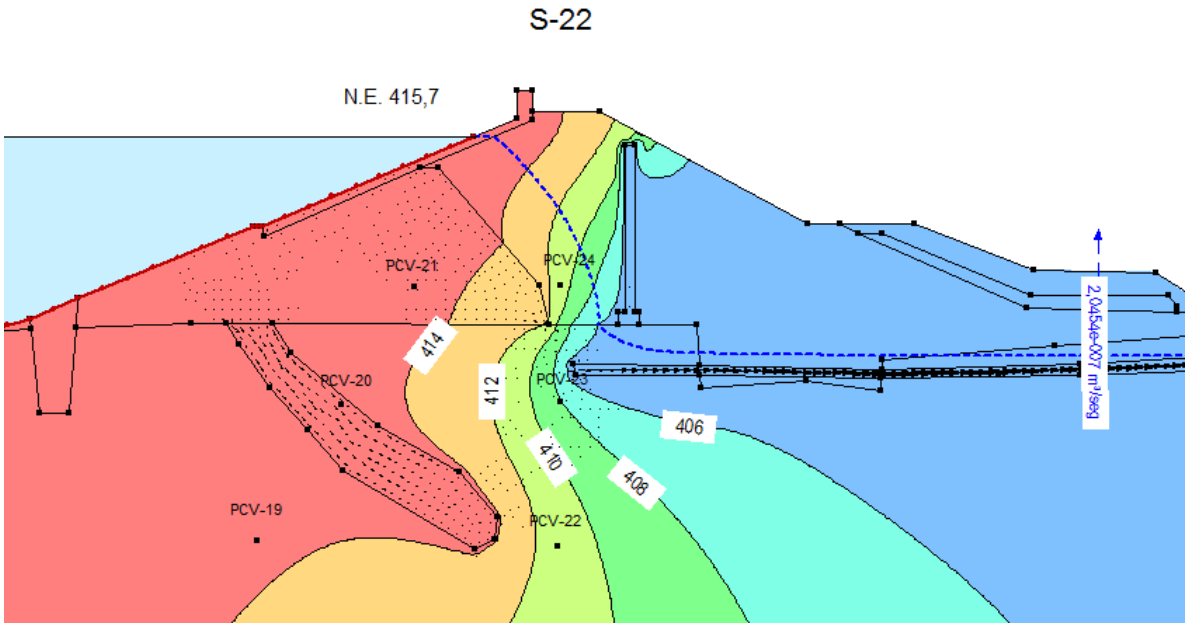


Ilustración 62: S-22 Modelo 22.3 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se añade una zona más permeable (rosa)
- PERMEABILIDAD:
  - Zona permeable nueva (rosa) de $1x10^{-5}$ m/s
- CONCLUSIÓN:
  - Se pretende con esa zona permeable aumentar la presión en el PCV-20 (+2 mca) y sobretodo en el PCV-22 (+0,5 mca).
  - La idea parece lógica aunque aún es necesario afinar el modelo en busca de resultados que se acerquen a los reales, pues la diferencia con este modelo es considerable.
  - El valor del aforo empeora con una diferencia del 100% del valor
  - Se puede pensar que existe una franja permeable bajo los piezómetros inferiores que ayude a reducir el valor del PCV-19 ya que tiene casi +6 mca de diferencia

MODELO 22.4

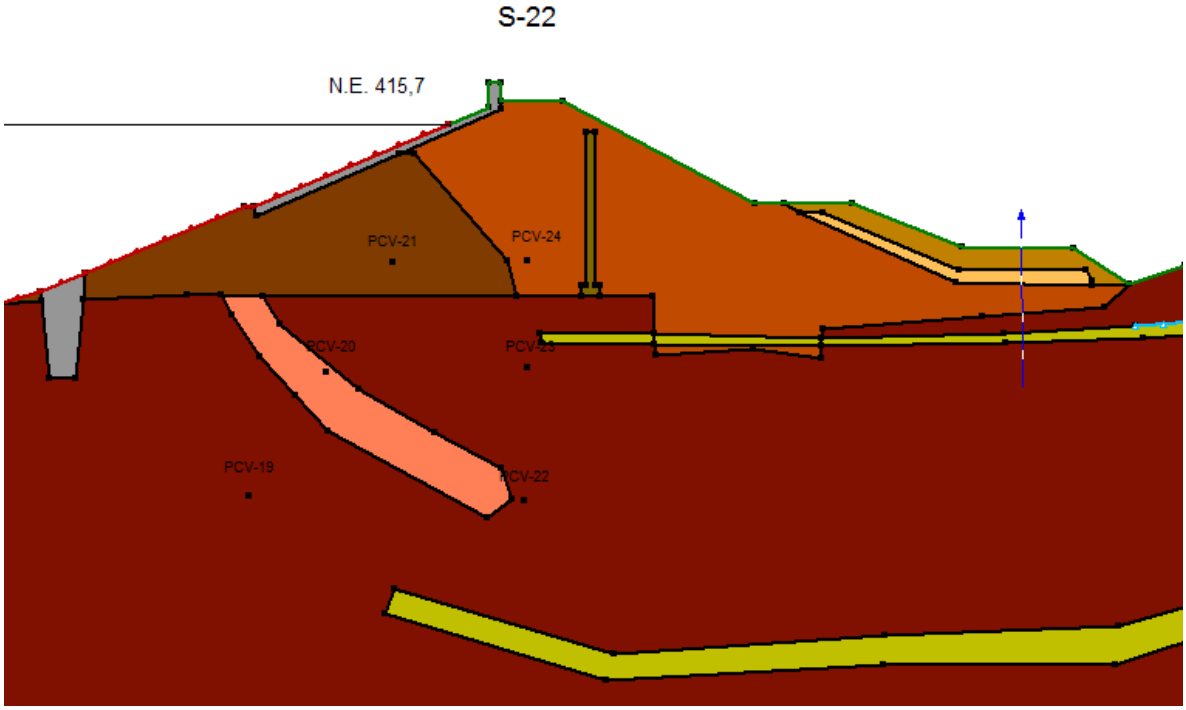


Ilustración 63: S-22 Modelo 22.4

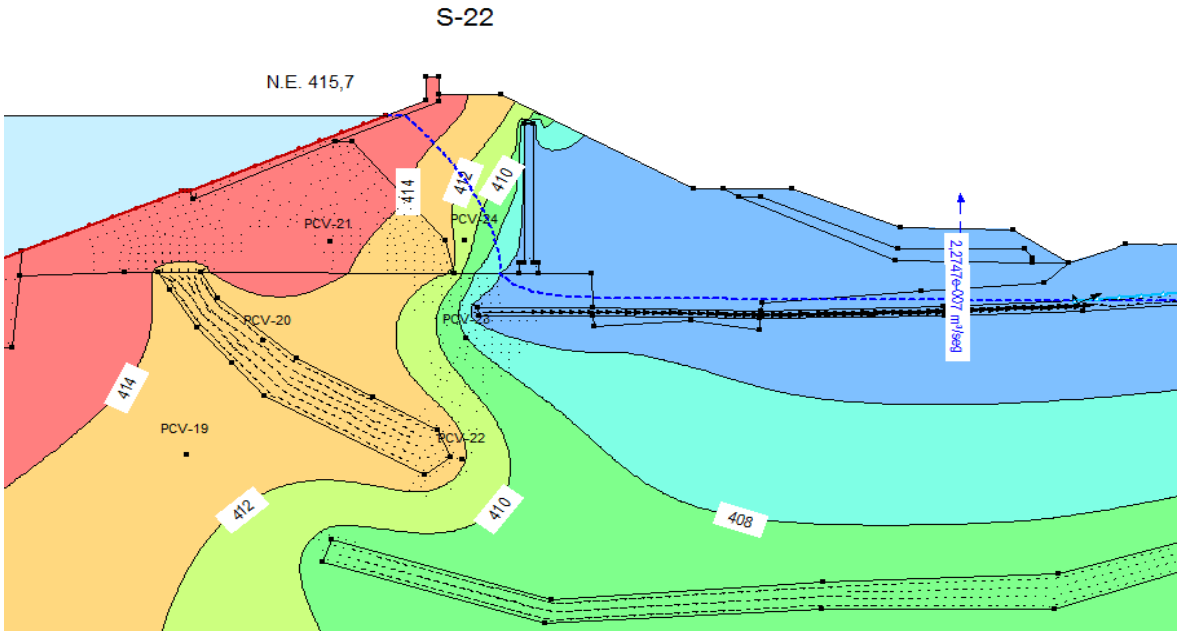


Ilustración 64: S-22 Modelo 22.4

- GEOMETRÍA:
  - Se añade una capa permeable entre las cotas 385 y 390
- PERMEABILIDAD:
  - Esta nueva capa permeable (amarilla) de $1x10^{-4}$ m/s
- CONCLUSIÓN:
  - Planteando este modelo, se piensa lo siguiente:
    - Analizando la tomografía, no se aprecia una clara circulación de agua en ninguno de los dos planos. Si acaso, leve flujo repartido bajo el dren chimenea y en el terreno. Esto hace pensar que la franja superior no recoge toda el agua de las filtraciones.
    - Por otro lado, esa capa más inferior, junto con la zona permeable bajo el núcleo original, parecen aproximas más las líneas de contorno a una solución coherente, aunque los resultados no sean del todo satisfactorios.
  - Se va a cambiar la condición de contorno a la capa más inferior, aunque puede ir en detrimento del caudal del aforo.

MODELO 22.5

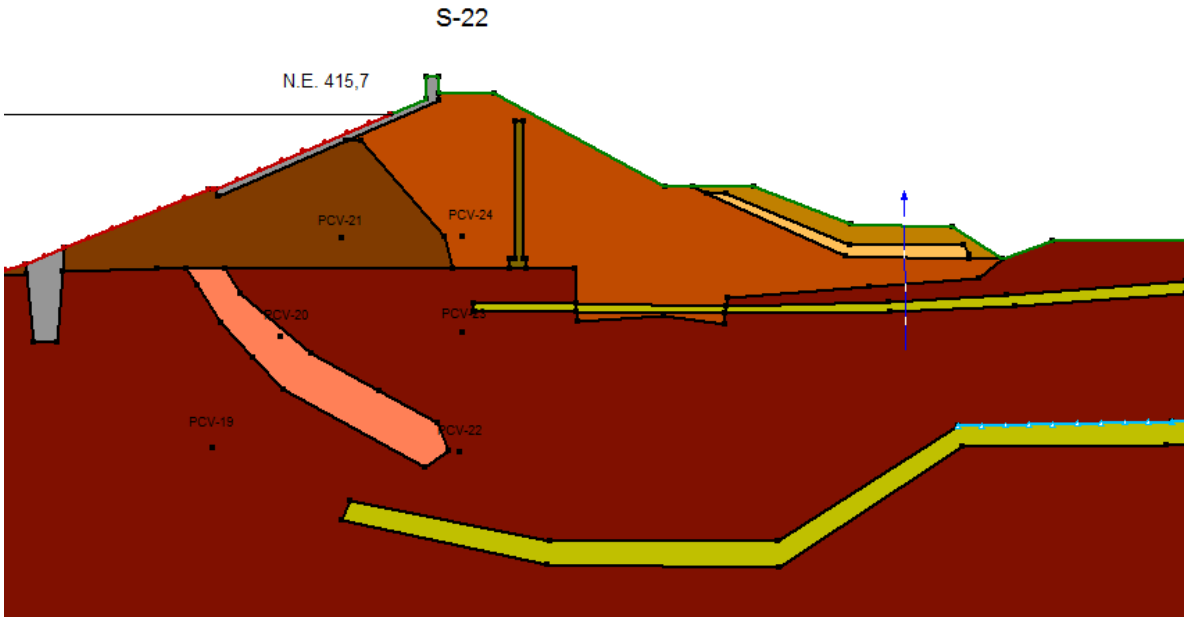


Ilustración 65: S-22 Modelo 22.5

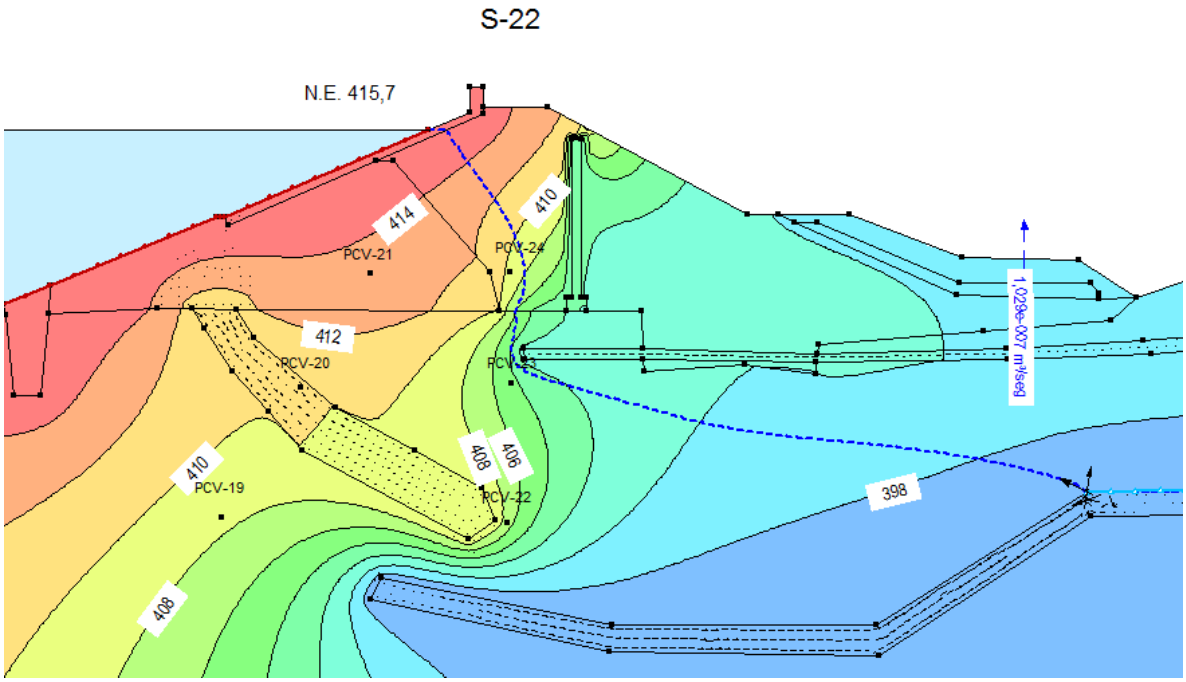


Ilustración 66: S-22 Modelo 22.5 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Se modifican las zonas permeables
- PERMEABILIDAD (respecto al modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - En primer lugar, se sitúa la zona de la condición de contorno a más cota con el objetivo de que el valor del aforo registre un valor más alto, sin embargo, no se consigue.
    - Los valores de los piezómetros se ajustan por debajo de 1 m.c.a. en la parte más aguas arriba, y los de la derecha aún tienen diferencias sustanciales.
    - Se buscan nuevas alternativas.

MODELO 22.6

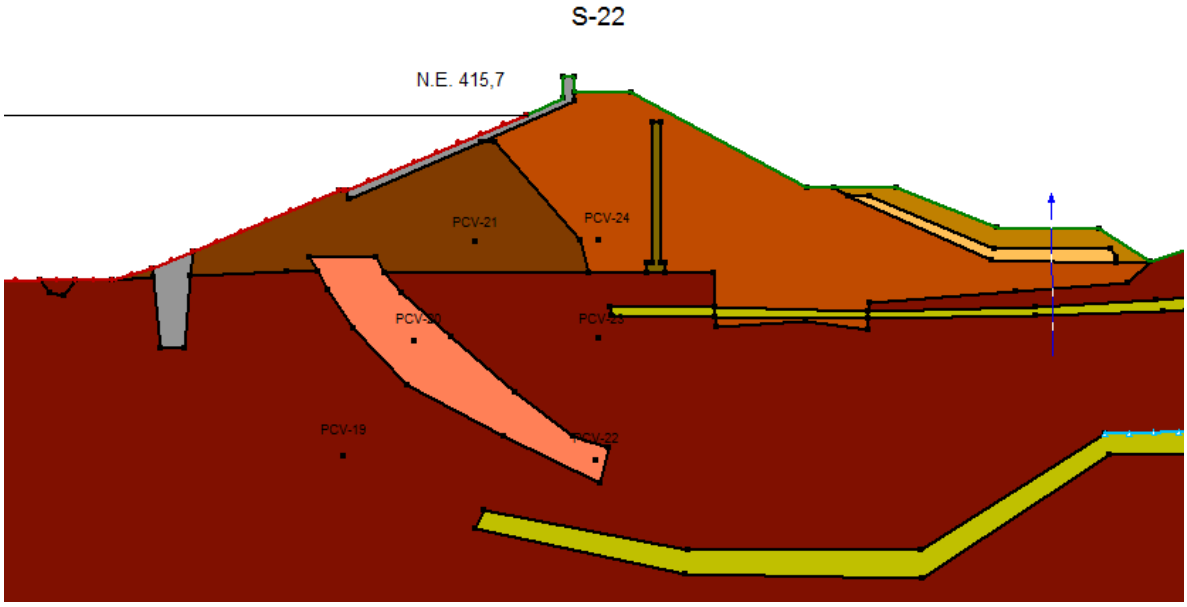


Ilustración 67: S-22 Modelo 22.6

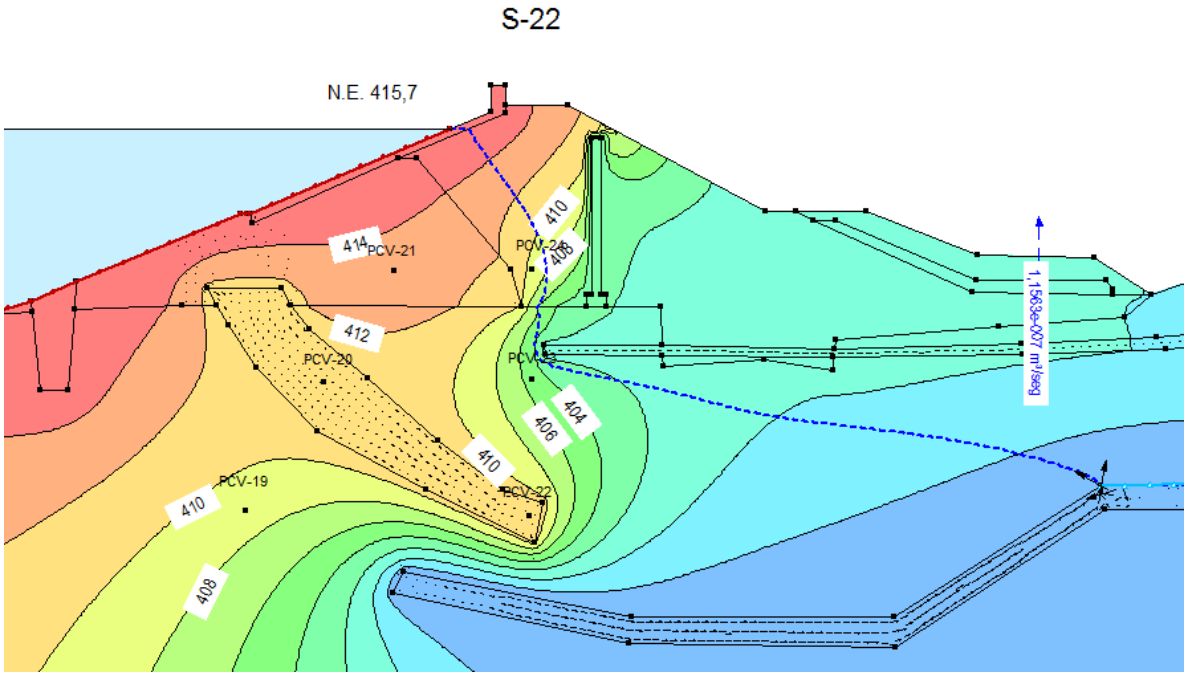


Ilustración 68: S-22 Modelo 22.6 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifican las zonas permeables
- PERMEABILIDAD (respecto al modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Esta disposición se ajustan en mayor medida a los resultados reales, estando 4 de ellos por debajo de 0,5 m.c.a., y dos por encima de 1 m.c.a., que son el PCV-23 y 24.
  - El valor del aforo no registra valores óptimos.
  - Se siguen realizando modelos hasta encontrar el más ajustado posible.

MODELO 22.7

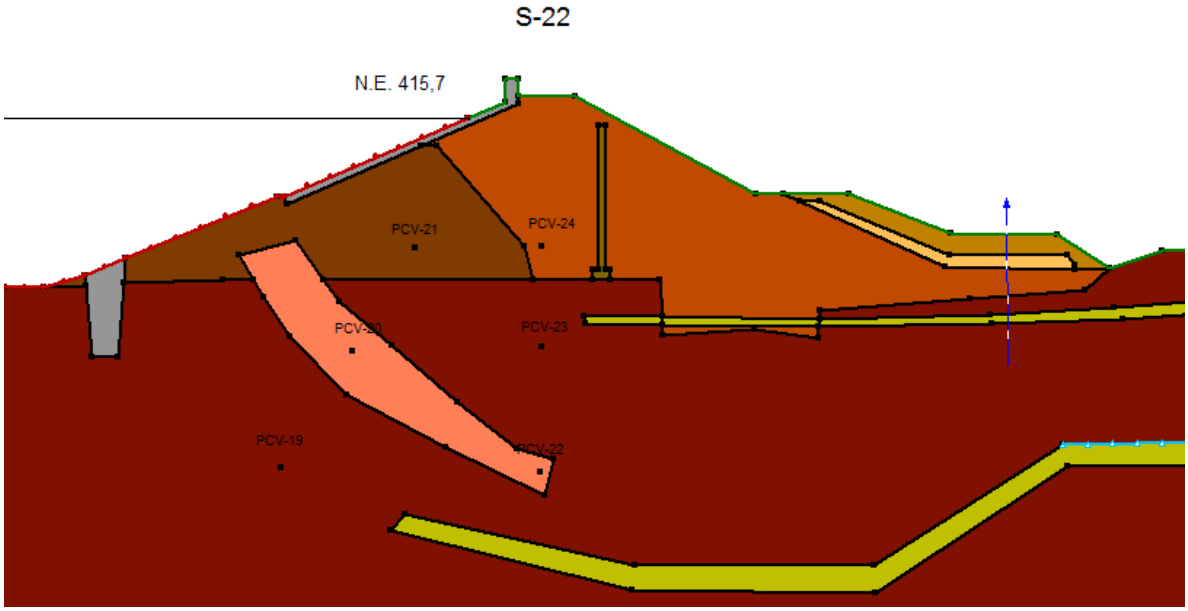


Ilustración 69: S-22 Modelo 22.7

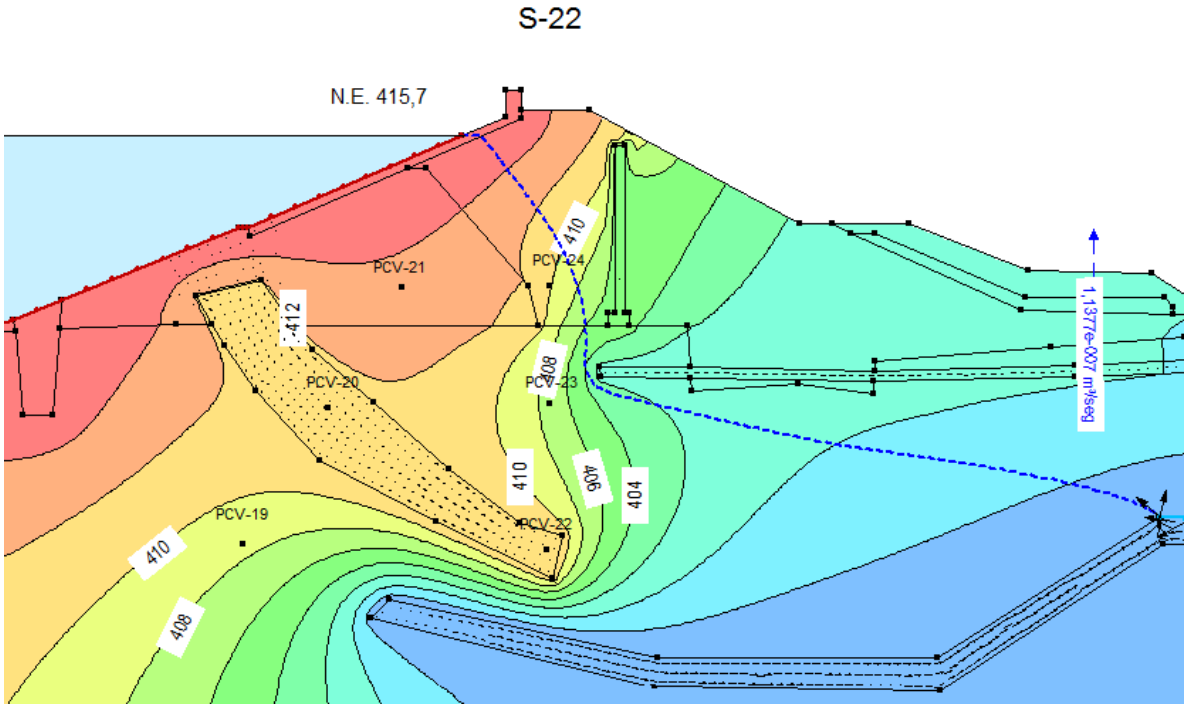


Ilustración 70: S-22 Modelo 22.7 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Se modifican las zonas permeables
- PERMEABILIDAD (respecto al modelo anterior):
    - Núcleo recrecido un poco más permeable
- CONCLUSIÓN:
    - Los cuatro piezómetros ajustados siguen teniendo valores óptimos, mientras que el 23 y 24 mejoran levemente su valor, aunque todavía necesitan modificaciones.

MODELO 22.8

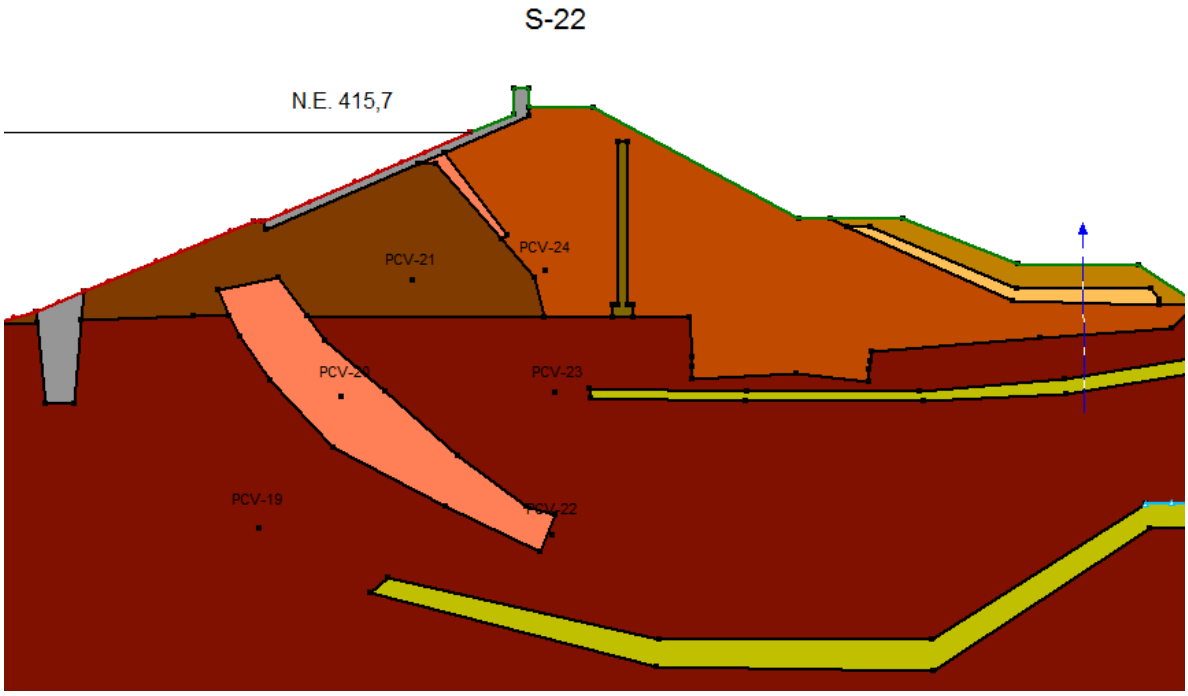


Ilustración 71: S-22 Modelo 22.8

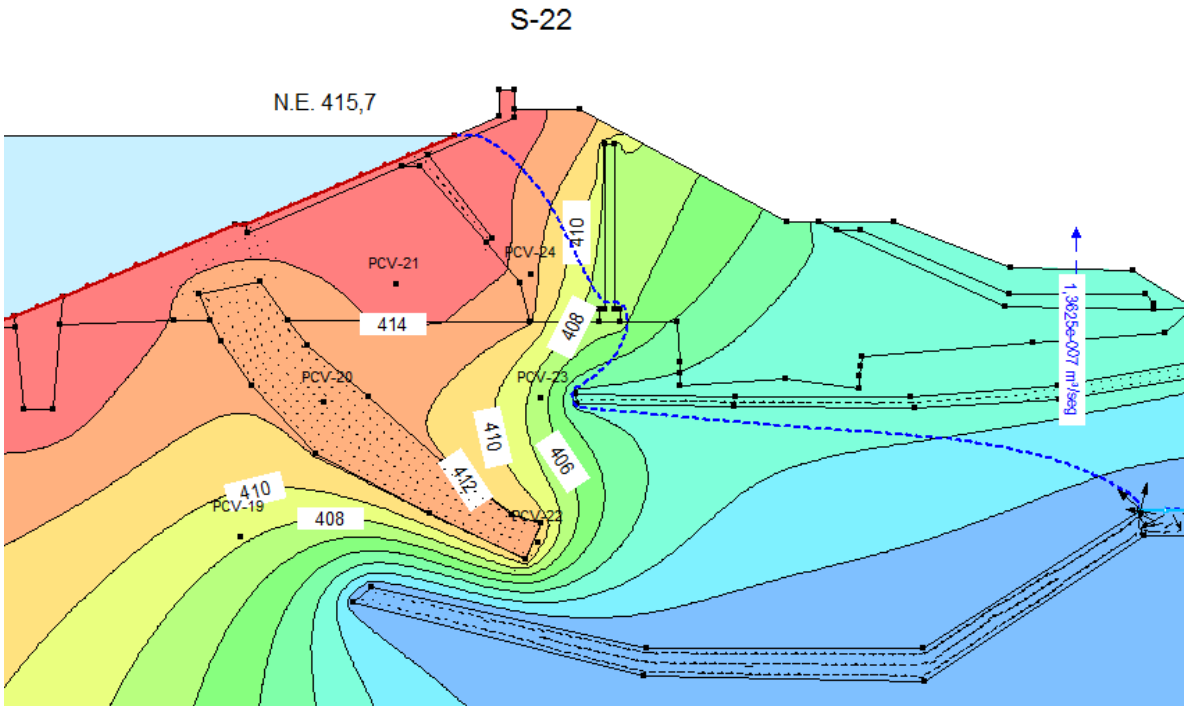


Ilustración 72: S-22 Modelo 22.8 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifican levemente las tres zonas permeables
  - Se añade un pequeño elemento permeable sobre el núcleo original de permeabilidad $1x10^{-5}$ m/s
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Núcleo recrecido un poco más impermeable.
- CONCLUSIÓN:
  - Las modificaciones se ajustan a los valores buscados, pues se obtienen unas variaciones respecto a los valores reales de 0 a 0,3 m.c.a., y en un caso 0,7.
  - El resultado del aforo no es mu óptimo, con un error del 25% aunque se expondrán las probables causas en las conclusiones.
  - La zona permeable inferior se ha planteado con esa rampa en el tramo final por buscar incrementar el caudal de las filtraciones en el aforador, pero no parece que sea de gran ayuda, por lo que podría plantearse más horizontal la capa.
  - Se considera como definitiva esta sección y permeabilidades.
  - Se comprueban los resultados de diferentes niveles de embalse.

MODELO 22.9 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 414,16 msnm)

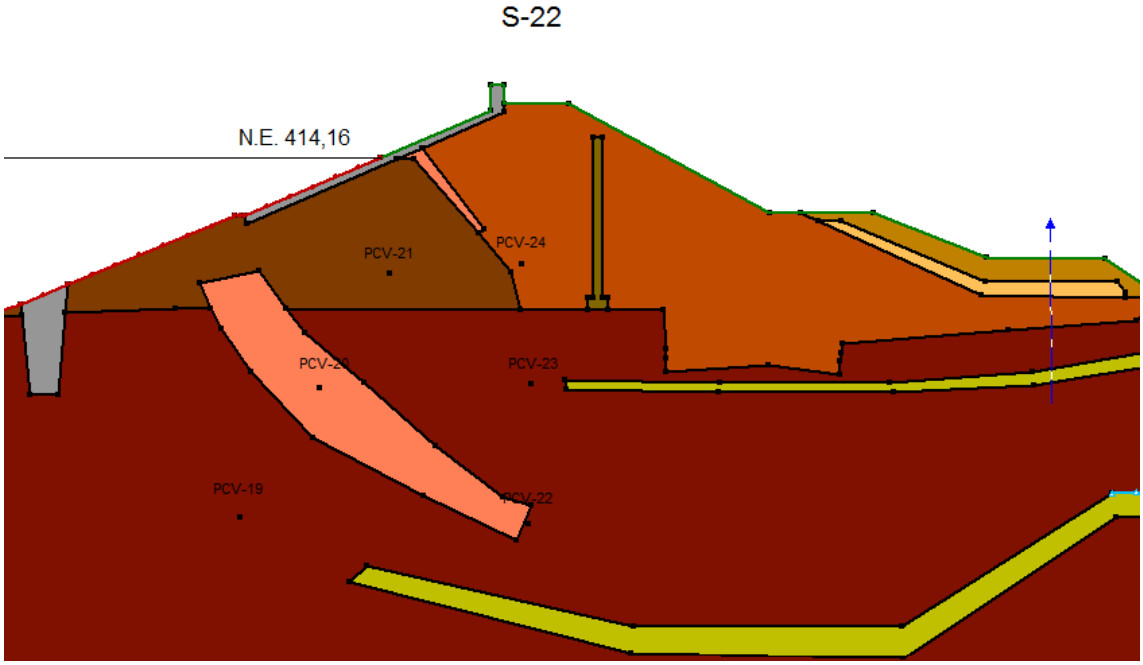


Ilustración 73: S-22 Modelo 22.9

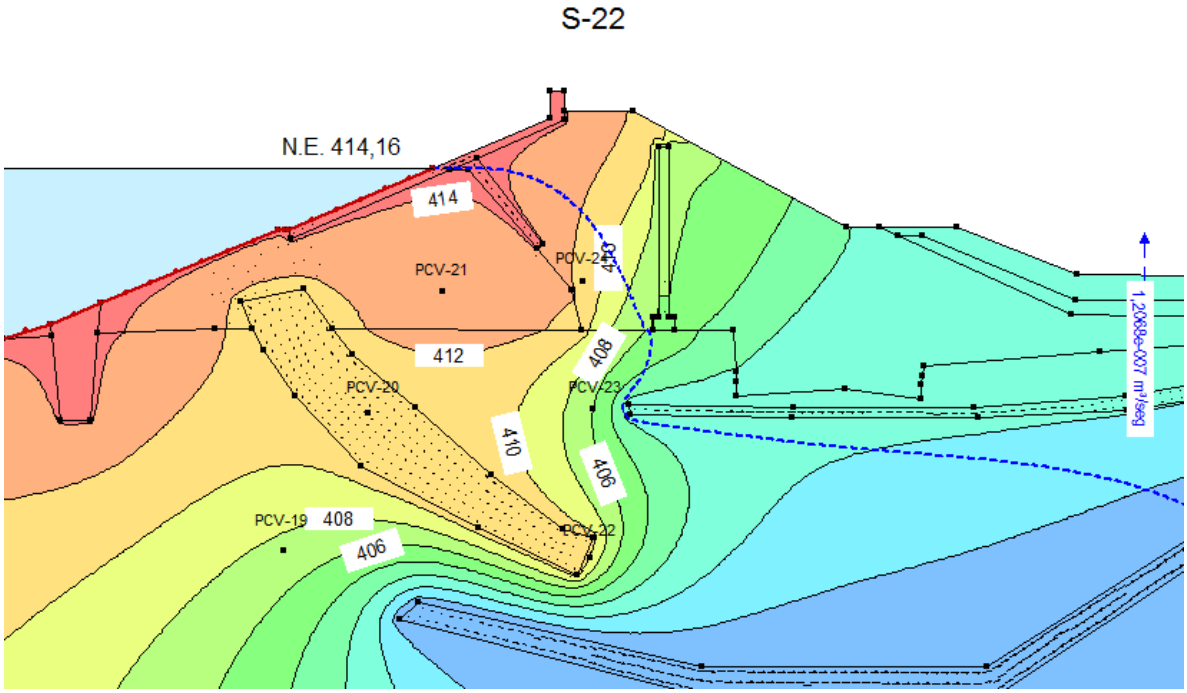


Ilustración 74: S-22 Modelo 22.9 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se mantiene la pequeña franja permeable sobre el núcleo original como modelo 22.8
- PERMEABILIDAD:
  - Misma permeabilidad de la franja sobre núcleo que la que se encuentra bajo el mismo. $1x10^{-5}$ m/s
  - Resto de permeabilidades sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Analizando este modelo con las características del modelo anterior, los PCV registraban valores muy correctos salvo el PCV-24, el cual tenía una variación de casi 2 m.c.a. Por ello se plantea la inclusión de esa pequeña zona permeable que ayude a conseguir un valor más elevado.
  - No se trata de una solución descabellada, ya que en los otros N.E., al ser anteriores en tiempo, puede que no se haya desarrollado esa capa por la que se filtre el agua y genera un valor mayor en el PCV-24
  - Con esta modificación, los piezómetros registran valores con una diferencia menor a 0,5 m.c.a. respecto al valor real, por lo que se establece como definitiva.
  - El valor del aforo se comentará en el apartado de conclusiones.

MODELO 22.10 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 413,24 msnm)

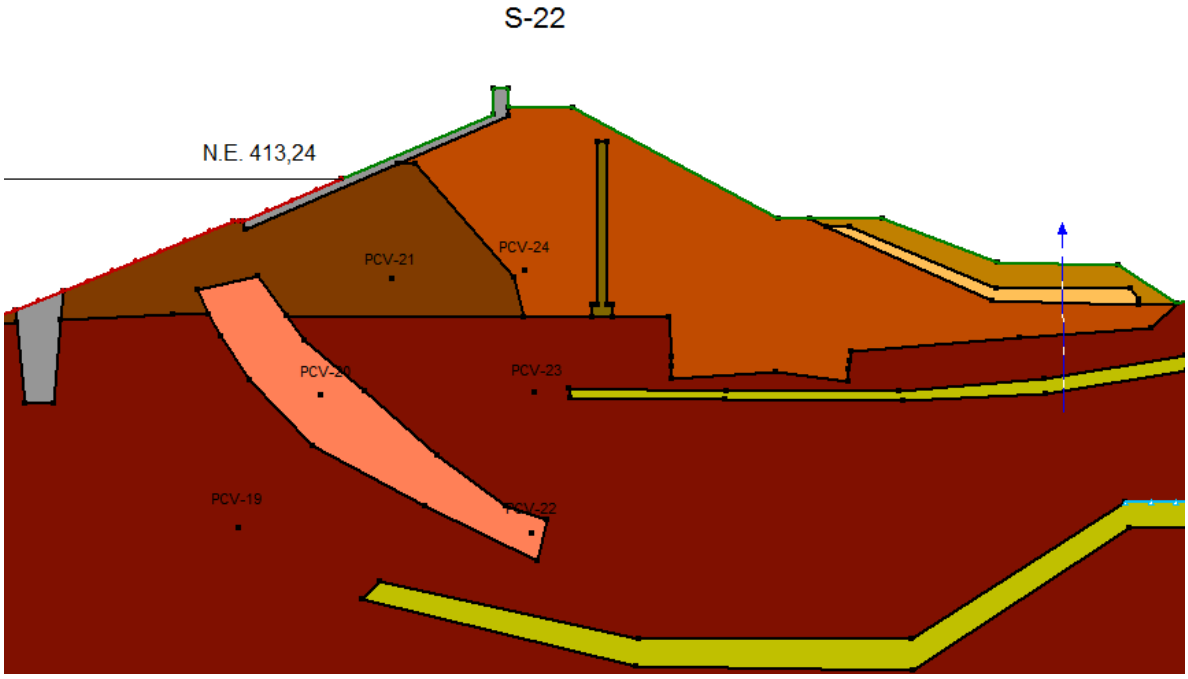


Ilustración 75: S-22 Modelo 22.10

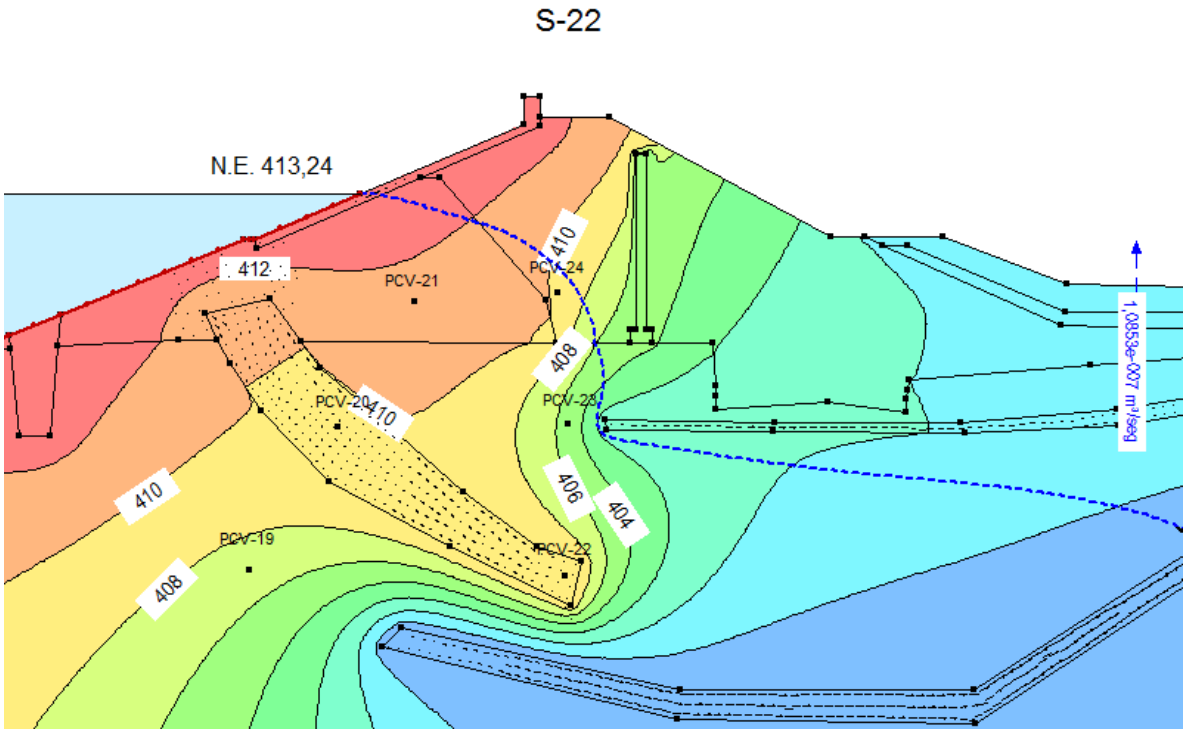


Ilustración 76: S-22 Modelo 22.10 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - La empleada en los modelos 22.8 y 22.9, aunque no se considera la franja sobre el núcleo.
- PERMEABILIDAD:
  - La empleada en el modelo 22.8 para NE 415,7
- CONCLUSIÓN:
  - La geometría y permeabilidades propuestas como modelo definitivo para los otros niveles de embalse, generan unos resultados que se consideran como correctos y óptimos para este nivel de embalse.
  - La no presencia de la capa sobre el núcleo hace pensar que a partir del año 2012 puede haberse creado dicha zona.
  - Sección definitiva
  - El valor del aforo sigue siendo erróneo, y en el apartado correspondiente se plantea la justificación

8.4. MODELOS SECCIÓN S-27

MODELO INICIAL 27.0

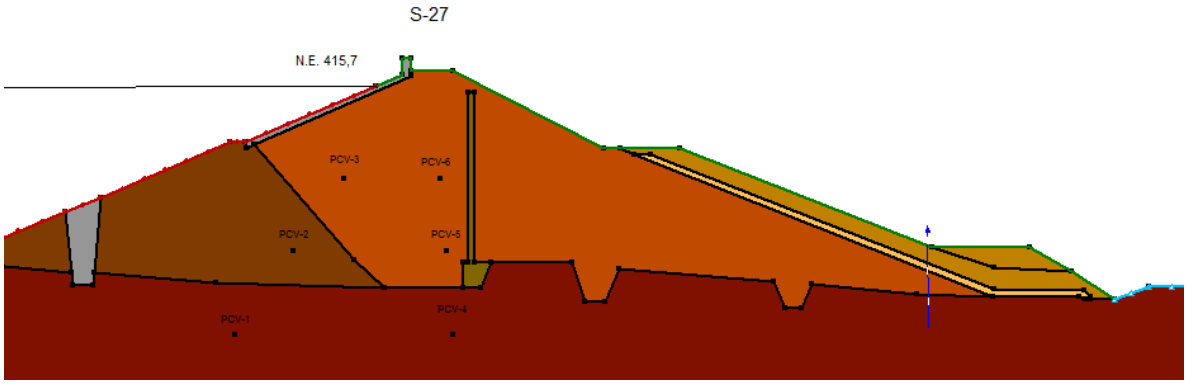


Ilustración 77: S-27 Modelo Inicial 27.0

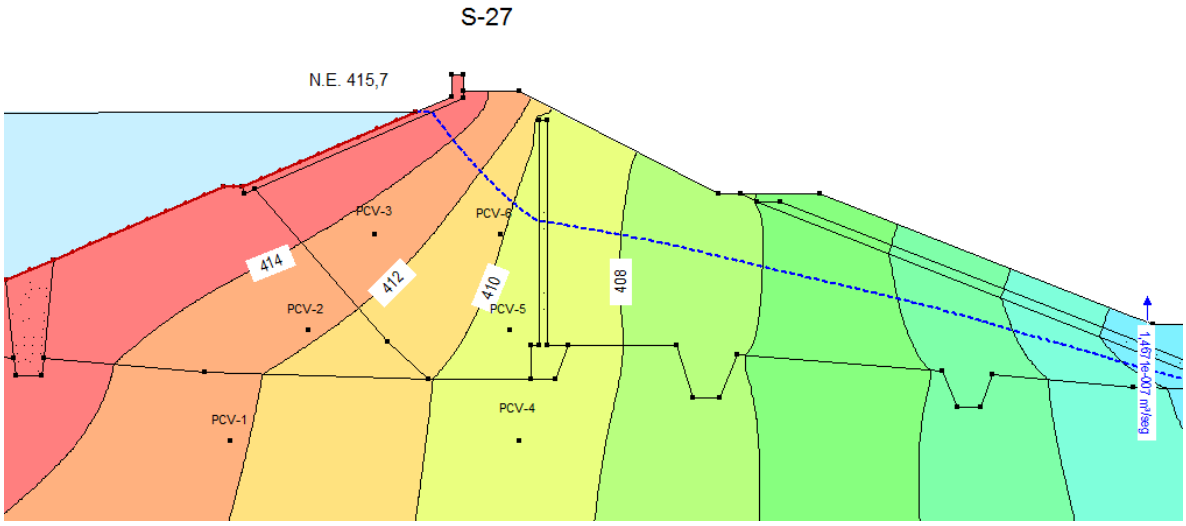


Ilustración 78: S-27 Modelo Inicial 27.0 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Sin modificaciones
- PERMEABILIDAD:
  - Tanteo con las permeabilidades comunes para los materiales expuestas apartados atrás
- CONCLUSIÓN:
  - En esta sección los piezómetros que se van a estudiar son el 1, 2, 3 y 6, ya que el 4 y 5 registran valores totalmente ilógicos y por tanto ni se consideran en las conclusiones
  - Los resultados obtenidos indican un buen primer tanteo con los PCV superiores, mientras que el 1 y 2 necesitan mucho más ajuste (+5 mca).
  - El caudal circulante por donde se sitúa el aforador difiere de los datos reales.

MODELO 27.1

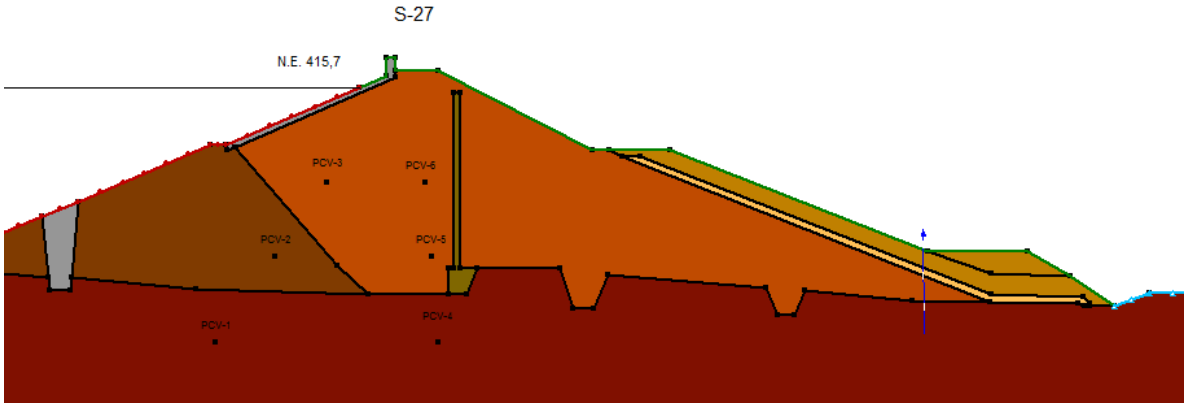


Ilustración 79: S-27 Modelo 27.1

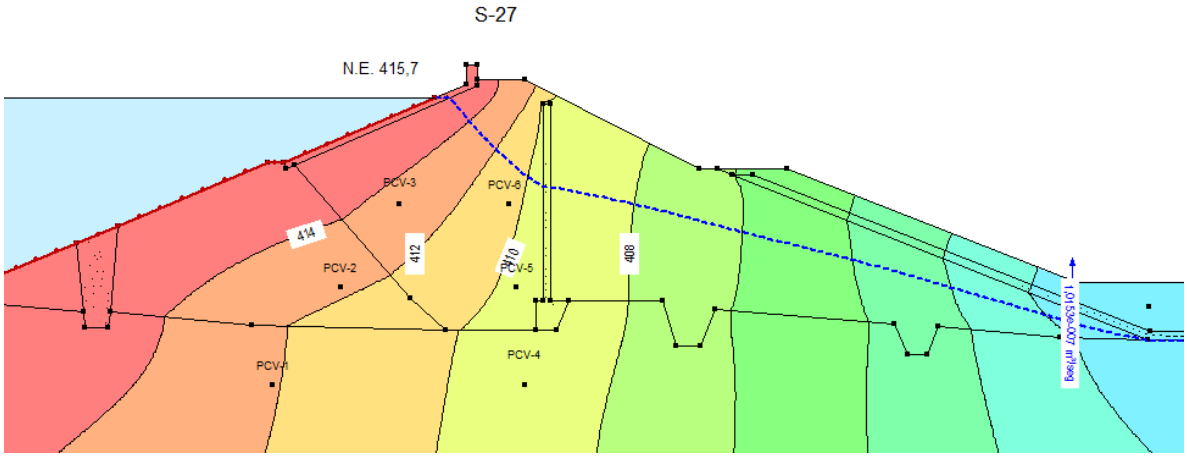


Ilustración 80: S-27 Modelo 27.1 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Idéntica modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo original 10 veces más impermeable
    - Terreno 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
    - Resultados alejados de los óptimos en todos los sentidos.

MODELO 27.2

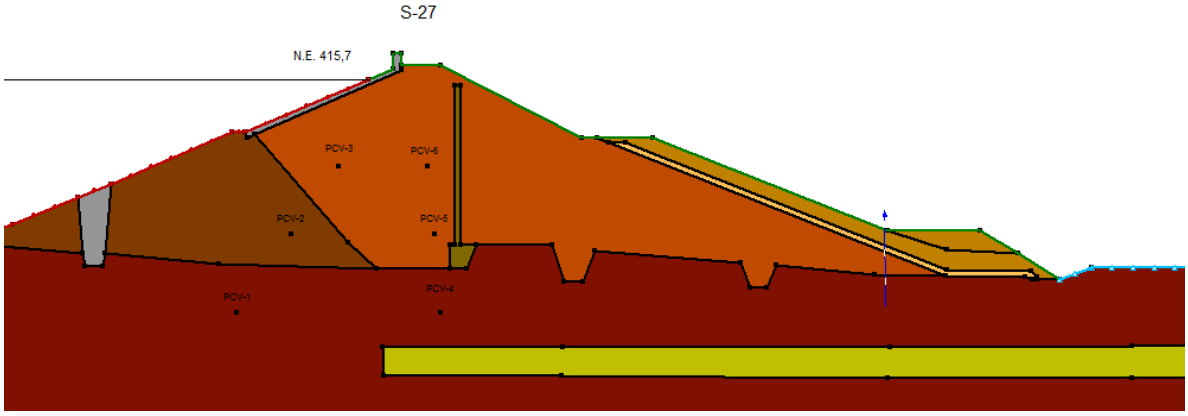


Ilustración 81: S-27 Modelo 27.2

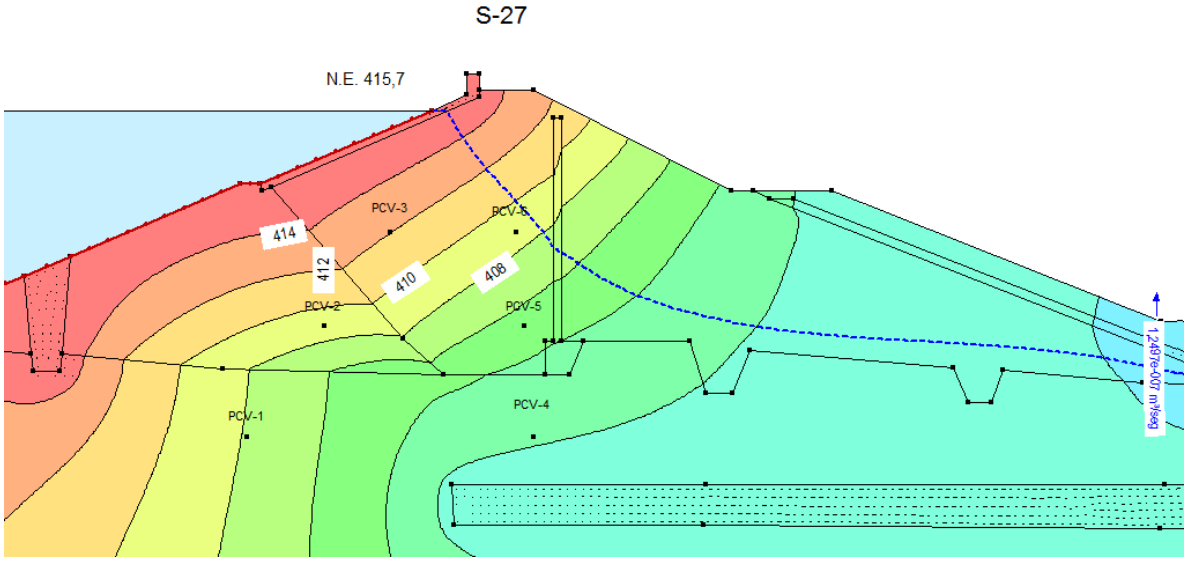


Ilustración 82: S-27 Modelo 27.2 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Se añade una capa drenante en el terreno
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo recrecido 5 veces más permeable
    - Dren chimenea 1000 veces más impermeable
    - Terreno 10 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
    - Las nuevas permeabilidades junto con la inserción de esa capa drenante genera unas líneas de contorno más realistas.
    - Los resultados también se ajustan mejor a los valores reales, aunque los PCV 1 y 2 todavía tienen que ajustarse más
    - La existencia de la capa drenante, si se han visto los planos de la resistividad eléctrica, podría generar confusiones ya que no se intuye ninguna conducción de agua en los planos. Sin embargo, la cota a la que se plantea la franja, está muy por debajo de la cota mínima de los planos, lo que puede llegar a ser un planteamiento lógico.

MODELO 27.3

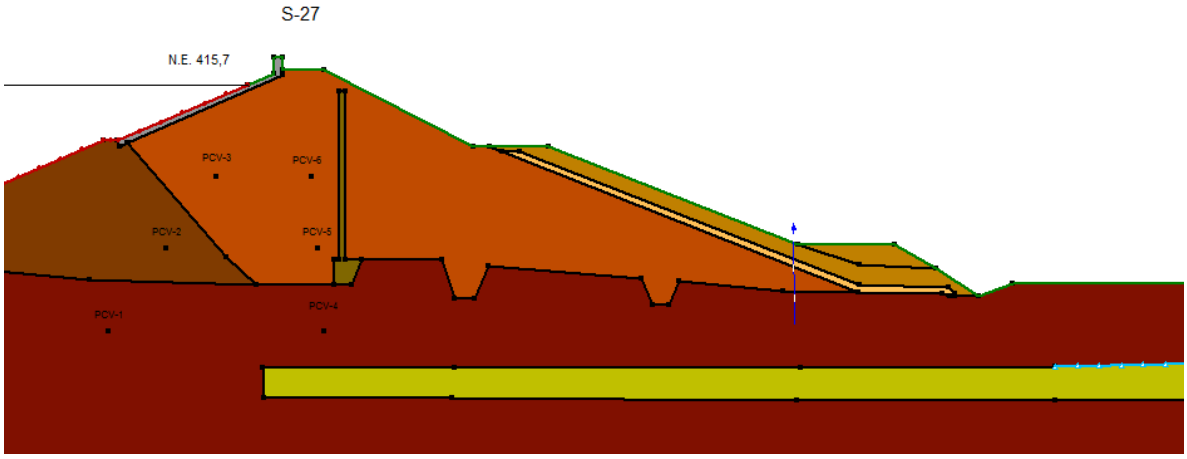


Ilustración 83: S-27 Modelo 27.3

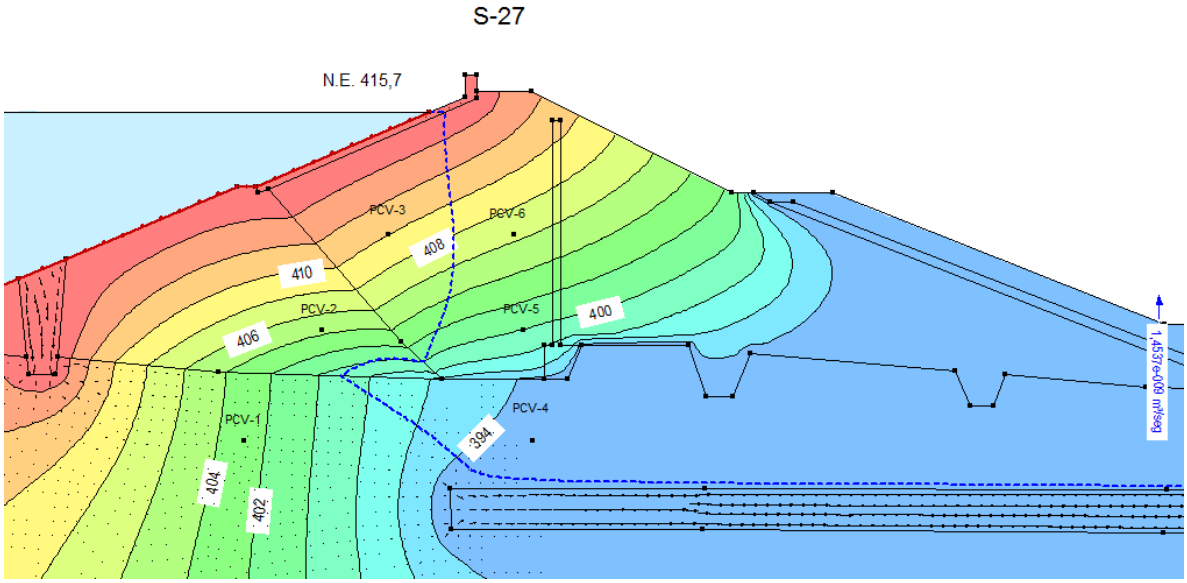


Ilustración 84: S-27 Modelo 27.3 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica modelo anterior (cambia condición de contorno).
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones.
- CONCLUSIÓN:
  - En este modelo se cambia el lugar de la condición de contorno. La zona de drenaje nulo se establece en la capa drenante, de tal modo que si el agua tiende a circular por esa cota del terreno, puede pensarse que la zona donde se encuentra la tubería y el aforador estén sin presencia de agua, lo que explicaría sus valores nulos.
  - La línea de saturación es un tanto extraña, a lo cual no se puede encontrar una explicación del quiebro que hace en el núcleo original, pero se intentará ajustar cambiando permeabilidades.
  - Los resultados de los piezómetros todavía están desajustados pero van teniendo valores "normales", aunque es necesario modificar los datos.
  - Lo planteado anteriormente con el aforo, parece que se cumple, pues el valor obtenido es de apenas 8 mL/min, un valor prácticamente nulo o no medible para el aforador.

MODELO 27.4

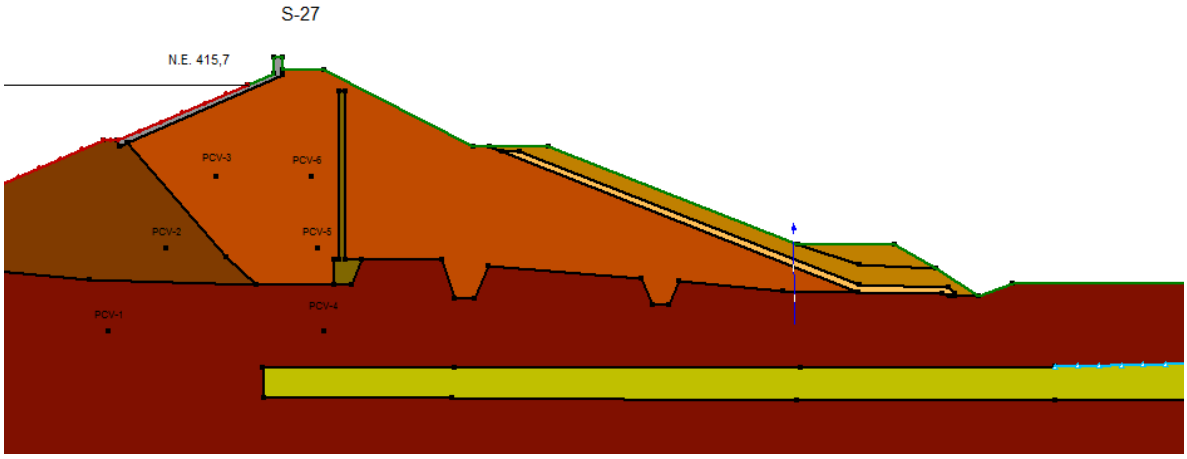


Ilustración 85: S-27 Modelo 27.4

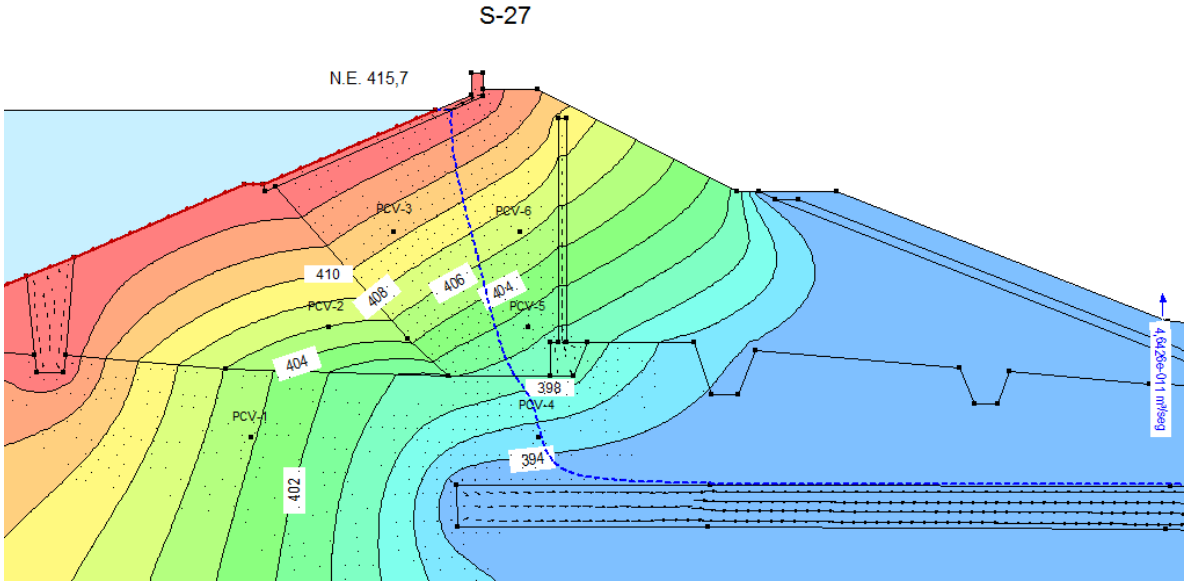


Ilustración 86: S-27 Modelo 27.4 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Núcleo recrecido 5 veces más impermeable
  - Dren chimenea 10 veces más permeable
  - Terreno 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - La línea de saturación sigue un curso más lógico que el modelo anterior
  - Los valores de los PCV siguen teniendo valores lógicos aunque no ajustados, sobre todo los superiores que están aun con valores bajos (-3 mca).
  - La teoría de la capa drenante y el aforo sigue cumpliéndose.

MODELO 27.5

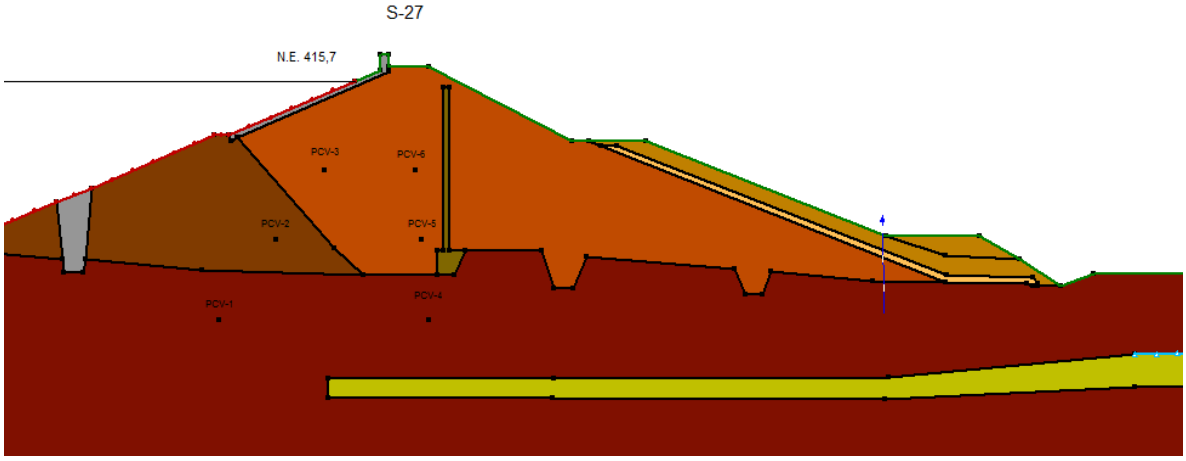


Ilustración 87: S-27 Modelo 27.5

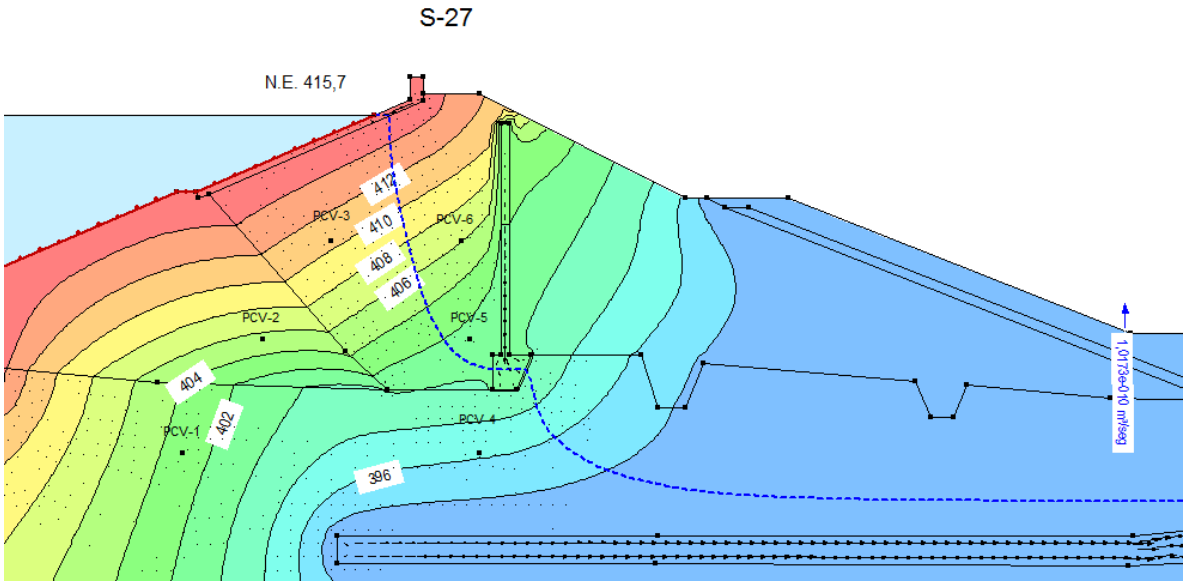


Ilustración 88: S-27 Modelo 27.5 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificación de la capa drenante
- PERMEABILIDAD:
    - Dren chimenea 10 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
    - Se modifica la capa drenante buscando un ajuste en el PCV-1 y se consigue
    - La permeabilidad del dren chimenea no es de importante relevancia.
    - Los resultados de los piezómetros siguen necesitando un mejor ajuste en los superiores (-3 mca).
    - Valor del aforo se cumple

MODELO 27.6

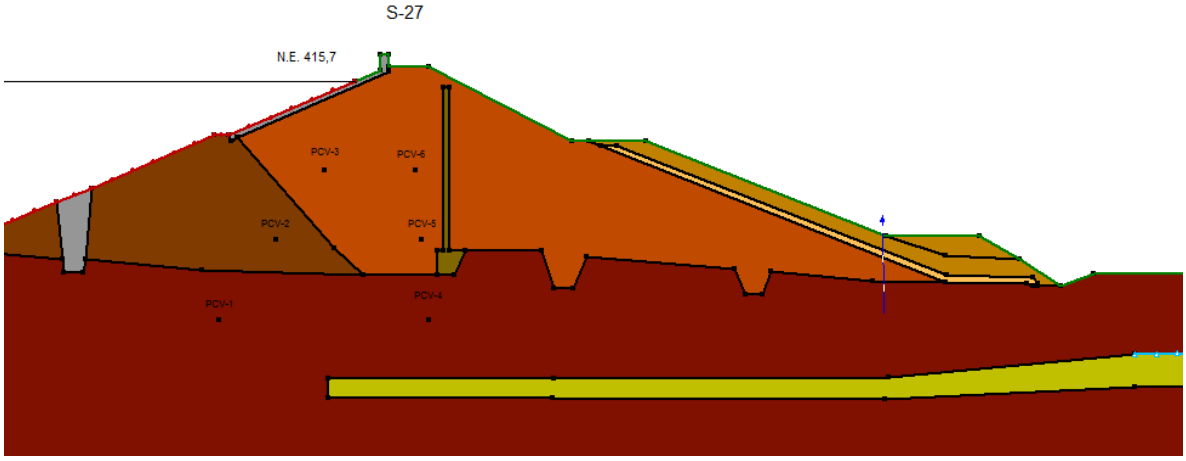


Ilustración 89: S-27 Modelo 27.6

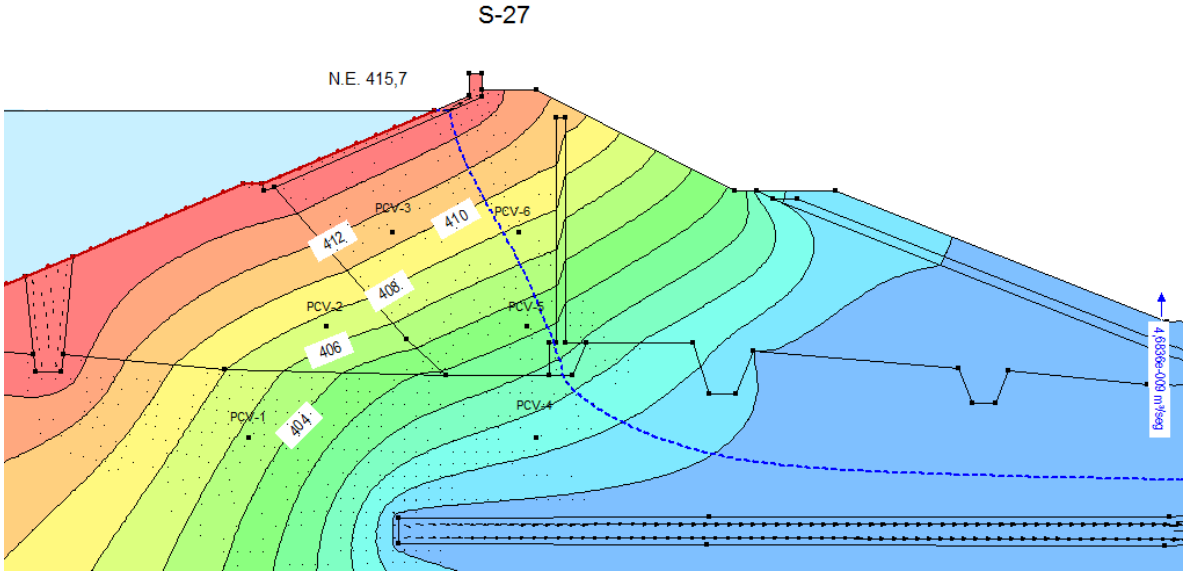


Ilustración 90: S-27 Modelo 27.6 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Núcleo original 5 veces más permeable
  - Núcleo recrecido 150 veces más permeable
  - Dren chimenea 10 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
  - Viendo los últimos resultados, lo que se busca con aumentar la permeabilidad de los núcleos es que la presión ejercida por el agua, llegue hasta la zona de los piezómetros, y para ello, hay que dejar que el agua circule y no pierda fuerza dentro de la presa. Por ello aumentar la permeabilidad.
  - Los resultados muestran una mejoría, aunque todavía no pueden ser valores concluyentes.
  - Se plantean modificaciones futuras en la franja drenante para ajustar el PCV-1, y una opción de incluir una zonas más permeable justo después de las losas de hormigón que ayuden al PCV-3 a aumentar su valor.
  - Valor de aforo se cumple.

MODELO 27.7

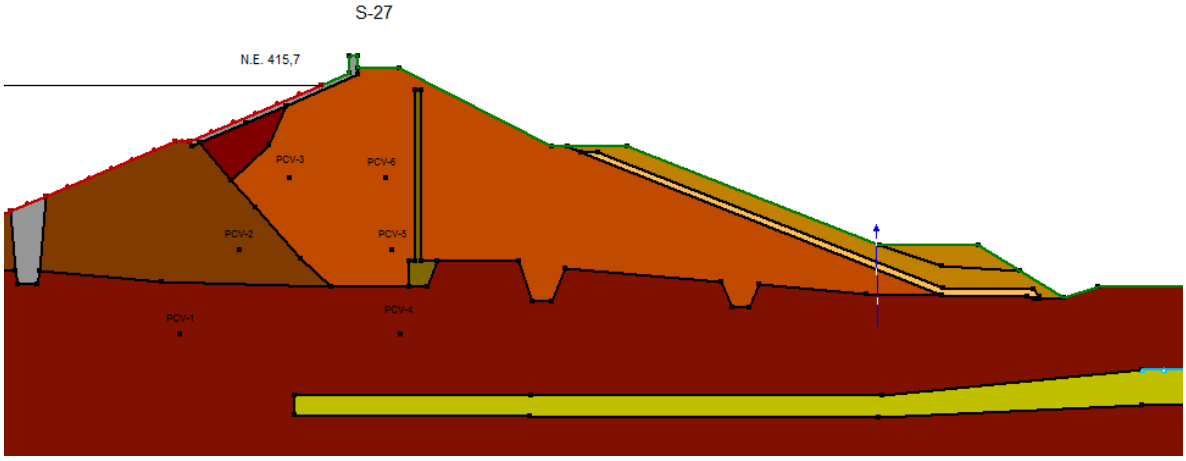


Ilustración 91: S-27 Modelo 27.7

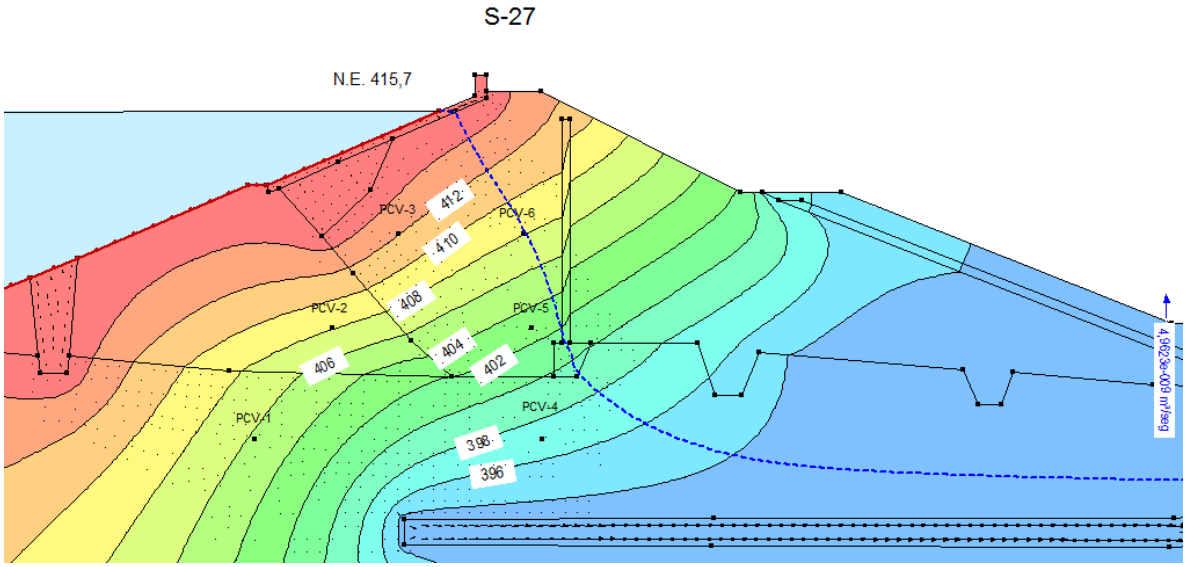


Ilustración 92: S-27 Modelo 27.7 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se simula una zona permeable en el paramento de aguas arriba, de una permeabilidad de $1x10^{-5}$
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - La inclusión de esa zona más permeable provoca un aumento de las presiones en la zona superior, buscando así el objetivo que se buscaba. Hay que ajustar más esa zona pero puede plantearse como una solución coherente.
  - Buscar mejor ajuste de los piezómetros, aunque la forma es asequible. Difieren 2,5 mca.
  - Valor de aforo se cumple

MODELO 27.8

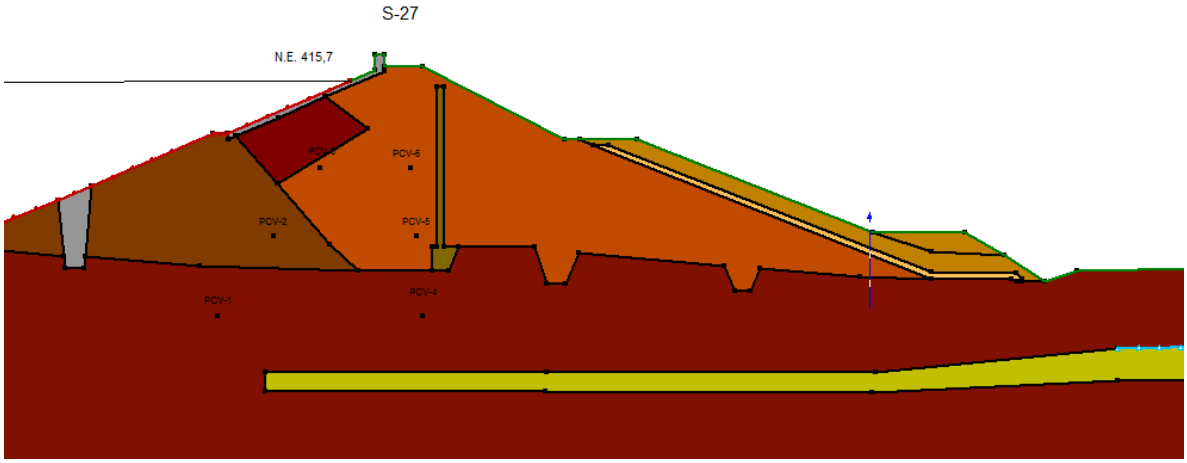


Ilustración 93: S-27 Modelo 27.8

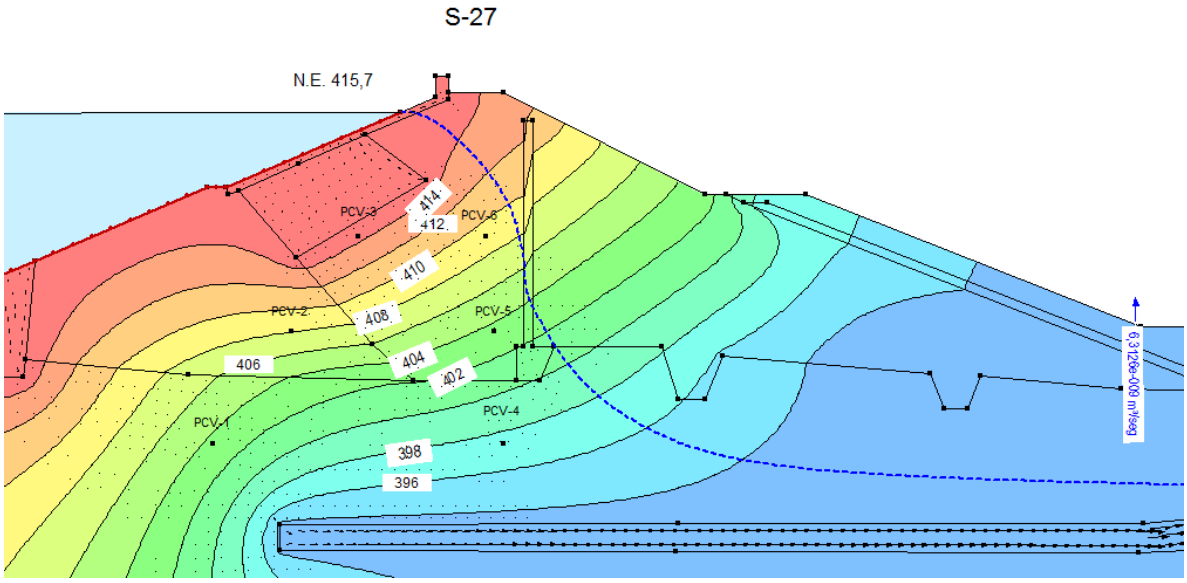


Ilustración 94: S-27 Modelo 27.8 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifican las zonas permeables del núcleo y del terreno buscando el mejor ajuste
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Los valores de los cuatro PCV que se consideran que funcionan correctamente, se ajustan con un error menor a 1 m.c.a., por lo que puede considerarse esta como una solución final.
  - Van a probarse diferentes geometrías para conseguir un ajuste más óptimo.
  - Valor de aforo se cumple

MODELO 27.9

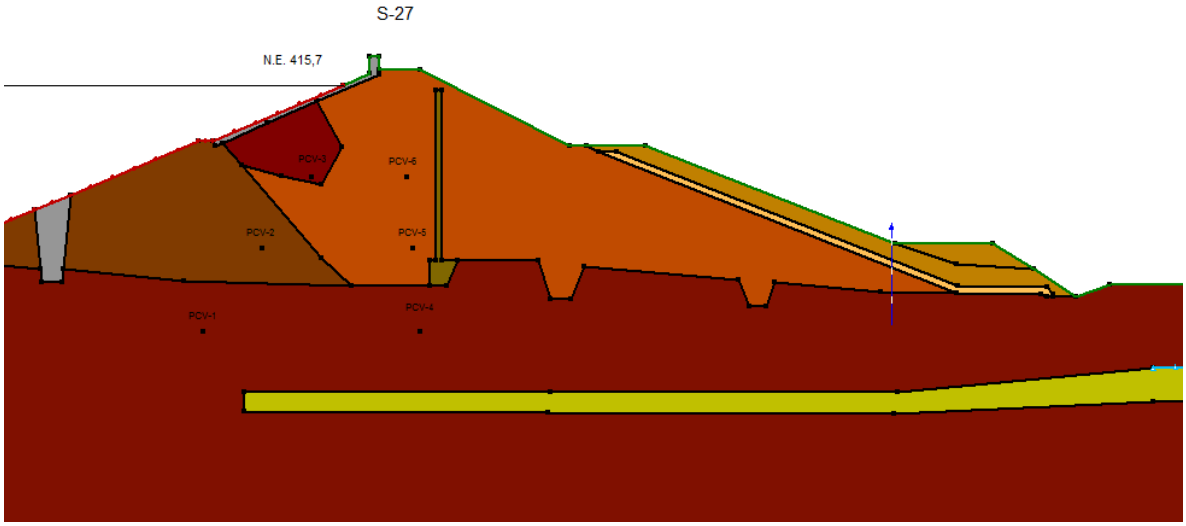


Ilustración 95: S-27 Modelo 27.9

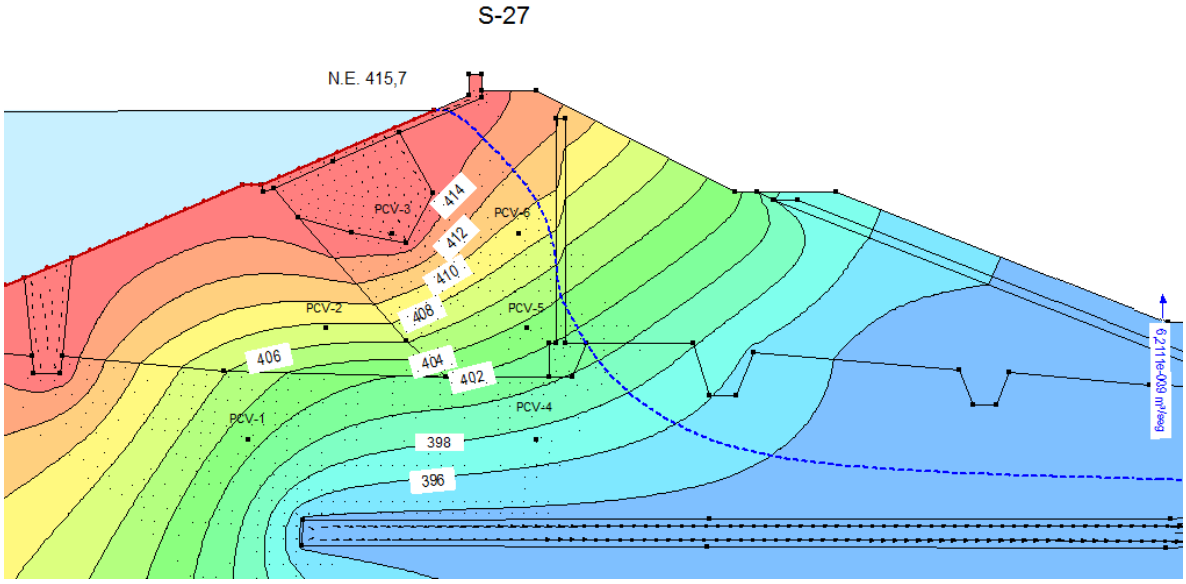


Ilustración 96: S-27 Modelo 27.9 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Cambio en la capa drenante del terreno y en la zona permeable del núcleo.
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones.
- CONCLUSIÓN:
  - Hechas las modificaciones en la geometría, se obtienen unos resultados óptimos y definitivos en cuanto a esta sección y nivel de embalse.
  - En el PCV 4 que no registra valores correctos, se toman los resultados para indicar qué valor deberían tener según este modelo.
  - Valor del aforo correcto con un resultado de 0,03 L/min, lo que corrobora que por esa zona de la presa no circula apenas caudal de agua.
  - Sin embargo, una vez calibrados 4 de los 6 piezómetros, surge la duda en el PCV-5 que parecía erróneo, pero el problema que tiene es que se va a saturando poco a poco, por lo que se debe ajustar ese PCV, ya que es uno de los más relevantes para la seguridad de la presa.

MODELO 27.10

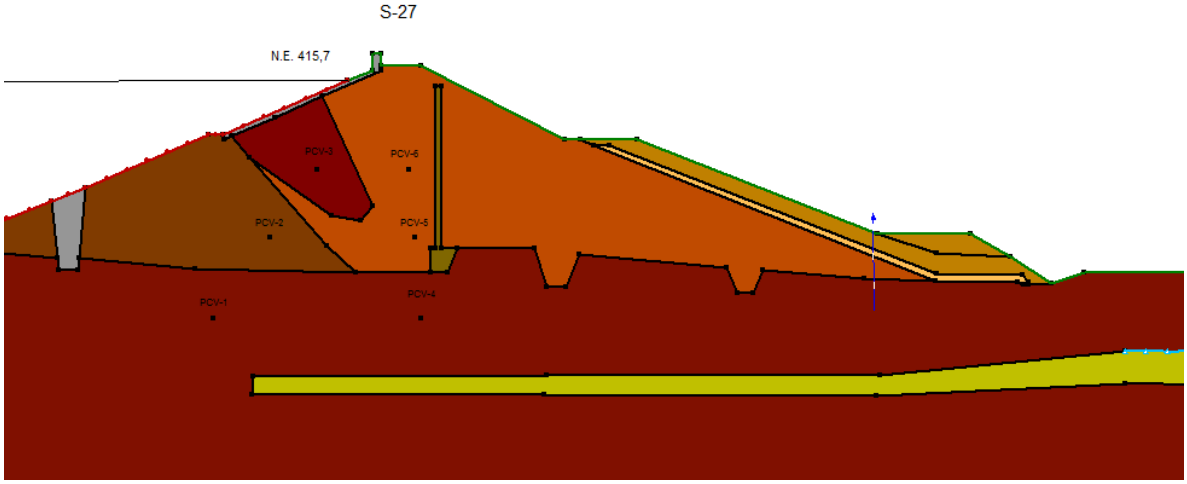


Ilustración 97: S-27 Modelo 27.10

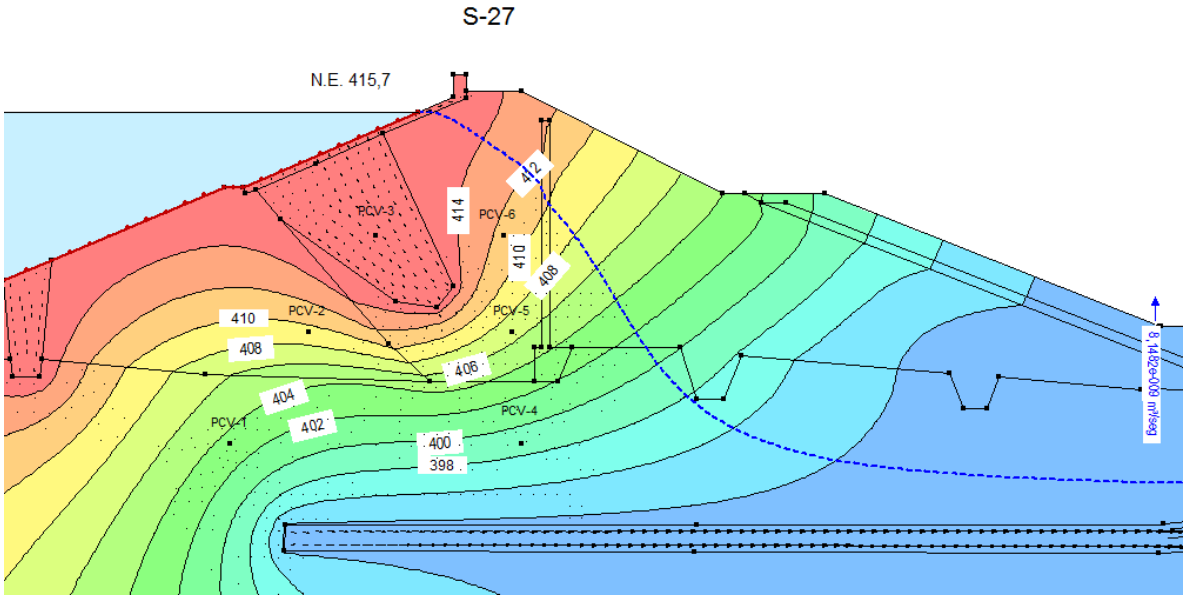


Ilustración 98: S-27 Modelo 27.10 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se amplía esa zona drenante del núcleo hasta ajustar el PCV-15
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones.
- CONCLUSIÓN:
  - La ampliación de la zona genera un problema de erosión de las partículas del núcleo del recrecimiento, lo que genera que el PCV-5 se vaya saturando conforme avanza en el tiempo.
  - Sin embargo, los resultados obtenidos de los piezómetros, se ajustan bastante bien excepto el PCV-2, por lo que ha que tantear de nuevo hasta encontrar la solución más óptima.
  - El valor del aforo se mantiene prácticamente nulo

MODELO 27.11

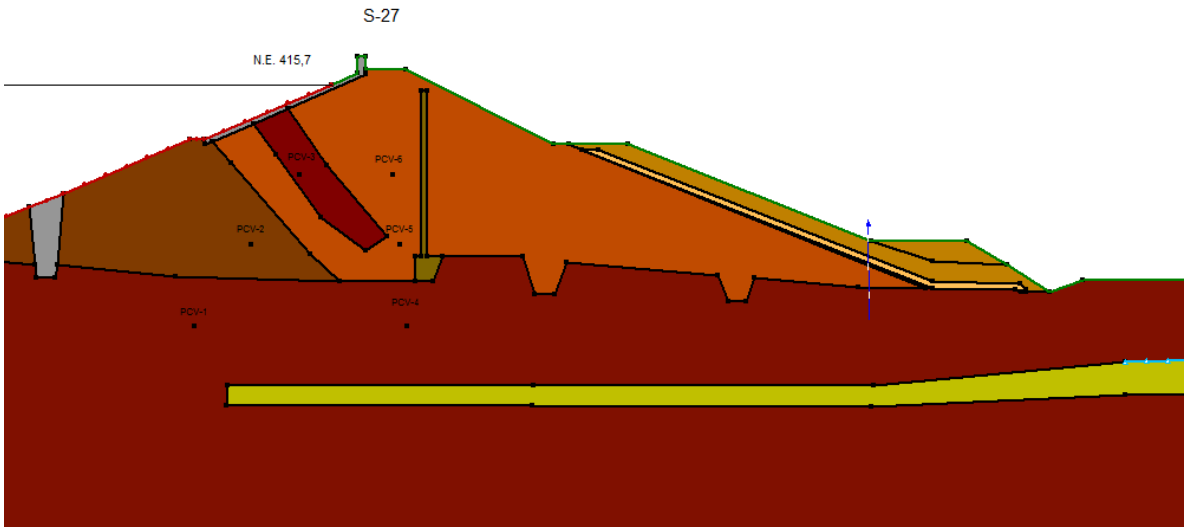


Ilustración 99: S-27 Modelo 27.11

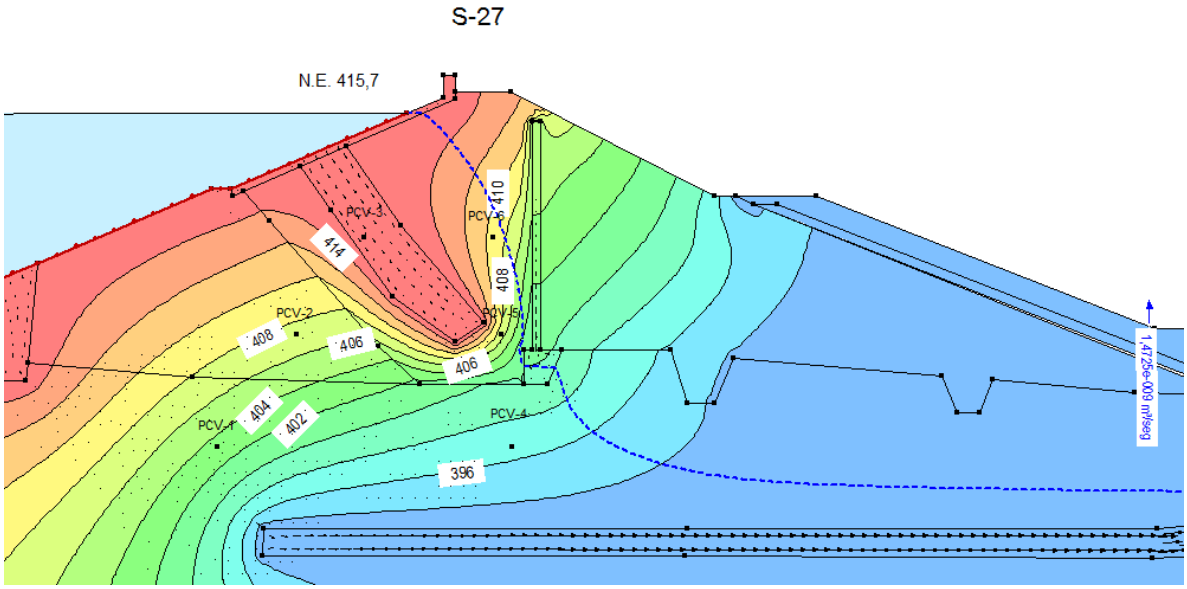


Ilustración 100: S-27 Modelo 27.11 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Se modifica la zona permeable del núcleo
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo recrecido 10 veces más impermeable
    - Dren chimenea 100 veces más permeable
- CONCLUSIÓN:
    - La modificación de la zona permeable junto con la permeabilidad ajusta los valores, del mismo modo que se confirma la presencia de una zona permeable que hace que se sature el PCV-5, además del PCV-3, el cual tiene un valor de altura de presión muy cercano al nivel de embalse, como puede verse en las gráficas de los piezómetros.
    - Los resultados de los piezómetros registran una variación con los reales de menos 0,5 m.c.a., por lo que se considera como óptimo este modelo
    - Se extrapola el modelo al resto de niveles de embalse.
    - El valor del aforo es nulo
    - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Marzo-2014

MODELO 27.12 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 414,16 msnm)

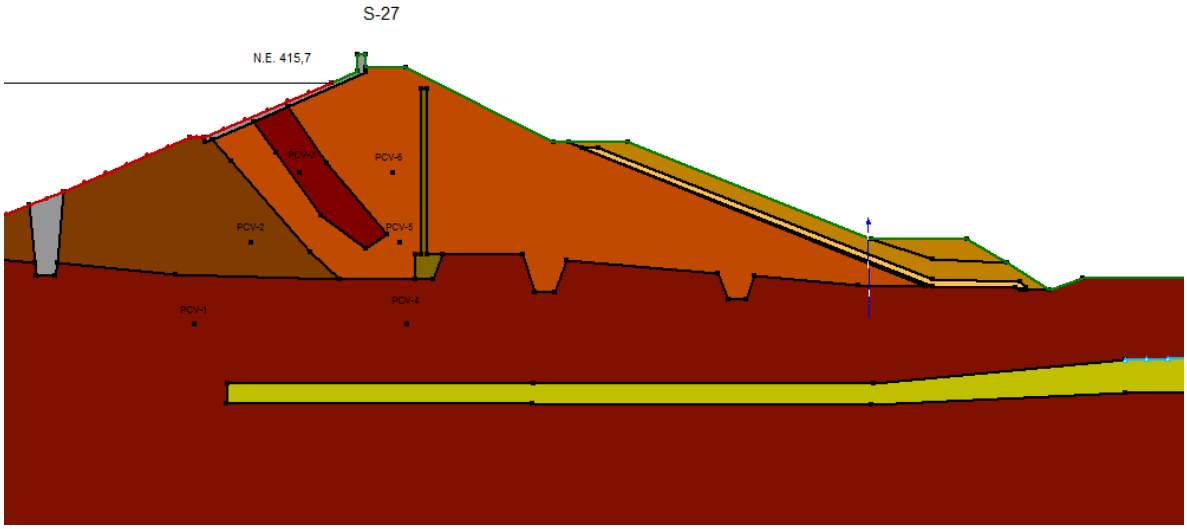


Ilustración 101: S-27 Modelo 27.12

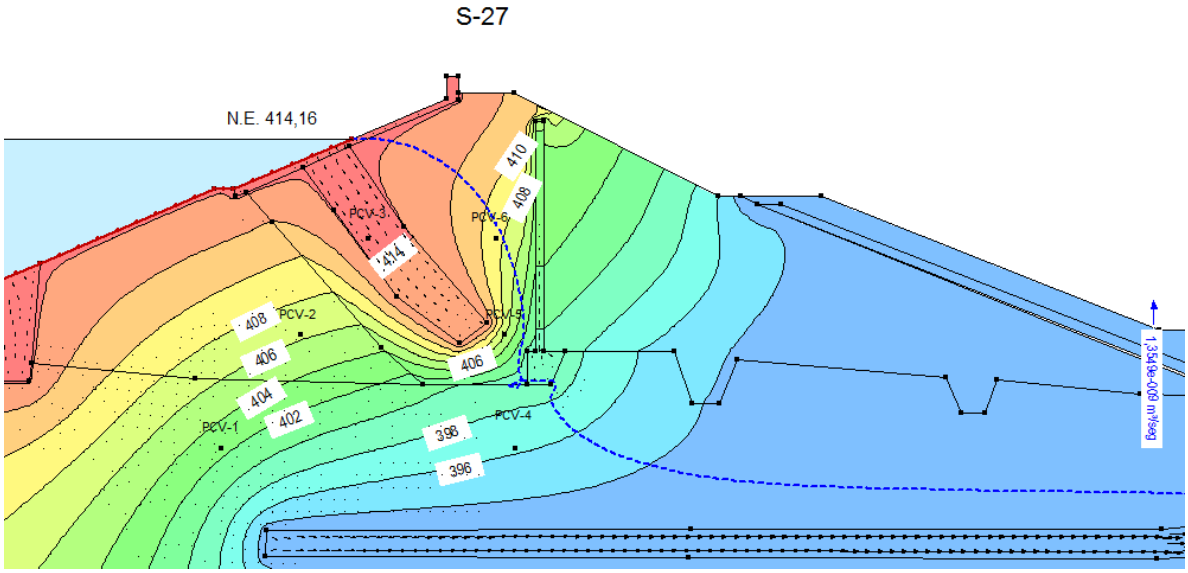


Ilustración 102: S-27 Modelo 27.12 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior 27.11
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto al modelo 27.11 de NE 415,7
- CONCLUSIÓN:
  - Los resultados obtenidos de los piezómetros son correctos, a excepción del PCV-5 que tiene algo de error elevado. Esto es causado, probablemente, porque este N.E. está tomado en Enero de 2017 y por tanto, según la teoría propuesta, la zona permeable debería alargarse hasta dicho piezómetro.
  - Valor del aforo prácticamente nulo.

MODELO 27.13 (NE 414,16 msnm)

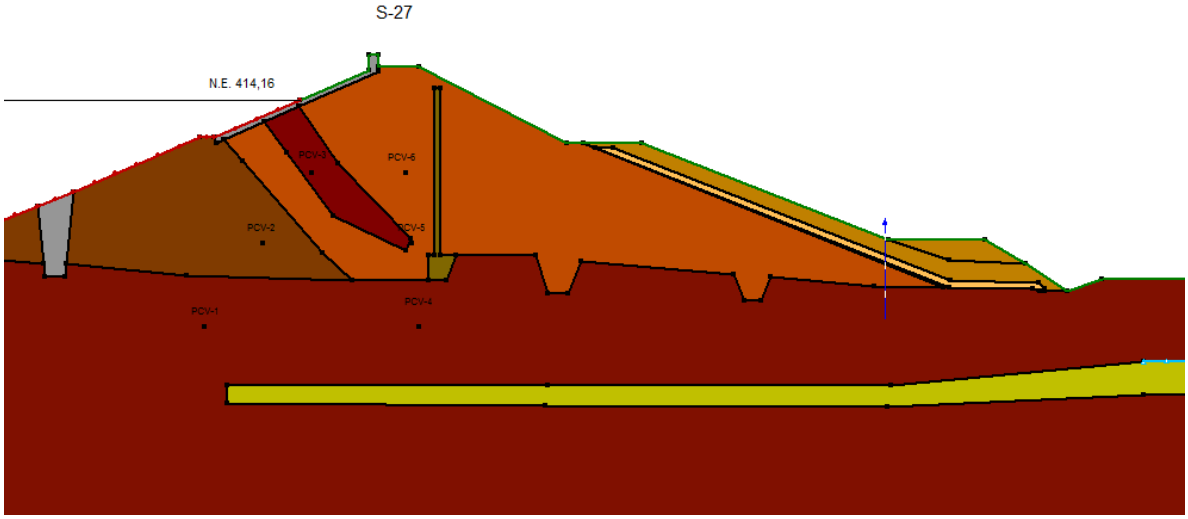


Ilustración 103: S-27 Modelo 27.13

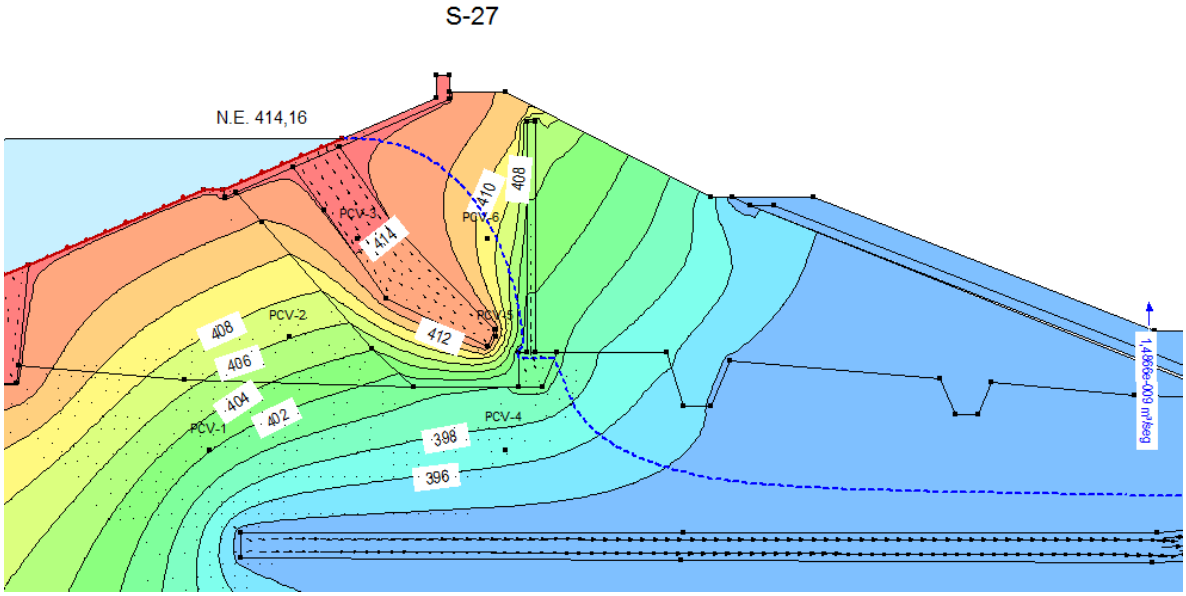


Ilustración 104: S-27 Modelo 27.13 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifica la zona permeable del núcleo
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto al modelo 27.10 de NE 415,7
- CONCLUSIÓN:
  - Se confirma el crecimiento de esa zona permeable hasta alcanzar prácticamente el PCV-5.
  - Los resultados de los piezómetros son muy óptimos sin apenas diferencia entre lo real y modelado.
  - Valor del aforo prácticamente nulo.
  - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Enero-2017

MODELO 27.14 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 413,24 msnm)

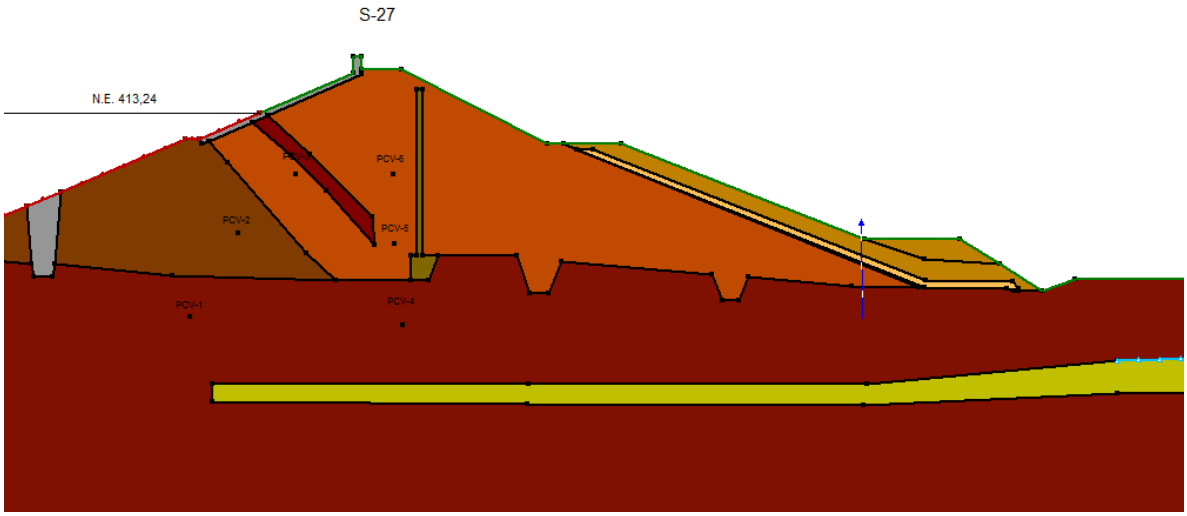


Ilustración 105: S-27 Modelo 27.14

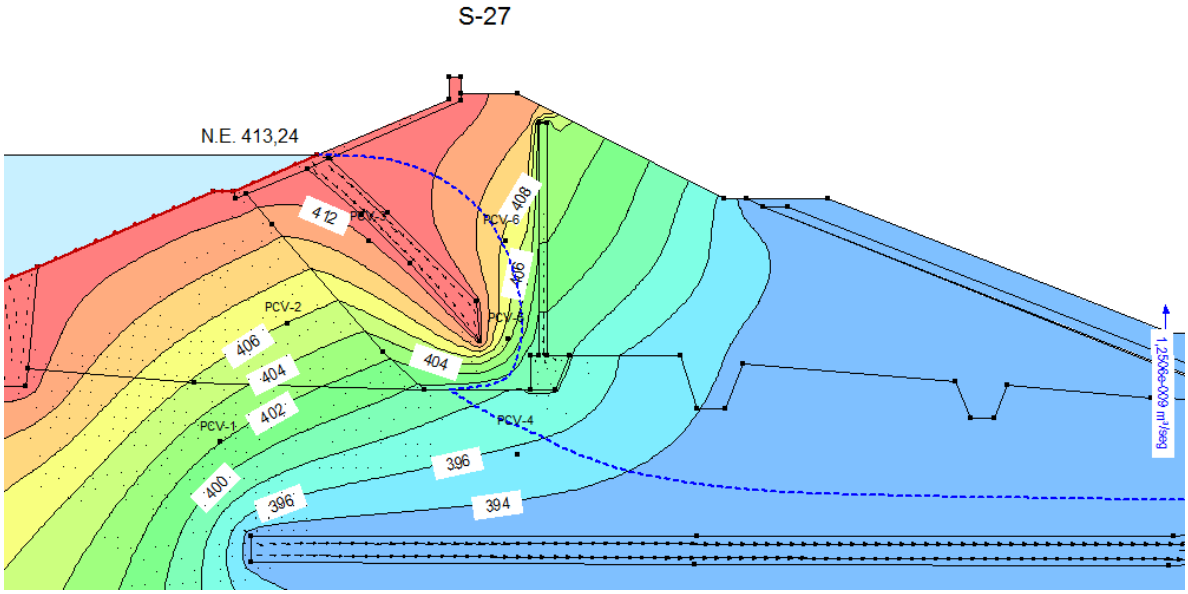


Ilustración 106: S-27 Modelo 27.14 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifica la zona permeable
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto al modelo de NE 415,7 y 414,16
- CONCLUSIÓN:
  - Como es sabido que la zona permeable a esta fecha va a ser menor, se obvia comprobar para las otras fechas pues sería un modelo inútil.
  - La geometría propuesta genera unos resultados de los piezómetros que se ajustan con una variación en torno a 0,5 m.c.a., por lo que se consideran óptimos para el resultado final
  - Valor del aforo prácticamente nulo
  - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Mayo-2012

8.5. MODELOS SECCIÓN S-29

MODELO INICIAL 29.0

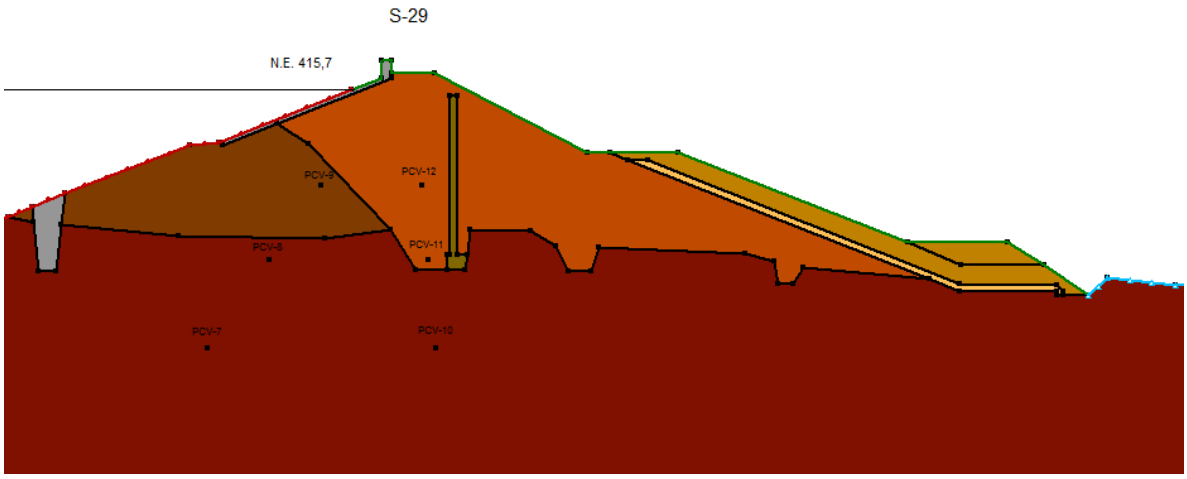


Ilustración 107: S-29 Modelo Inicial 29.0

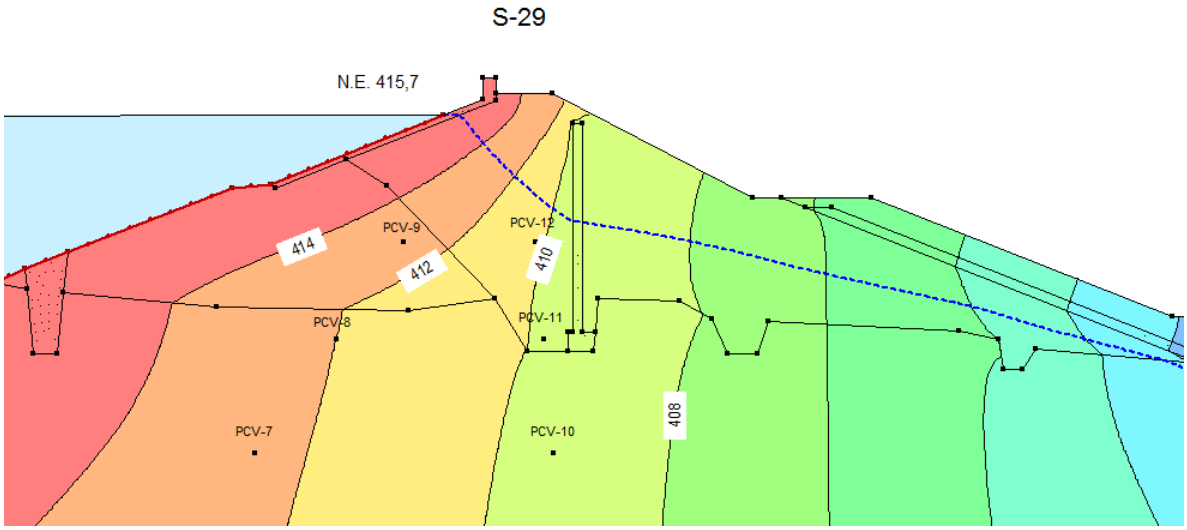


Ilustración 108: S-29 Modelo Inicial 29.0 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Sin modificaciones
- PERMEABILIDAD:
  - Tanteo con las permeabilidades comunes para los materiales expuestas apartados atrás
- CONCLUSIÓN:
  - Los resultados de los piezómetros tienen una variación considerable respecto a los valores reales, aunque por debajo de 4 m.c.a. en cualquier caso.
  - Hay un valor, además del PCV-8 que registra valores irreales, que puede generar cierta confrontación con los resultados, ya que se trata del PCV-10 en la zona más profunda y registra valores mayores a los que tiene por encima en su línea imaginaria.
  - Se va a probar los siguientes modelos con las permeabilidades obtenidas de otros modelos.

MODELO 29.1

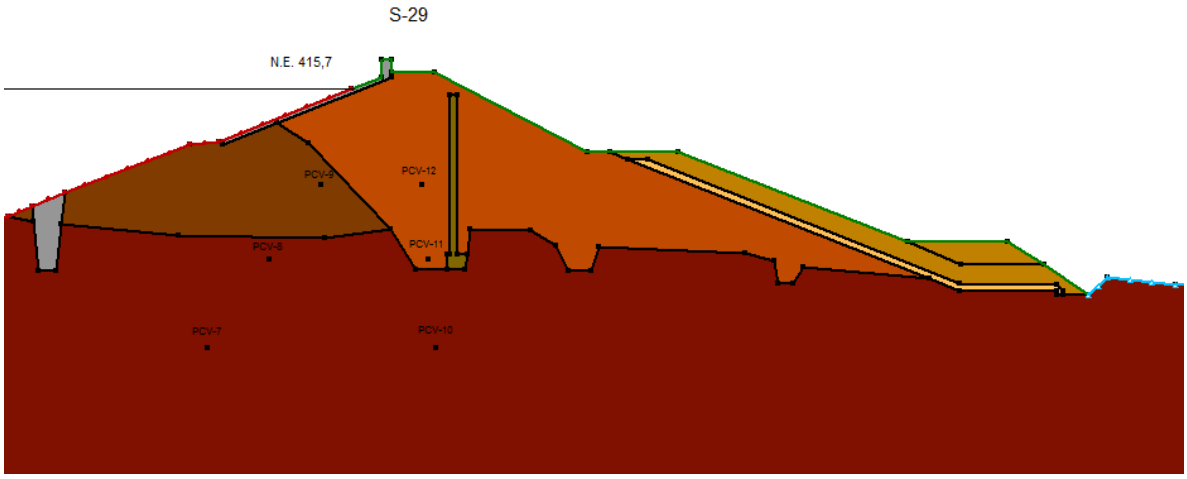


Ilustración 109: S-29 Modelo 29.1

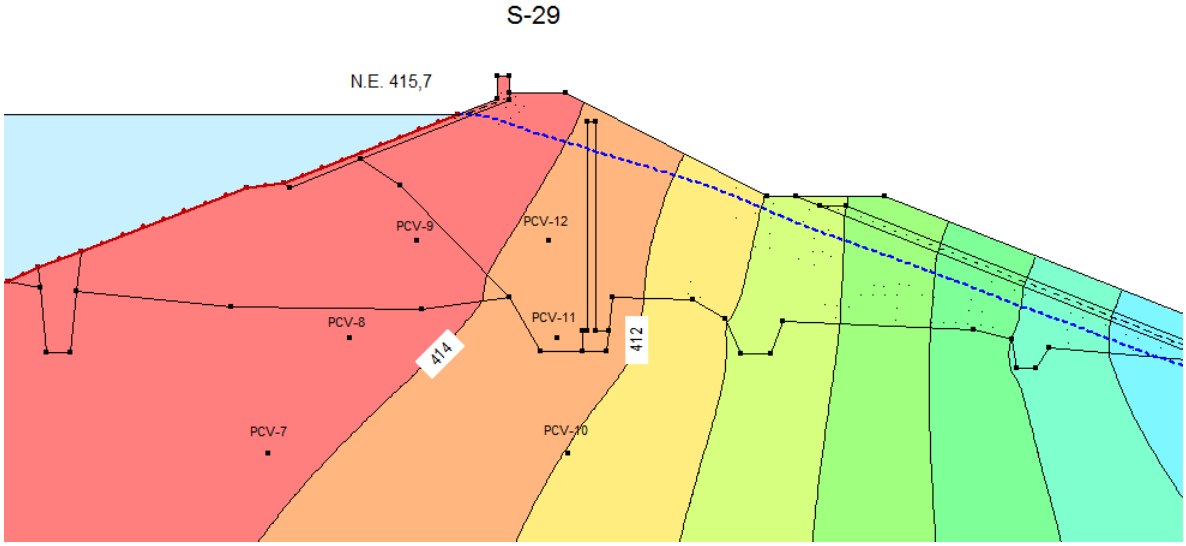


Ilustración 110: S-29 Modelo 29.1 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Idéntica modelo anterior
- PERMEABILIDAD:
    - Las obtenidas de la sección 27 (por proximidad)
- CONCLUSIÓN:
    - Resultados peores respecto al modelo anterior

MODELO 29.2

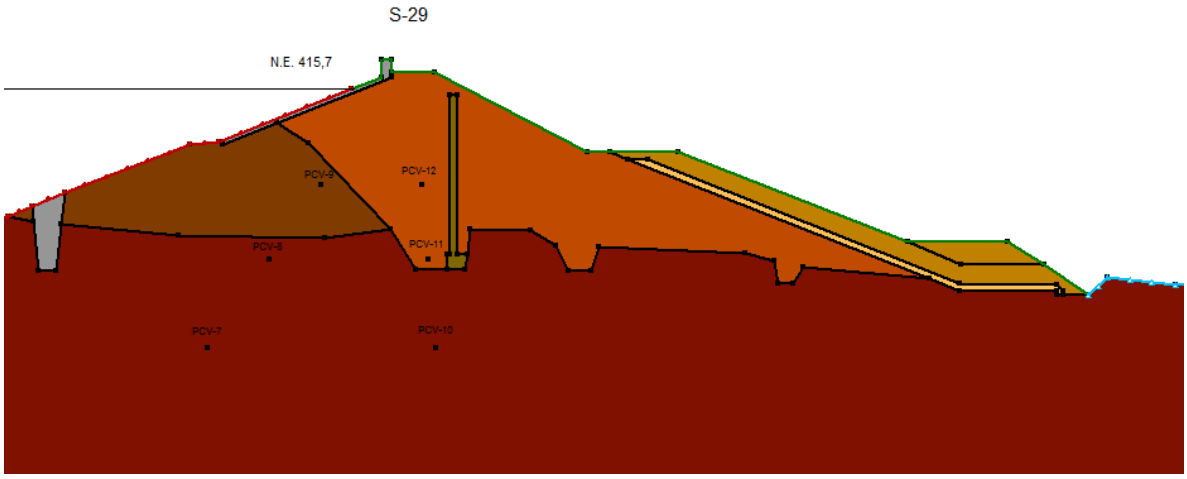


Ilustración 111: S-29 Modelo 29.2

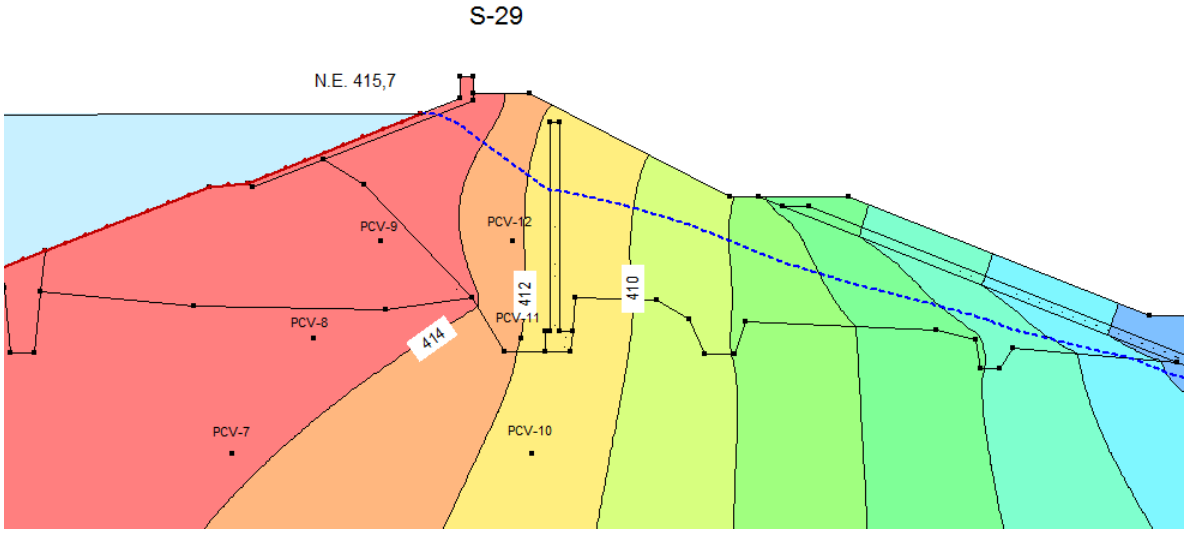


Ilustración 112: S-29 Modelo 29.2 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica modelo anterior
- PERMEABILIDAD:
  - Las obtenidas de la sección 25
- CONCLUSIÓN:
  - Resultados alejados de los reales
  - Es necesario simular franjas en el terreno o en el cuerpo de presa con diferentes permeabilidades en busca de un tanteo que se acerque a lo buscado.
  - Además, viendo los planos de la tomografía, puede observarse una discreta circulación de agua sobre la cota 395-397 a la altura del centro de la presa. Sin embargo, el plano que sitúa el escáner más aguas abajo, registra zona totalmente seca hasta la cota 385-390.

MODELO 29.3

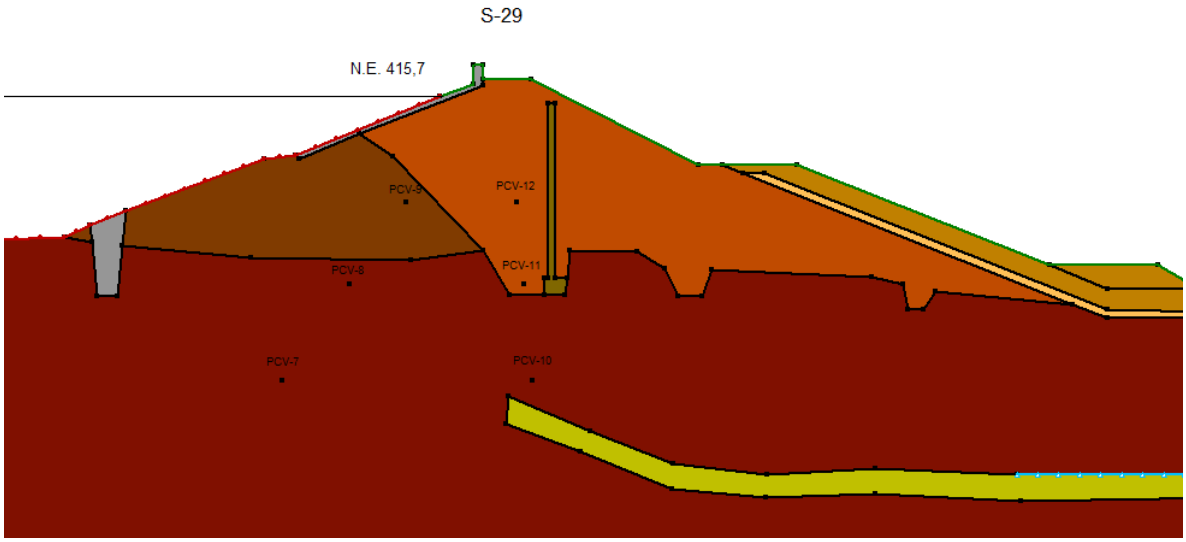


Ilustración 113: S-29 Modelo 29.3

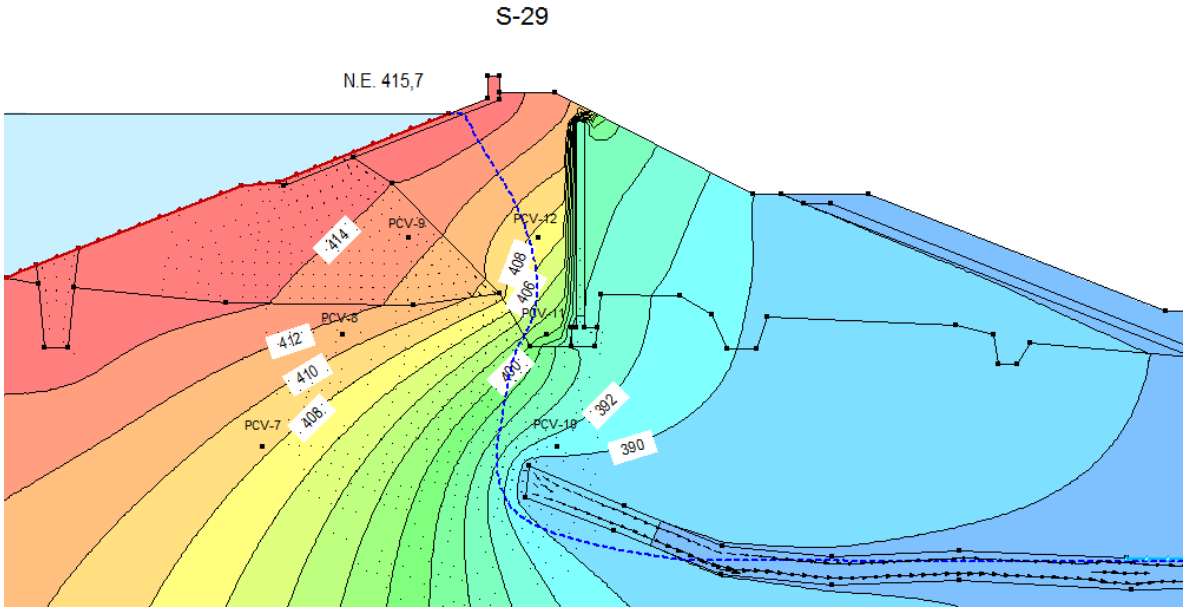


Ilustración 114: S-29 Modelo 29.3 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se añade una capa permeable en terreno por debajo de la cota 400
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Se incluye la condición de contorno en la capa permeable, justificando así que el agua no circula por encima de esta, como se indica en la tomografía.
  - Se aprecia una mejoría en los PCV 7, 9 y 12 (por debajo de 1 mca), aunque los PCV 10 y 11 tienen un error muy considerable (-7 y -18 mca)
  - Se continúan modificando geometría y permeabilidad.

MODELO 29.4

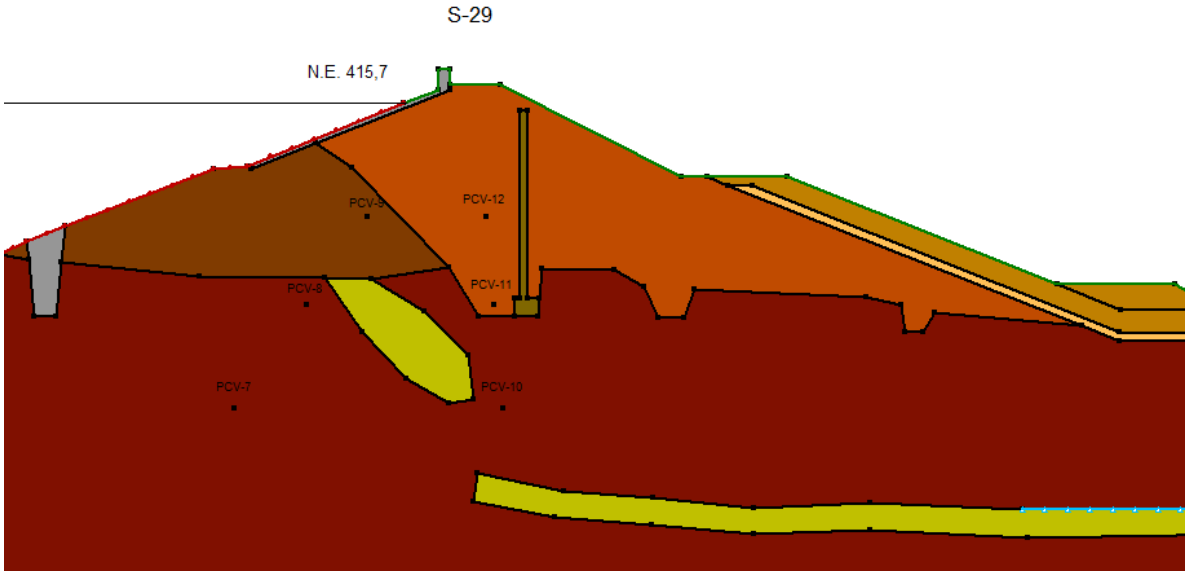


Ilustración 115: S-29 Modelo 29.4

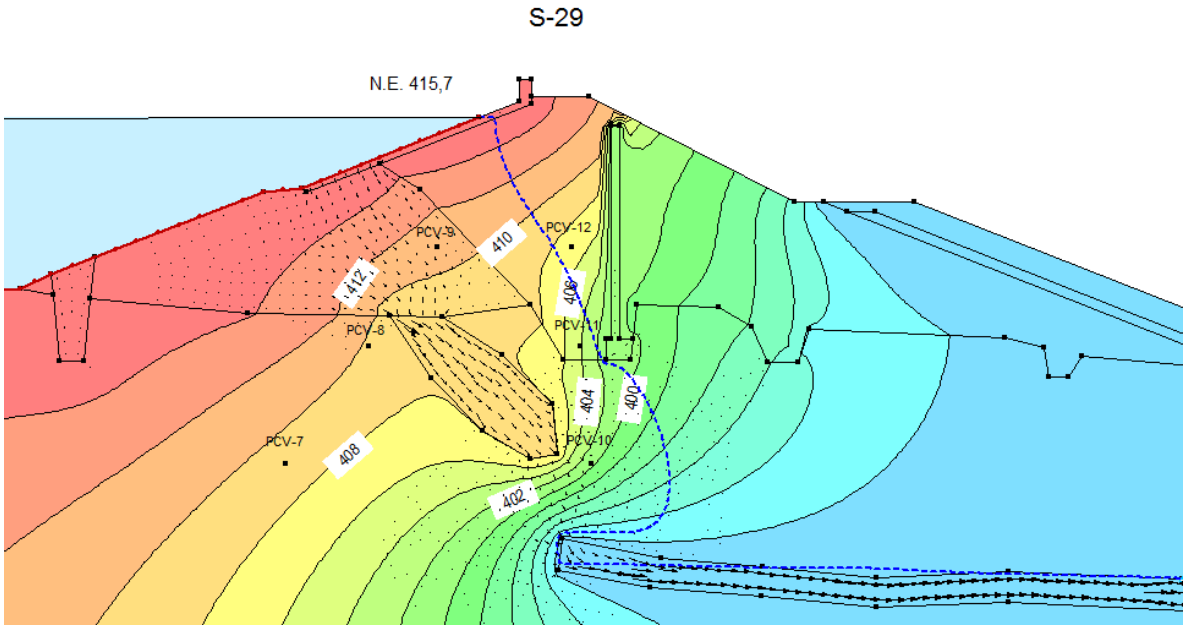


Ilustración 116: S-29 Modelo 29.4 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Se incorpora una zona permeable bajo el núcleo buscando el incremento de valor de los PCV 10 y 11. Modificación también de la capa inferior drenante.
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Las capas permeables amarillas 10 veces menos permeables.
- CONCLUSIÓN:
    - La inclusión de esa nueva zona permeable se plantea como un elemento que aumente la presión en esos dos piezómetros que registran valores altos a pesar de encontrarse en una zona que no deberían ser tan altos en situación normal.
    - Los resultados obtenidos no son muy óptimos, pero sí que se consiguen estabilizar levemente, por lo que se van a probar modelos con esta tipología en busca de un ajuste de todos los piezómetros.

MODELO 29.5

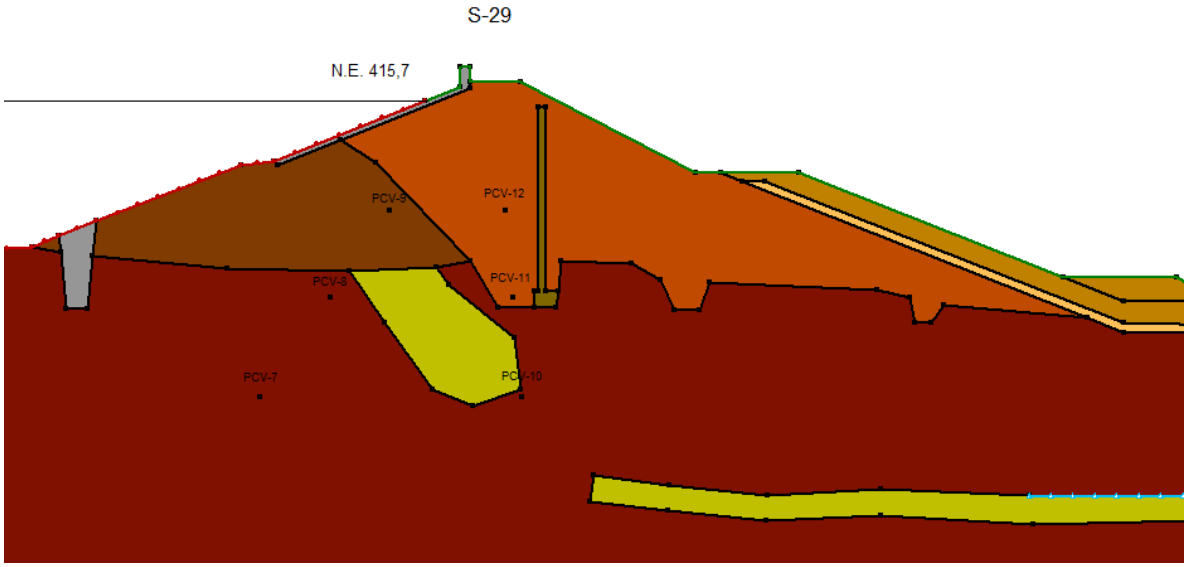


Ilustración 117: S-29 Modelo 29.5

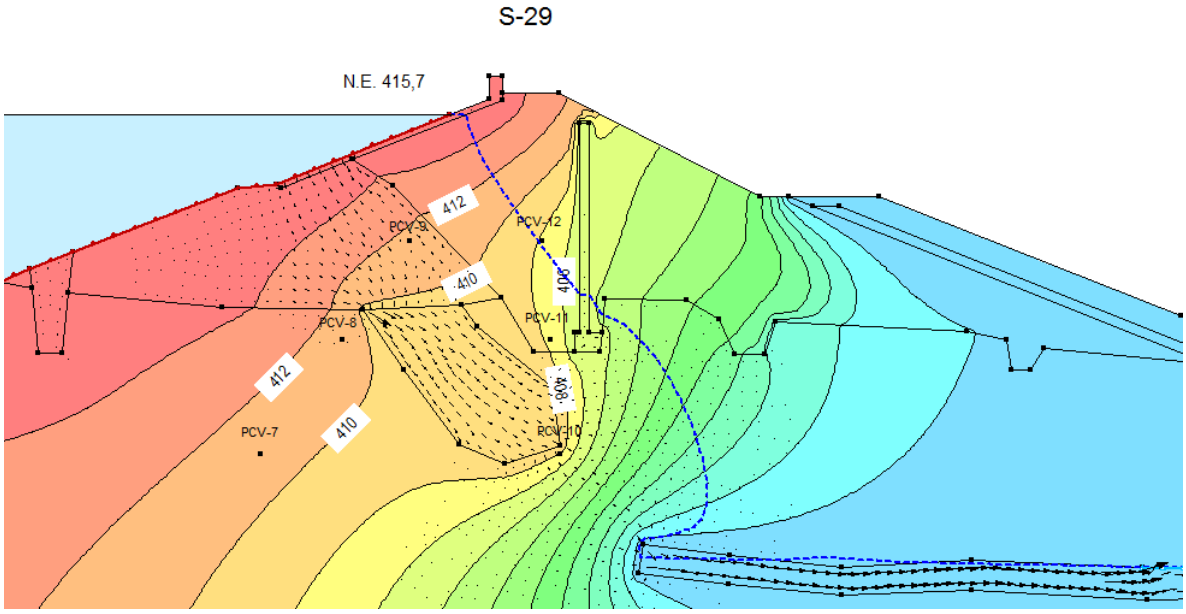


Ilustración 118: S-29 Modelo 29.5 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificación en las capas permeables del terreno
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - Ampliando la zona bajo el núcleo y reducir la franja del terreno, se obtienen valores mucho más correctos que los obtenidos anteriormente. Sin embargo, a pesar de estar la diferencia por debajo de 2 m.c.a., se pueden ajustar más, sobretodo el PCV 7 y 10

MODELO 29.6

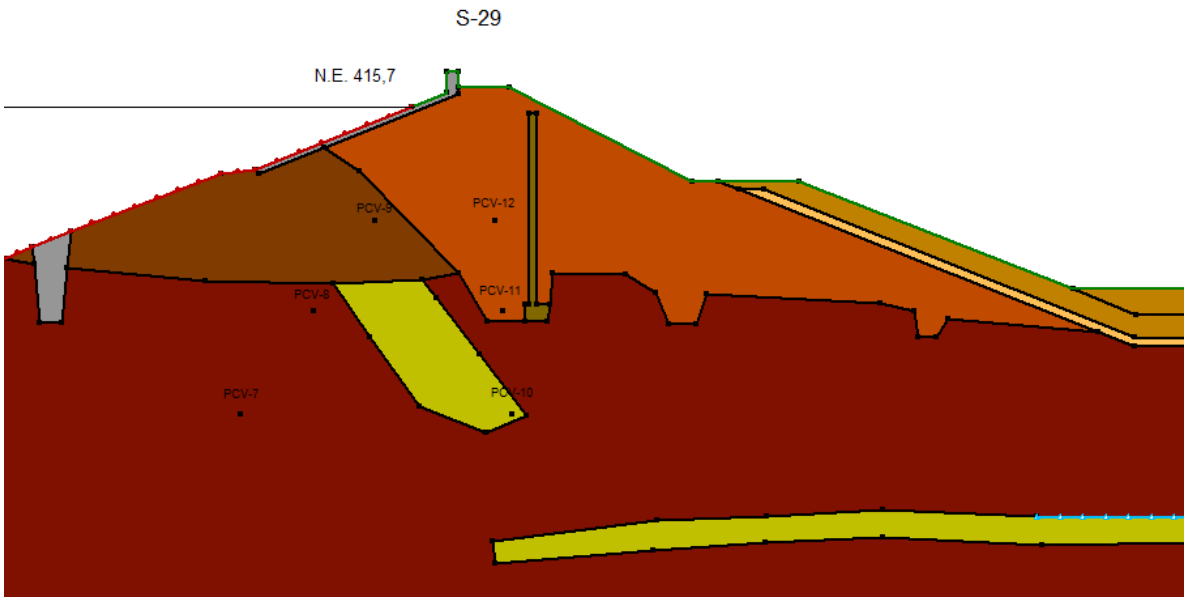


Ilustración 119: S-29 Modelo 29.6

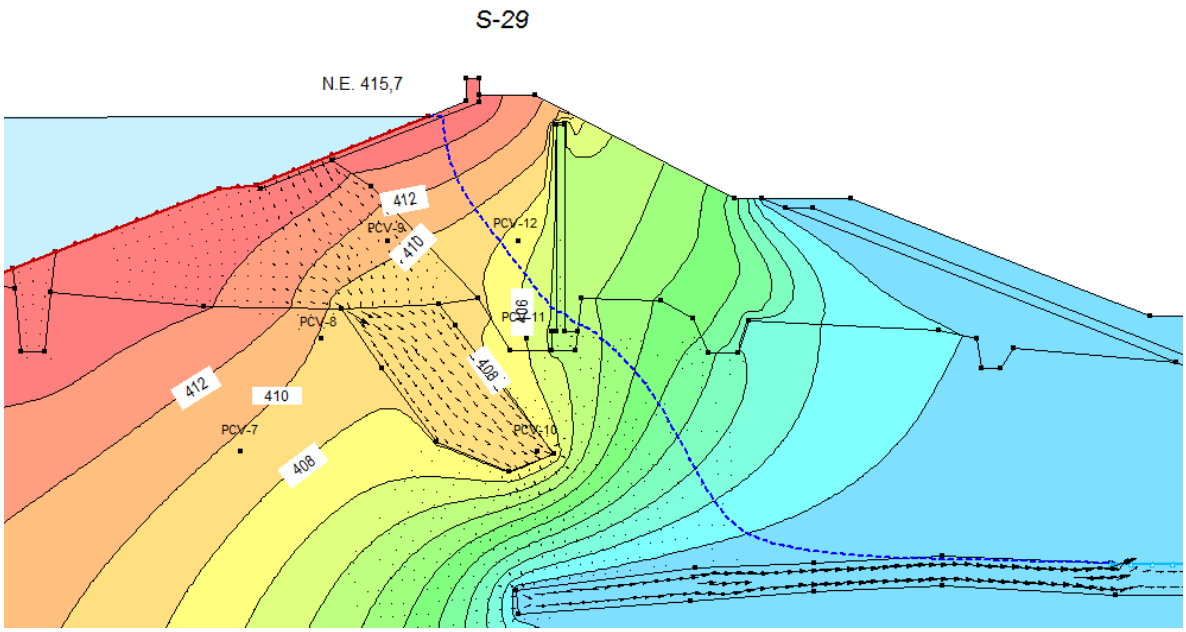


Ilustración 120: S-29 Modelo 29.6 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificación en las capas permeables del terreno
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
    - Modificando de este modo las zonas permeables se consigue ajustar los valores de los piezómetros con una diferencia menor a 1,5 m.c.a.
    - Se van a seguir realizando pequeñas modificaciones en permeabilidades y geometría hasta encontrar la solución más óptima.

MODELO 29.7

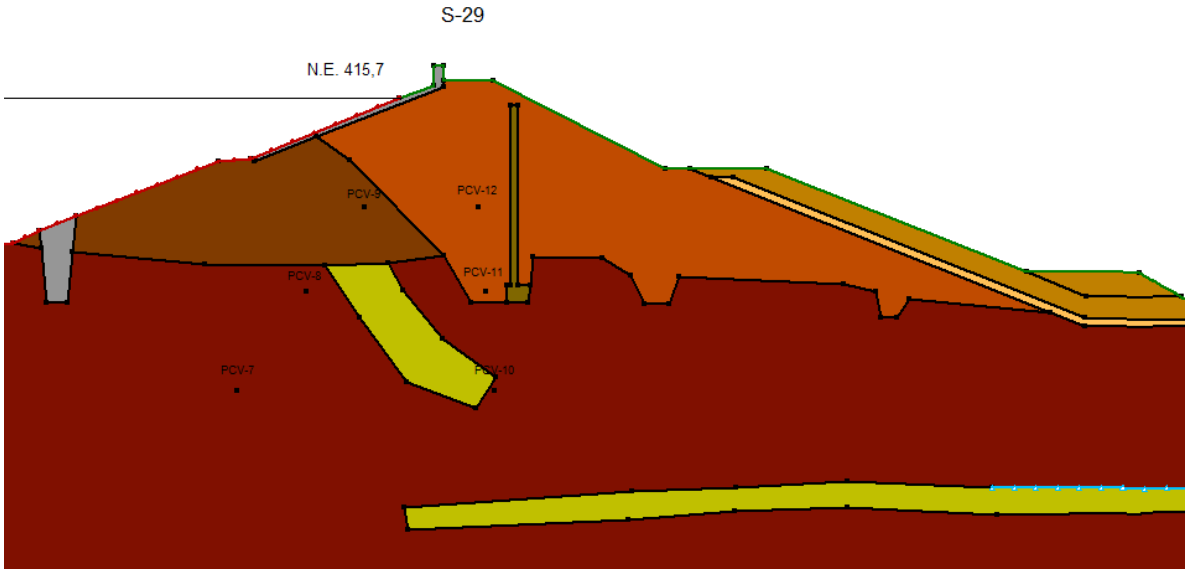


Ilustración 121: S-29 Modelo 29.7

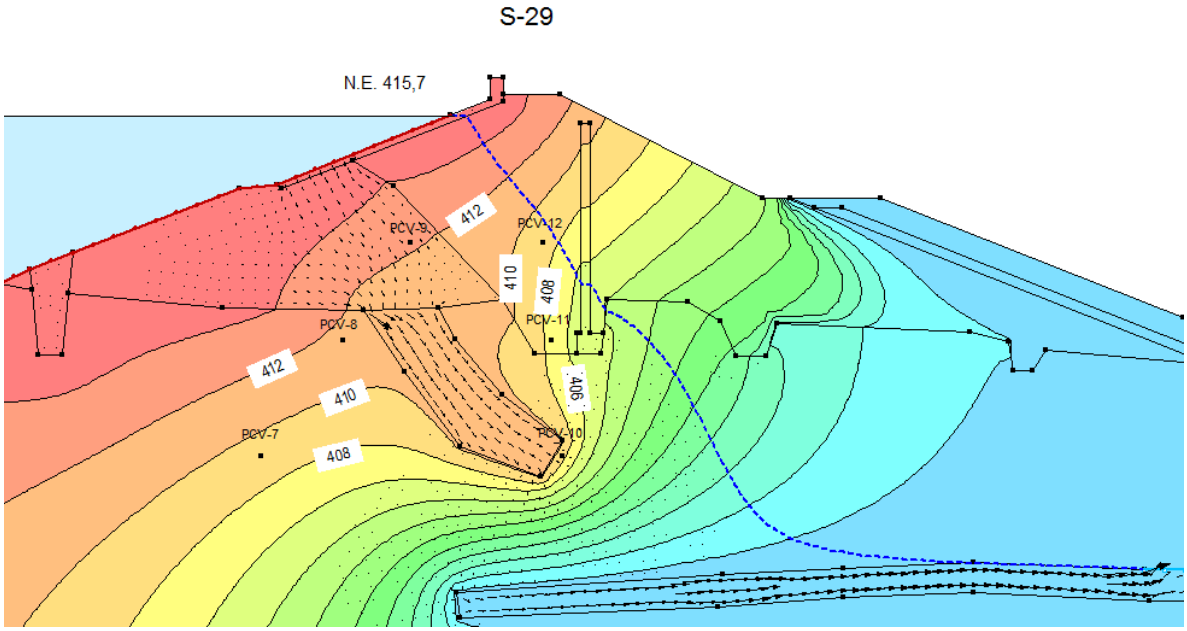


Ilustración 122: S-29 Modelo 29.7 Resultados

- GEOMETRÍA:
    - Modificaciones en las zonas permeables del terreno
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
    - Núcleo original 10 veces más permeable
    - Núcleo recrecido 1 vez más impermeable
    - Dren chimenea 1000 veces más impermeable
- CONCLUSIÓN:
    - Tras realizar varios tanteos en busca de la solución más óptima, se consigue ajustando la geometría y las permeabilidades.
    - Los resultados de los piezómetros se ajustan a los reales y se consideran como óptimos, pues tan solo existe una variación menor a 0,3 m.c.a., en cualquiera de los cinco piezómetros útiles.
    - Se fija esta solución y modelo como el definitivo para este nivel de embalse a expensas de las comprobaciones con los otros niveles de embalse
    - Además, se cumple lo indicado en los planos de resistividad eléctrica de que no se observan flujos de agua por encima de las cotas 400 (a la altura del dren chimenea) y de 395 (a la altura de la primera zanja)
    - Se debe comprobar ahora que este modelo cumple para el resto de niveles de embalse
    - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Marzo-2014

MODELO 29.8 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 414,16 msnm)

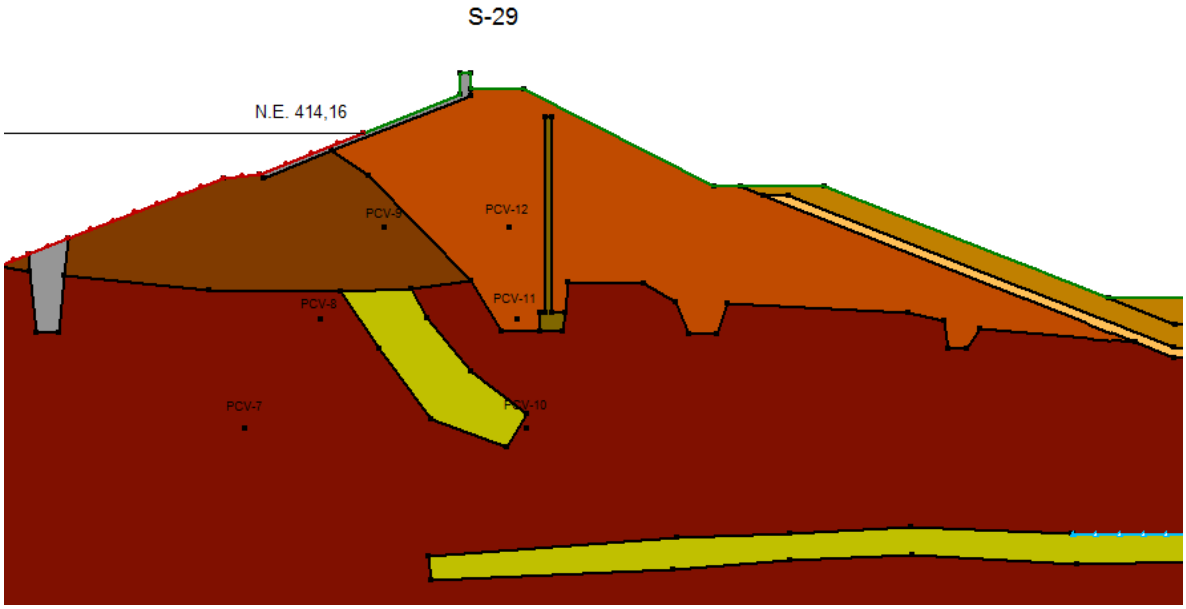


Ilustración 123: S-29 Modelo 29.8

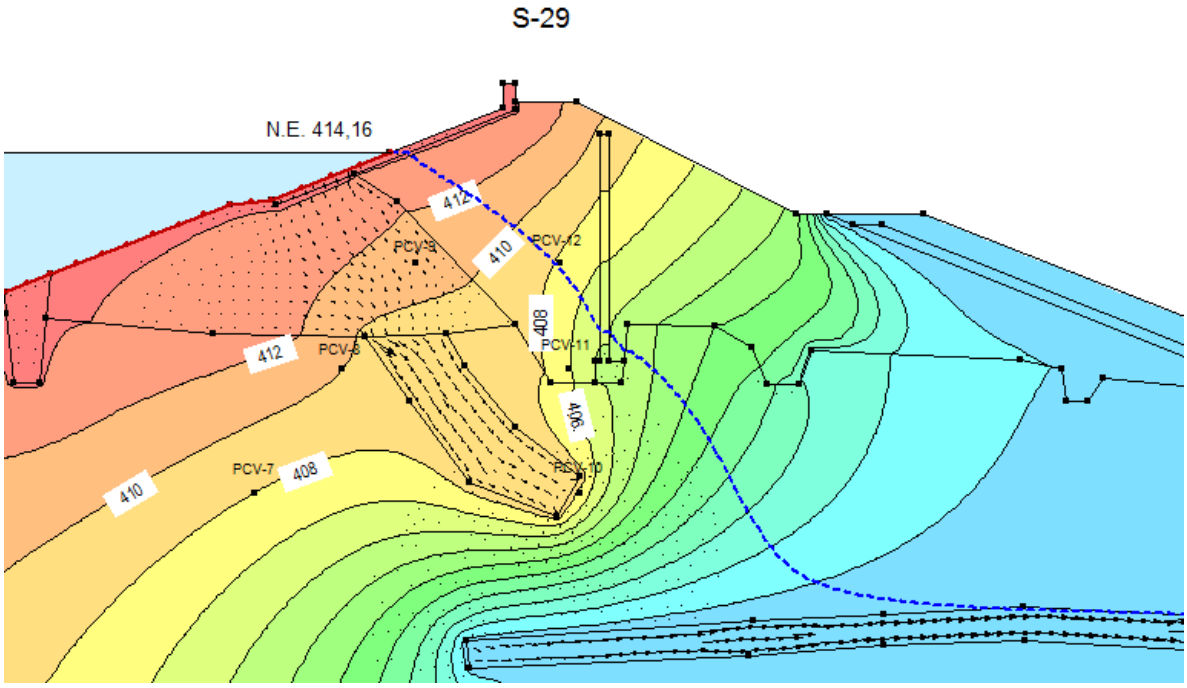


Ilustración 124: S-29 Modelo 29.8 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior 29.7
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto al modelo de NE 415,7
- CONCLUSIÓN:
  - En primer lugar hay que considerar el aumento progresivo del valor del piezómetro 10, como se observa en el anejo nº1, pues no es normal que su valor se acerque más al nivel del embalse conforme el tiempo avanza.
  - Dicho lo cual, es comprensible que, viendo los resultados, el piezómetro mencionado tiene un error considerable de 6 m.c.a., siendo el valor mayor de los seis PCV, a pesar de ser el que menos debiera registrar por su posición. El resto de piezómetros se ajustan bien, aunque el PCV-11 podría ajustarse más.
  - Se va a modificar las zonas permeables en busca de una posible explicación, aunque la más lógica es el aumento de esa zona permeable dentro del núcleo original.

MODELO 29.9

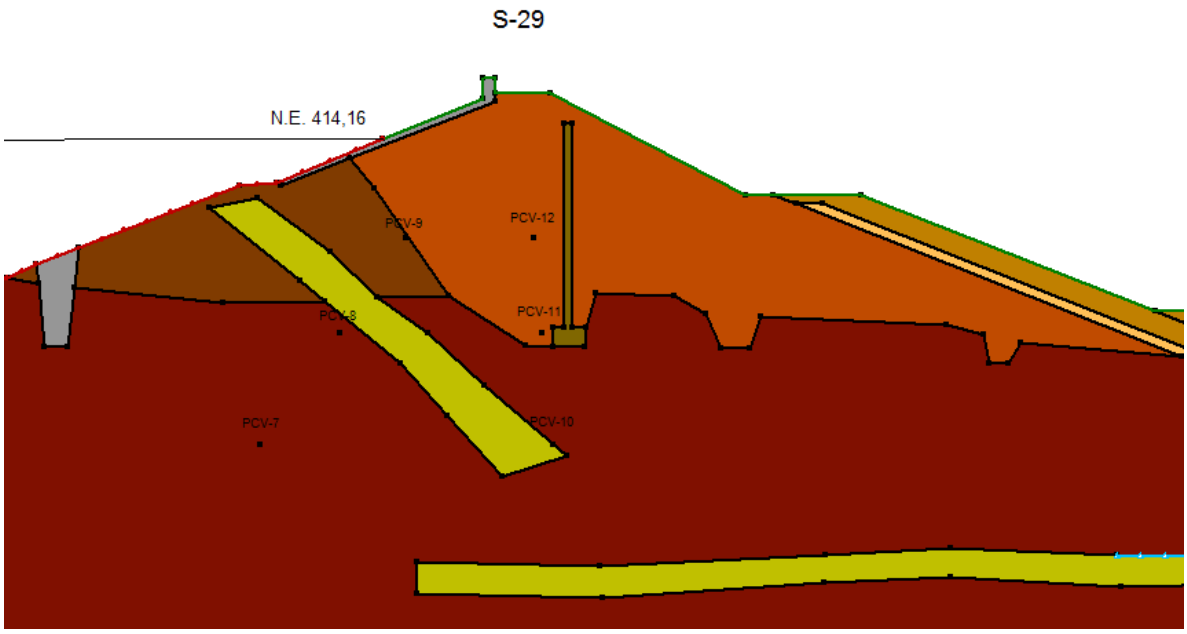


Ilustración 125: S-29 Modelo 29.9

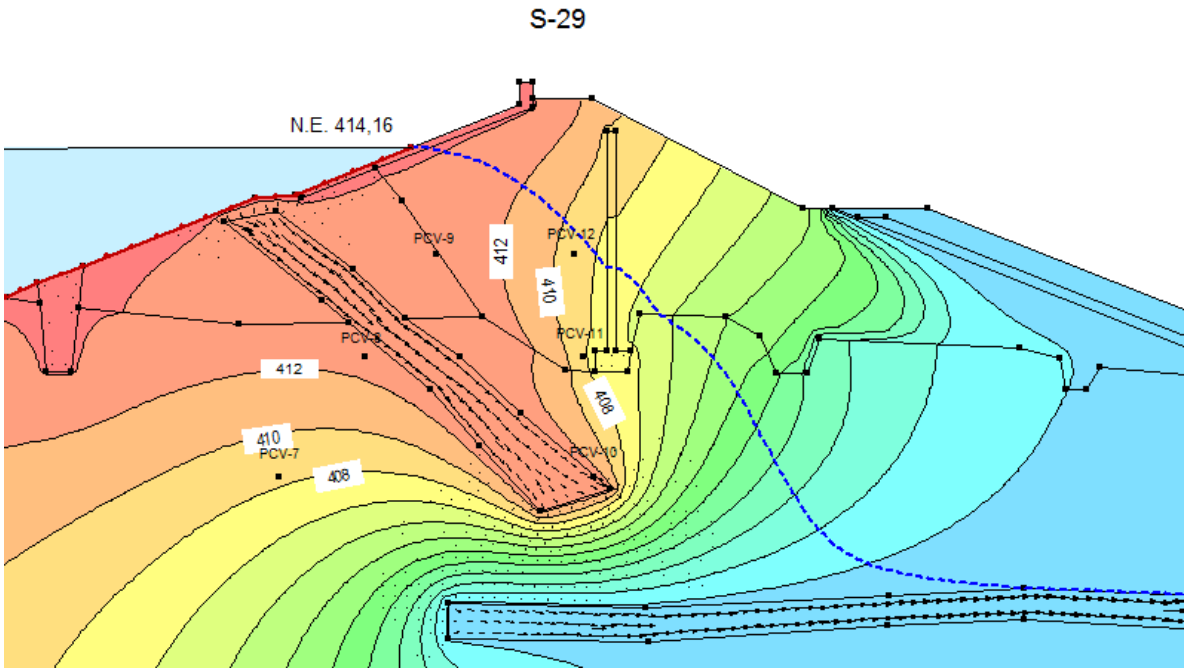


Ilustración 126: S-29 Modelo 29.9 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Se modifica la franja drenante del núcleo, junto con pequeñas modificaciones sin relevancia en el contacto presa-cimiento
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Tras varios tanteos en cuanto a la geometría y modificar minimamente las permeabilidades (aunque sin ninguna variación), se obtiene un resultado que puede considerarse como definitivo aunque haya errores entre 0,5 y 1 m.c.a. Pero dado el importante efecto que produce conseguir el valor deseado en el PCV-10, se produce ese acercamiento en detrimento del resto de los piezómetros, aunque sea con un error mínimo.
  - Así pues, se establece como definitiva este modelo, existiendo una capa permeable que atraviesa el núcleo original y parte del terreno (como en el modelo con NE 415,7 a Mar-14).
  - Se justifica ese incremento del valor del PCV-10
  - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Enero-2017

MODELO 29.10 (CAMBIO NIVEL DE EMBALSE A 413,24 msnm)

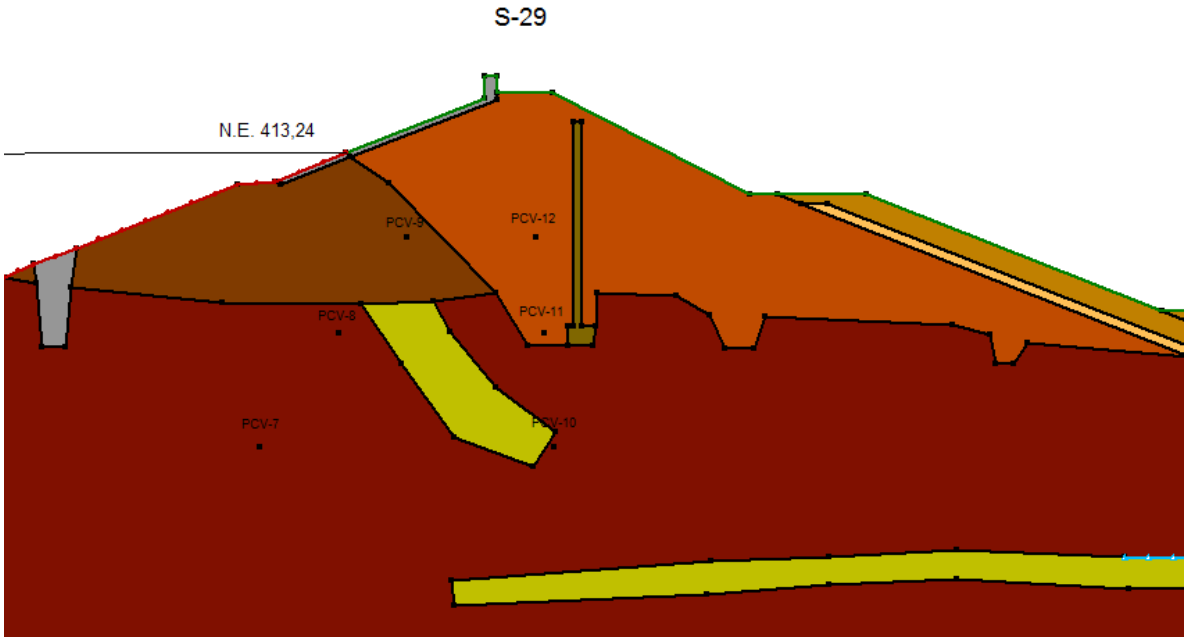


Ilustración 127: S-29 Modelo 29.10

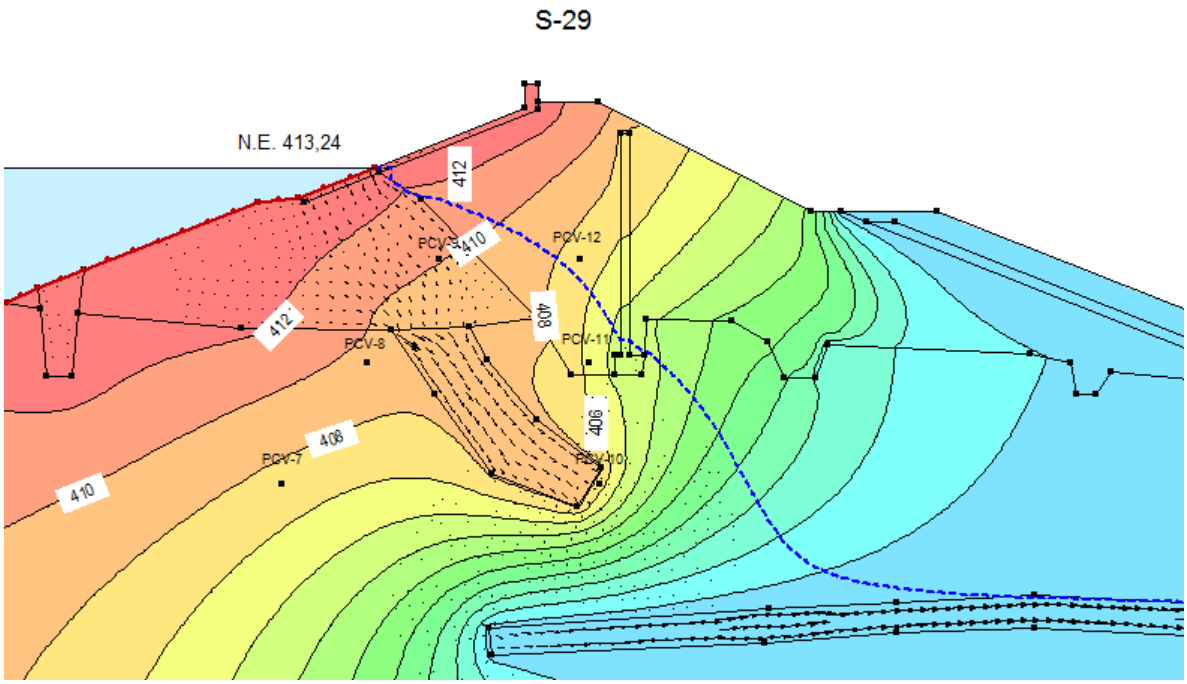


Ilustración 128: S-29 Modelo 29.10 Resultados

- GEOMETRÍA:
  - Idéntica al modelo anterior 29.7
- PERMEABILIDAD:
  - Sin modificaciones respecto al modelo de NE 415,7
- CONCLUSIÓN:
  - De nuevo hay que considerar el valor del PCV-10 y la zona permeable bajo el núcleo, pues la teoría más lógica es que esa zona se hace cada vez más permeable conforme el tiempo avanza.
  - La teoría anterior explicaría el por qué en Ene-17 (NE 414,16) existe una presión muy alta respecto a Mar-14 (NE 415,7); y por qué en May-12 (NE 413,24) existe menor presión en relación a May-14
  - Se debe reducir esa zona permeable buscando la disminución de los PCV 7, 10 y 11 que registran valores un poco más altos de los reales.

MODELO 29.11

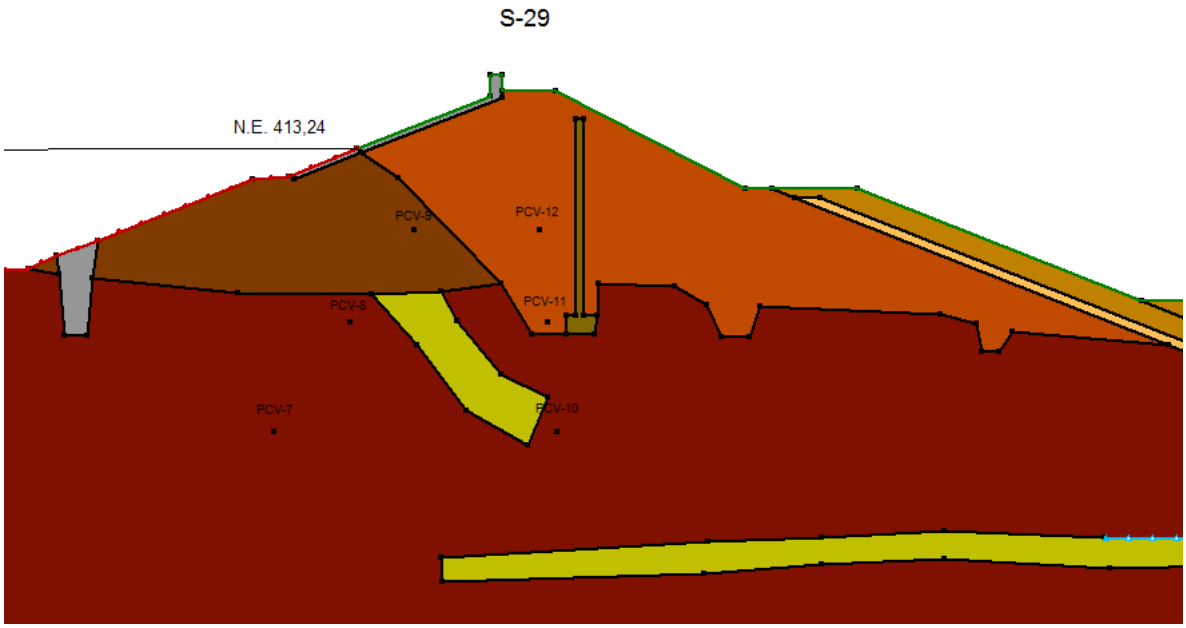


Ilustración 129: S-29 Modelo 29.11

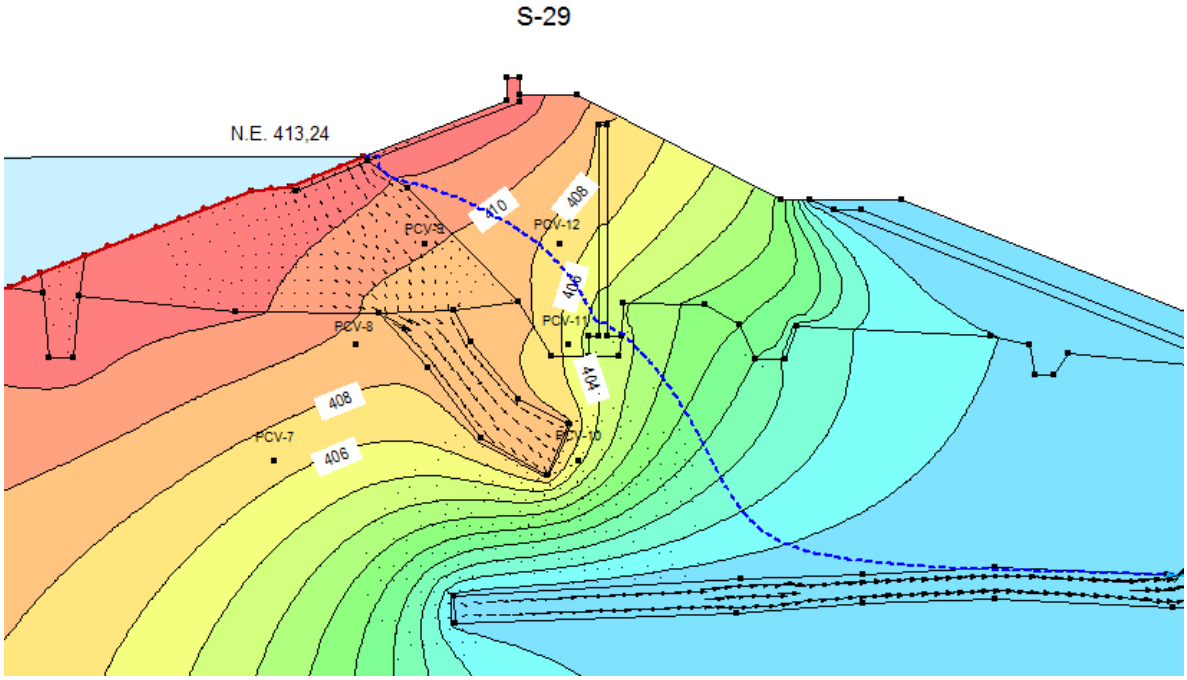


Ilustración 130: S-29 Modelo 29.11 Resultados

- GEOMETRIA:
  - Se modifica la franja drenante de debajo del núcleo, junto con pequeñas modificaciones sin relevancia en el contacto presa-cimiento
- PERMEABILIDAD (respecto modelo anterior):
  - Sin modificaciones
- CONCLUSIÓN:
  - Con las modificaciones en esa zona permeable se consigue ajustar los valores de los piezómetros con una diferencia menor de 0,5 m.c.a.
  - La reducción de la zona permeable correspondiente a una fecha anterior a los otros dos niveles de embalse, reafirma la teoría descrita del crecimiento de esa zona permeable que está conectada directamente con el PCV-10
  - Se establece la solución de este modelo como definitivo para esta fecha.
  - Se confirma este modelo como la sección correspondiente a fecha Mayo-2017

8.6. RESULTADOS

SECCIÓN 15:

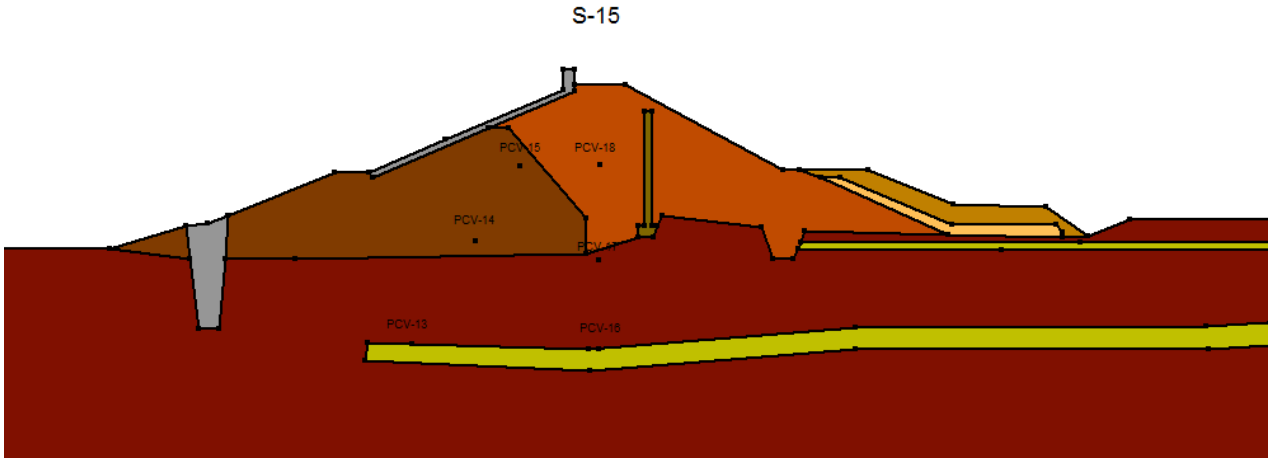


Ilustración 131: Sección S-15 Modelo definitivo

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material Dren Chimenea	1 x 10^ -5
Material Capa Drenante	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

Tabla 3: Sección S-15 Permeabilidades

	N.E. (msnm)	415,7	N.E. (msnm)	414,16	N.E. (msnm)	413,24
	FECHA	mar-14	FECHA	ene-17	FECHA	may-12

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	409	0,8	408,8	408,6	0,2	409,3	408,5	0,8
PCV 14	414,76	414,3	0,5	412,6	412,8	0,2	412,7	412,2	0,5
PCV 15	413,77	414,6	0,8	412	413,1	1,1	412,5	412,5	0
PCV 16	410,07	409	1,1	408,5	408,5	0	409,5	408,6	0,9
PCV 17	411,95	411,5	0,4	410,3	410,6	0,3	410,4	410,1	0,3
PCV 18	411,42	412,3	0,9	410,85	411,5	0,6	411,7	411	0,7

Tabla 4: Sección S-15 Resultados Piezómetros

NE 415,7	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)	Diferencia (L/min)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	4,2107E-08	4,2107E-06	3,7737E-07	0,023

NE 414,16	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox		
AFO 1	0	0	3,512E-08	3,512E-06	0,211	L/min

NE 413,24	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)	Diferencia (L/min)
AFO 1	0,21	0,0000035	3,0959E-08	3,0959E-06	4,041E-07	0,024

Tabla 5: Sección S-15 Resultados Aforo-1

SECCIÓN 22:

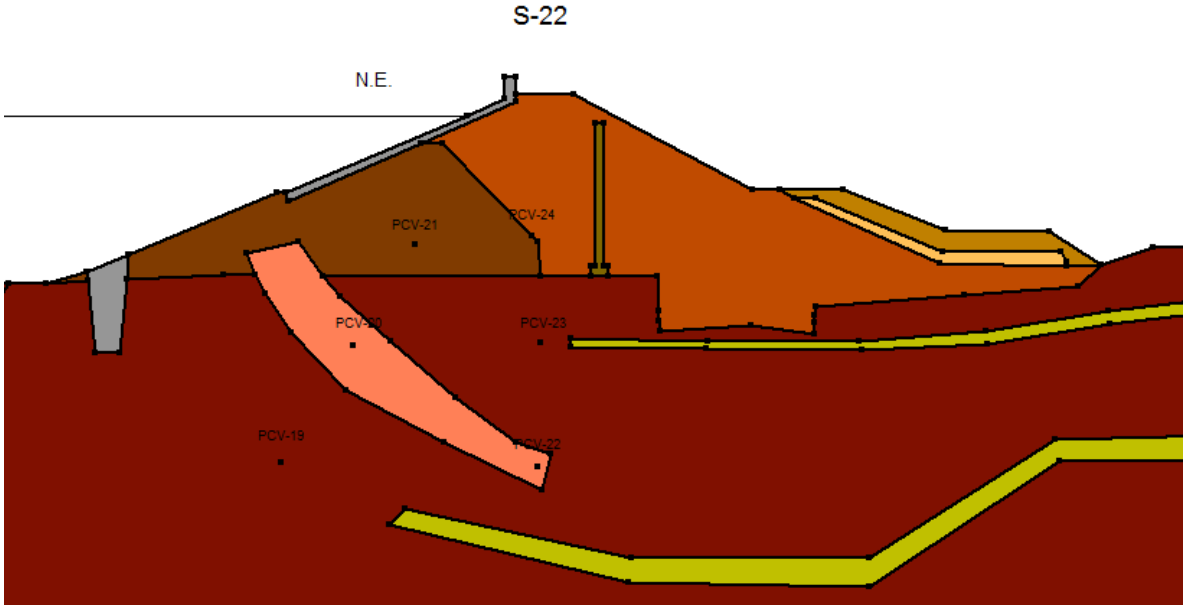


Ilustración 132: Sección S-22 Modelo definitivo Mayo 2012

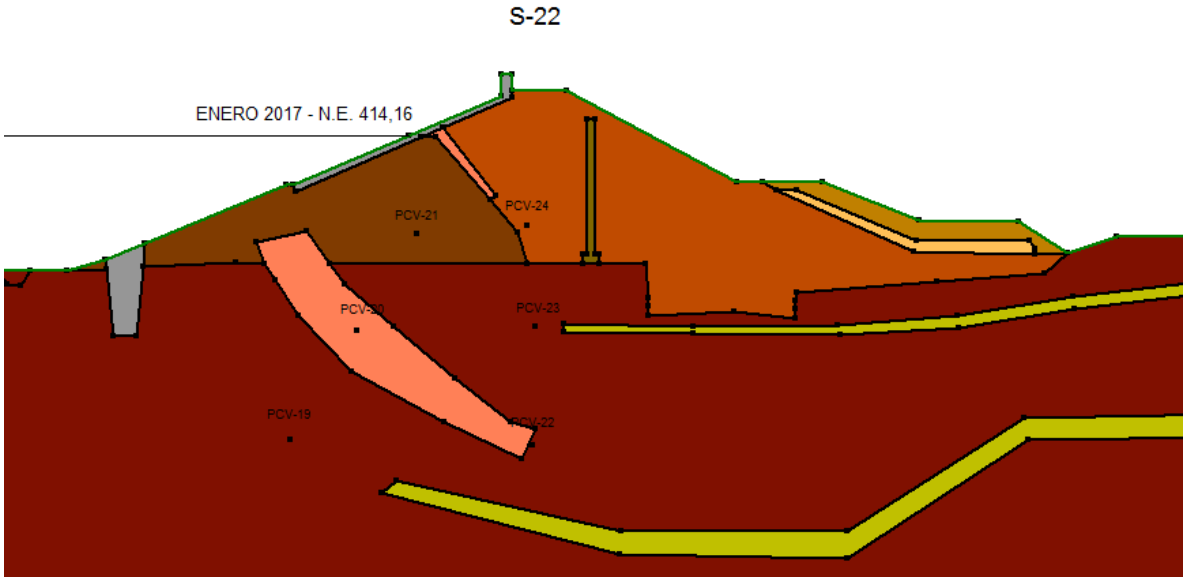


Ilustración 133: Sección S-22 Modelo definitivo Marzo 2014 y Enero 2017

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

Tabla 6: Sección S-22 Permeabilidades

	N.E. (msnm)		415,7	N.E. (msnm)		414,16	N.E. (msnm)		413,24
	FECHA		mar-14	FECHA		ene-17	FECHA		may-12
	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	408,29	408,5	0,2	406,6	407	0,4	407,1	407	0,1
PCV 2	411,95	411,7	0,3	411	411	0	410,5	409,7	0,8
PCV 3	413,49	413,5	0	412,6	412,8	0,2	411,59	411,3	0,3
PCV 4	410,59	410,3	0,3	409	409,5	0,5	409	408,5	0,5
PCV 5	406,46	406,5	0	406	406	0	405,4	405,2	0,2
PCV 6	412,74	412	0,7	411,75	411,5	0,3	410	409,5	0,5

Tabla 7: Sección S-22 Resultados piezómetros

NE 415,7	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)	Diferencia (L/min)
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,3731E-07	2,7462E-05	5,2953E-06	0,318

NE 414,16	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)	Diferencia (L/min)
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,2068E-07	2,4136E-05	1,9693E-06	0,118

NE 413,24	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)	Diferencia (L/min)
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,0853E-07	2,1706E-05	4,6067E-07	0,028

Tabla 8: Sección S-22 Resultados Aforo-2

SECCIÓN 27:

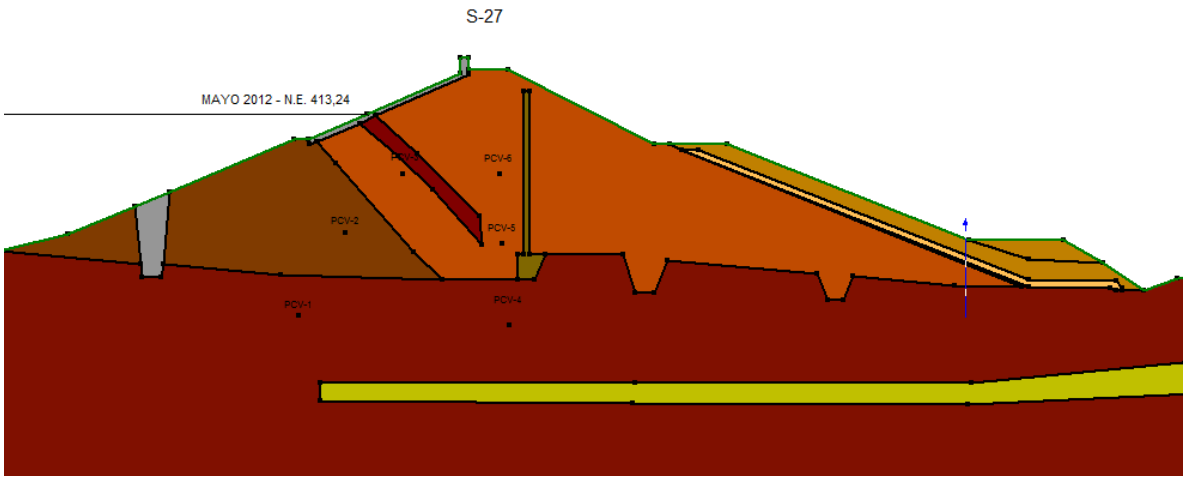


Ilustración 134: Sección S-27 Modelo definitivo Mayo 2012

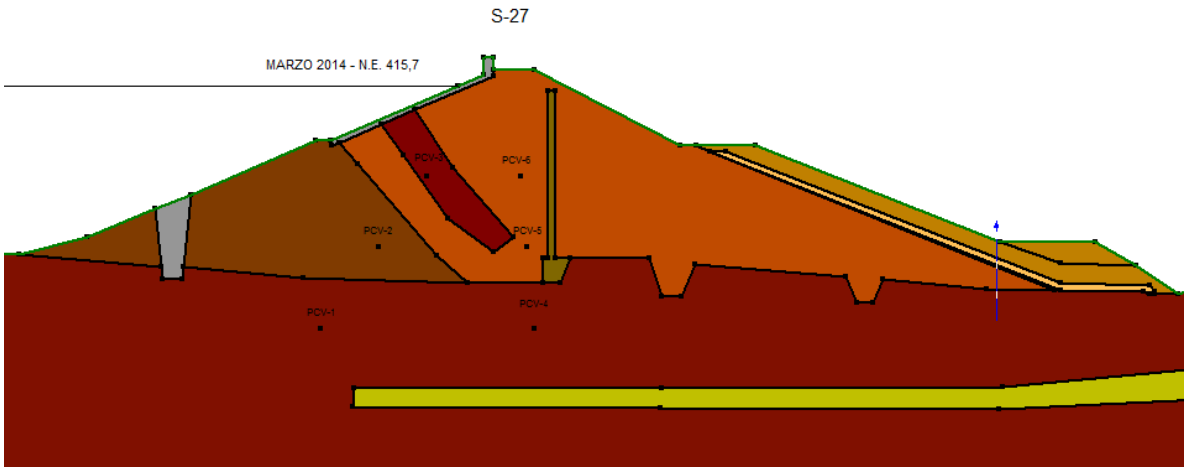


Ilustración 135: Sección S-27 Modelo definitivo Marzo 2014

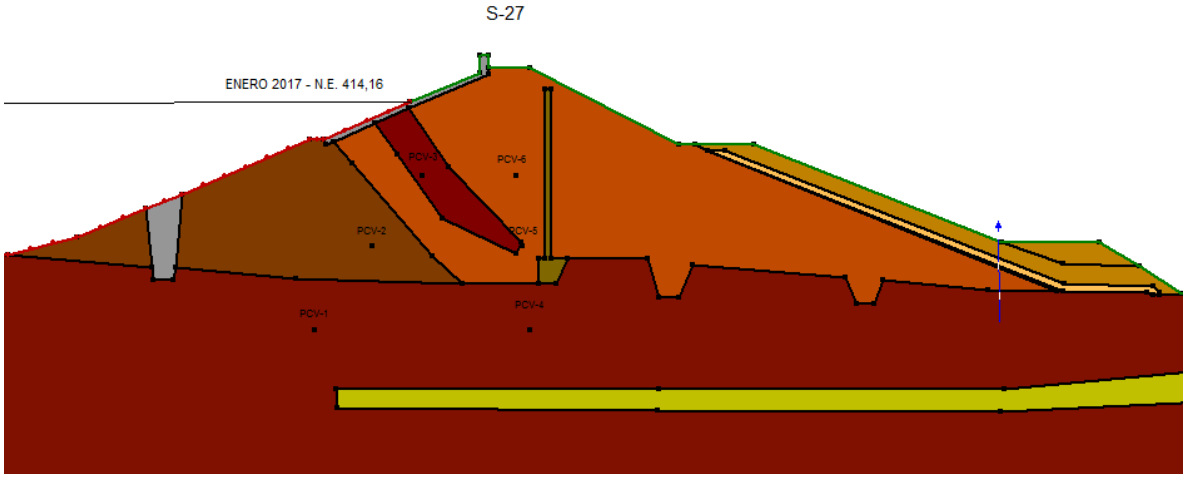


Ilustración 136: Sección S-27 Modelo definitivo Enero 2017

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

Tabla 9: Sección S-27 Permeabilidades

	N.E. (msnm)	415,7	N.E. (msnm)	414,16	N.E. (msnm)	413,24
	FECHA	mar-14	FECHA	ene-17	FECHA	may-12
	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	403,2	0,3	401,75	402	0,3	402,4	402	0,4
PCV 2	407,32	407,5	0,2	406,43	406,2	0,2	406,3	406	0,3
PCV 3	414,7	414,7	0	413,5	414	0,5	411	412	1
PCV 4	395,99	396,5	0,5	412,61	397	15,6	406,1	395,5	10,6
PCV 5	407,76	407,3	0,5	411,62	411,7	0,1	405	404,5	0,5
PCV 6	409	409,2	0,2	408,6	408,8	0,2	406,5	407,2	0,7

Tabla 10: Sección S-27 Resultados Piezómetros

NE 415,7	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4399E-09	1,4399E-07	0,0086

NE 414,16	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4866E-09	1,4866E-07	0,0089

NE 413,24	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,2506E-09	1,2506E-07	0,0075

Tabla 11: Sección S-27 Resultados Aforo-3

SECCIÓN 29:

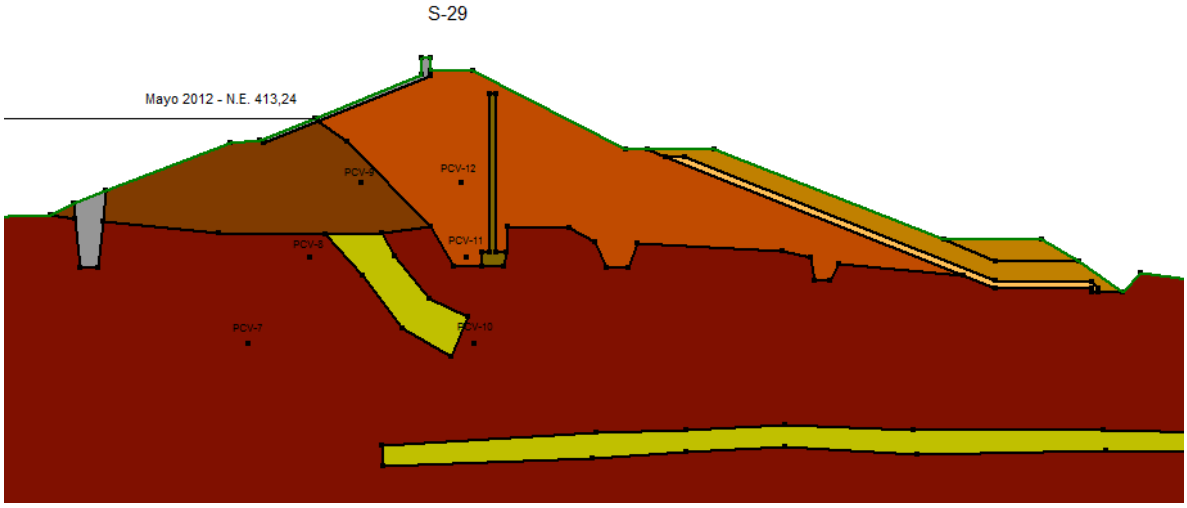


Ilustración 137: Sección S-29 Modelo definitivo Mayo 2012

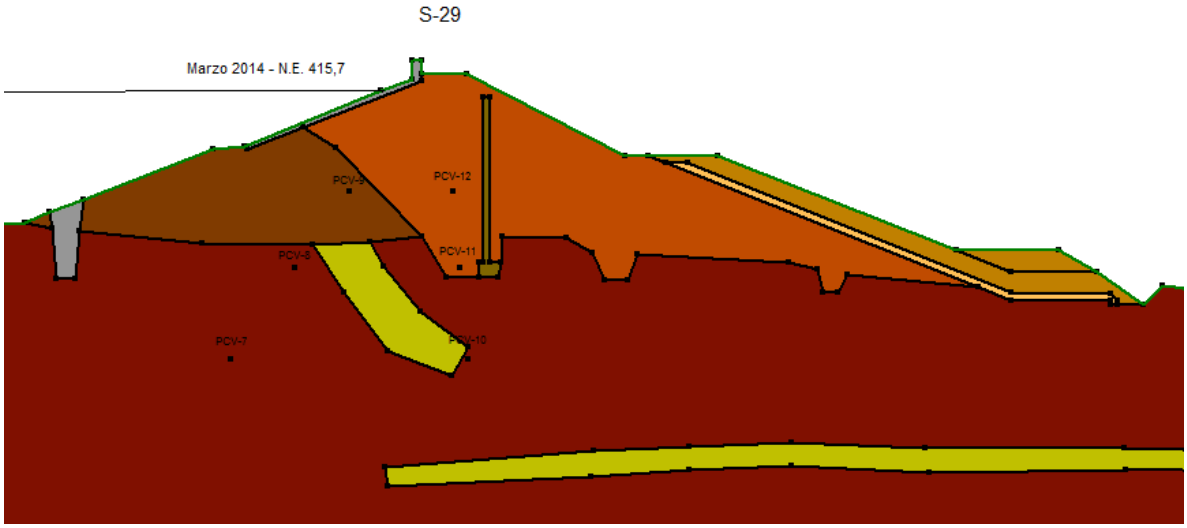


Ilustración 138: Sección S-29 Modelo definitivo Marzo 2014

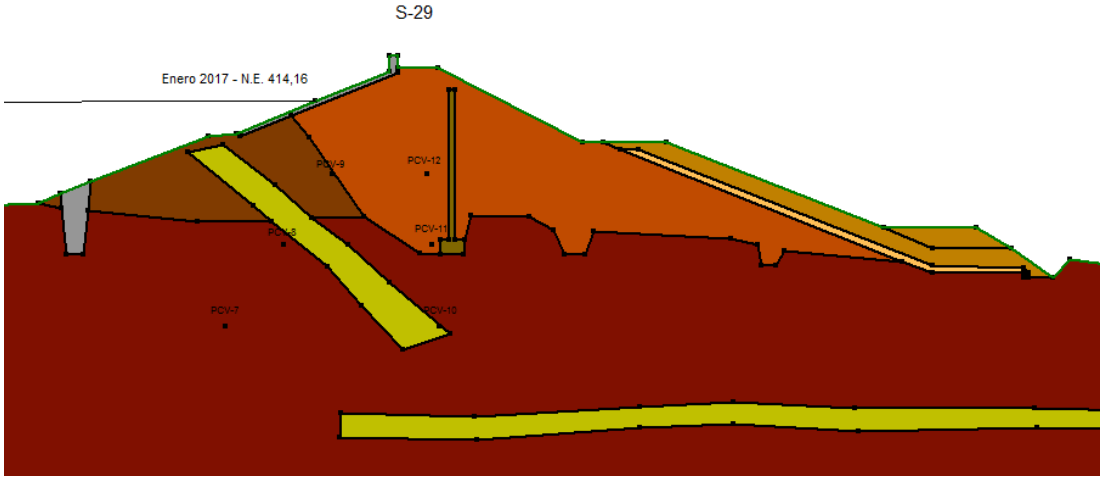


Ilustración 139: Sección S-29 Modelo definitivo Enero 2017

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

Tabla 12: Sección S-29 Permeabilidades

	N.E. (msnm)		415,7	N.E. (msnm)		414,16	N.E. (msnm)		413,24
	FECHA		mar-14	FECHA		ene-17	FECHA		may-12
	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,8	409	0,2	408,16	408,2	0	406	406,5	0,5
PCV 8	401	411,5	10,5	401	412	11	536,84	409,5	127,3
PCV 9	412,2	412,2	0	411,7	412,5	0,8	409,6	410,1	0,5
PCV 10	409,3	409	0,3	413	412	1	404,35	404,3	0,1
PCV 11	407	407,3	0,3	407,55	408,2	0,6	404,6	405	0,4
PCV 12	408,5	408,7	0,2	408	408,8	0,8	406,5	407	0,5

Tabla 13: Sección S-29 Resultados Piezómetros

8.7. VALIDACIÓN DE LOS MODELOS

Este apartado expone una correcta validación de los modelos obtenidos anteriormente. Se parte del modelo óptimo y se comprueba para diferentes fechas y niveles de embalse con el objeto de corroborar la correcta elección del modelo.

De cada validación se muestran los resultados de los piezómetros y el aforo, junto con la sección de resultados de SEEP/W. Las permeabilidades son las indicadas en el apartado de "Resultados".

Las fechas comprobadas han sido Mayo 2012, Marzo 2014 y Enero 2017. En este caso se opta por las fechas de Septiembre 2013, Junio 2015 y Enero 2016.

Sección 15

A partir de los modelos óptimos (15.14, 15.19, 15.20), se realiza la validación:

- **Validación 15.1 – Septiembre 2013**

N.E.	414,4	FECHA	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,7	408,9	0,8
PCV 14	413,96	413,3	0,7
PCV 15	413,3	413,5	0,2
PCV 16	409,9	409	0,9
PCV 17	411,65	410,9	0,8
PCV 18	411,3	411,7	0,4

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,15	0,0000025	3,6208E-08	3,6208E-06	1,1208E-06
					0,067 L/min

Tabla 14: Resultados validación 15.1

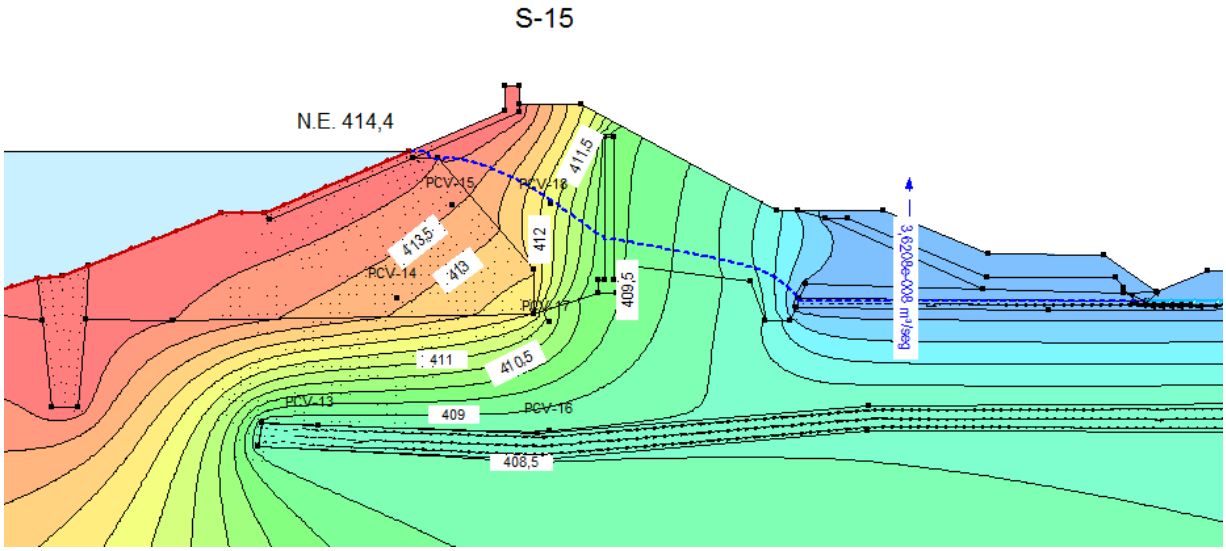


Ilustración 140: Resultados validación 15.1

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 1 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables.

Además, el valor del aforo registra también una variación prácticamente nula de 0,06 L/min

Se corrobora para esta fecha y nivel de embalse el modelo establecido.

- **Validación 15.2 – Junio 2015**

VALIDACIÓN S-15.2			
N.E.	415,14	**FECHA**	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,7	408,9	0,8
PCV 14	414	413,7	0,3
PCV 15	413,52	414,2	0,7
PCV 16	409,77	409	0,8
PCV 17	411,35	411,3	0,1
PCV 18	411,1	412	0,9

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,35	5,8333E-06	3,9566E-08	3,9566E-06	1,8767E-06
					0,113 L/min

Tabla 15: Resultados validación 15.2

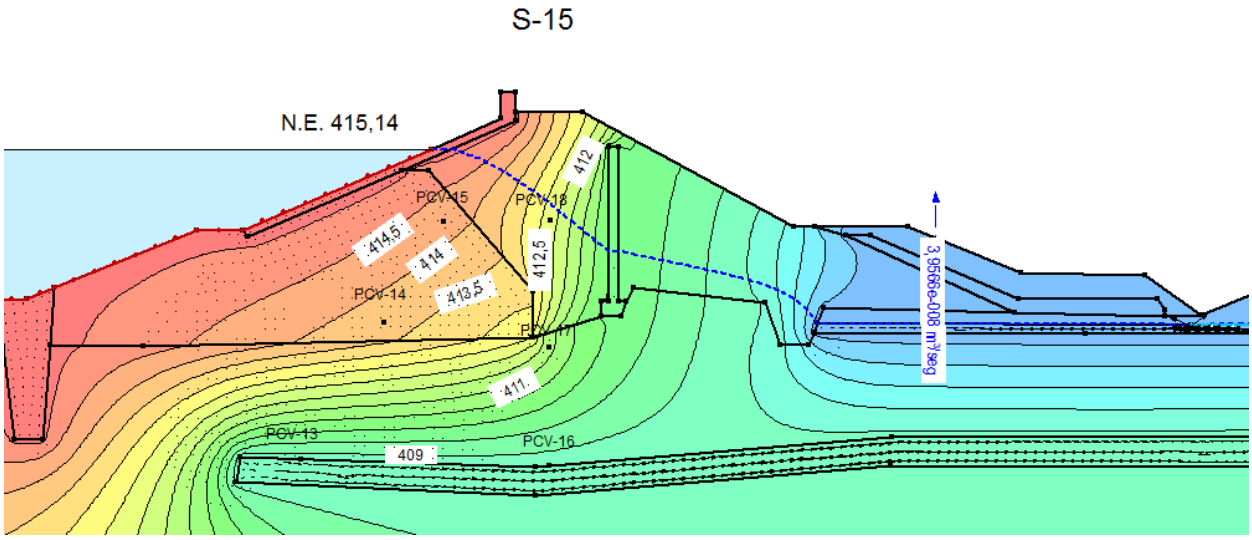


Ilustración 141: Resultados validación 15.2

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 1 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables.

Además, el valor del aforo registra también una variación muy baja de 0,1 L/min

Se corrobora para esta fecha y nivel de embalse el modelo establecido.

- **Validación 15.3 – Enero 2016**

VALIDACIÓN S-15.3			
N.E.	413,6	**FECHA**	ene-16

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,1	408,6	0,5
PCV 14	412,3	412,4	0,1
PCV 15	412,4	412,8	0,4
PCV 16	409	408,5	0,5
PCV 17	410,2	410,4	0,2
PCV 18	411	411,2	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	ND	ND	3,2585E-08	3,2585E-06	3,2585E-06
					0,196 L/min

Tabla 16: Resultados validación 15.3

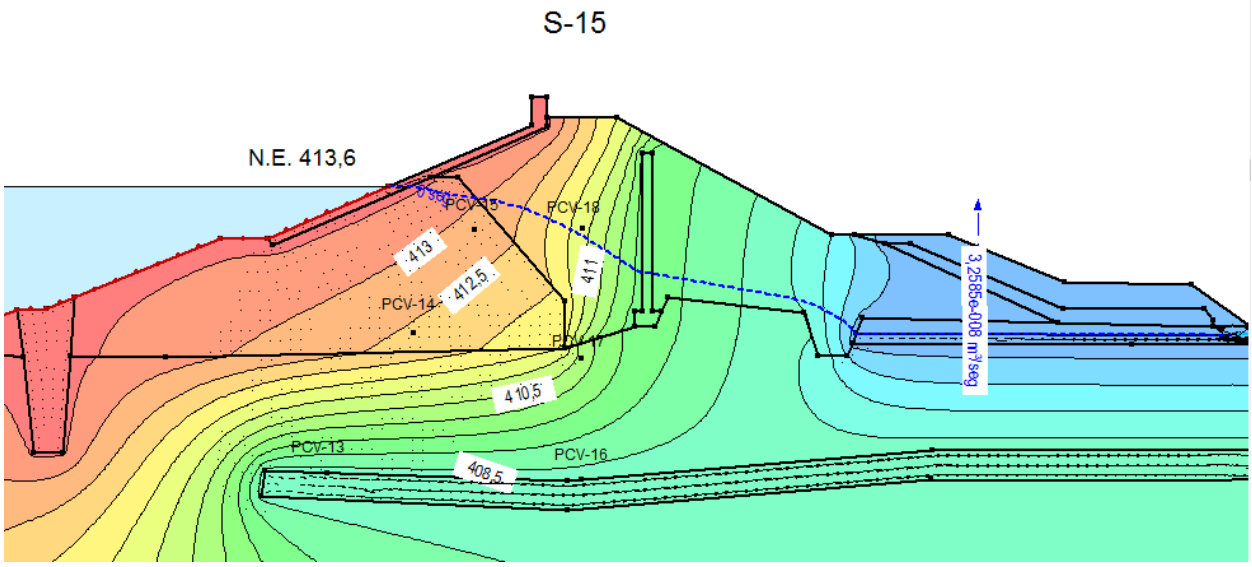


Ilustración 142: Resultados validación 15.3

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 0,5 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables.

Sin embargo, el valor del aforo no registra datos reales, aunque se obtiene un valor en el modelo de 3,26 x 10^{-8} m^3/s o lo que es lo mismo 0,2 L/min, un valor en la línea de los anteriores.

Se corrobora para esta fecha y nivel de embalse el modelo establecido.

Sección 22

En esta sección, como el modelo cambia del año 2012 al 2014, surge el problema de qué modelo utilizar en la fecha de validación Septiembre 2013. Por ello se plantean los dos modelos para establecer cuándo cambió la geometría.

Por otro lado, las fechas de 2015 y 2016, se entiende que usan el modelo generado en el 2014 (modelo 22.8) y que es también correcto en el 2017 (modelo 22.9).

- **Validación 22.1 sin capa sobre núcleo – Septiembre 2013**

VALIDACIÓN S-22.1 sin			
N.E.	414,4	**FECHA**	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	407,8	407,9	0,1
PCV 20	411,45	411	0,4
PCV 21	413,3	413	0,3
PCV 22	409,9	410,3	0,4
PCV 23	406,26	406	0,3
PCV 24	412,14	410,2	1,9

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 2	1,65	0,0000275	1,2001E-07	0,000024002	3,498E-06
					0,210 L/min

Tabla 17: Resultados validación 22.1 sin capa

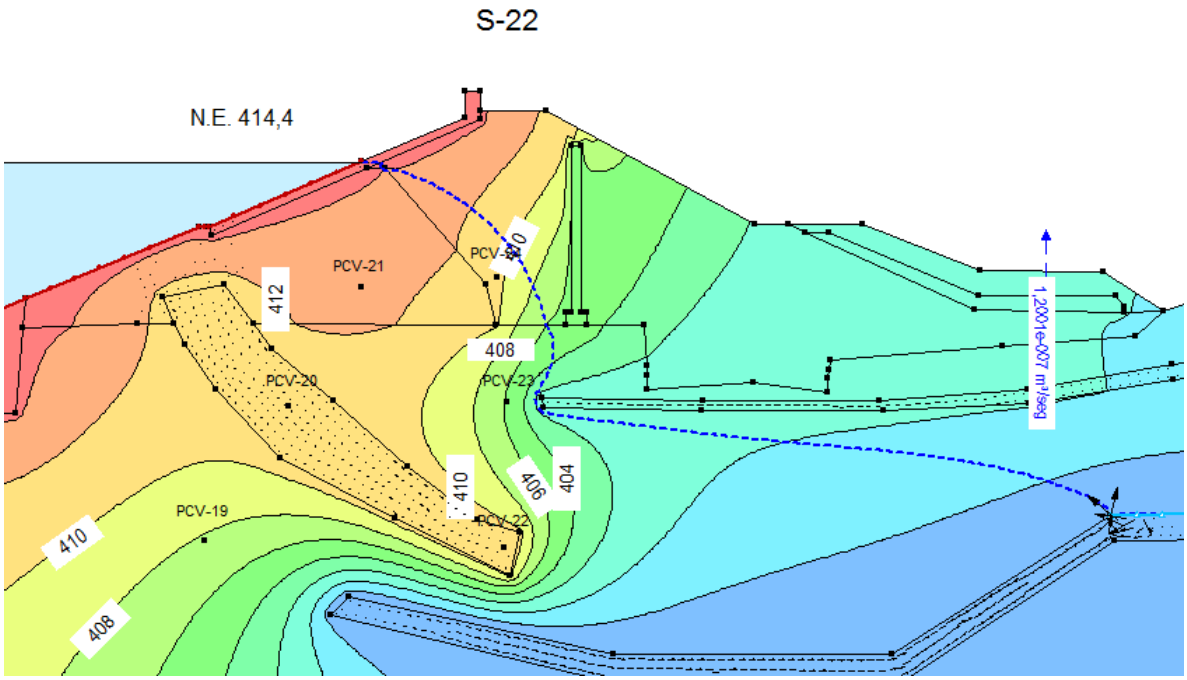


Ilustración 143: Resultados validación 22.1 sin capa

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 0,5 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables, excepto el PCV-24, por lo que parece indicar que debiera existir una capa que incrementara el valor de la presión

El valor del aforo registra también una variación muy baja de 0,2 L/min

Se establece que el modelo 22.10 de Mayo de 2012 no se puede usar en fecha de Septiembre 2013

- **Validación 22.1 con capa sobre núcleo – Septiembre 2013**

VALIDACIÓN S-22.1 con			
N.E.	414,4	**FECHA**	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	407,8	407,7	0,1
PCV 20	411,45	411	0,4
PCV 21	413,3	413	0,3
PCV 22	409,9	410	0,1
PCV 23	406,26	406	0,3
PCV 24	412,14	411,9	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 2	1,65	0,0000275	1,2306E-07	2,4612E-05	2,888E-06
					0,173 L/min

Tabla 18: Resultados validación 22.1 con capa

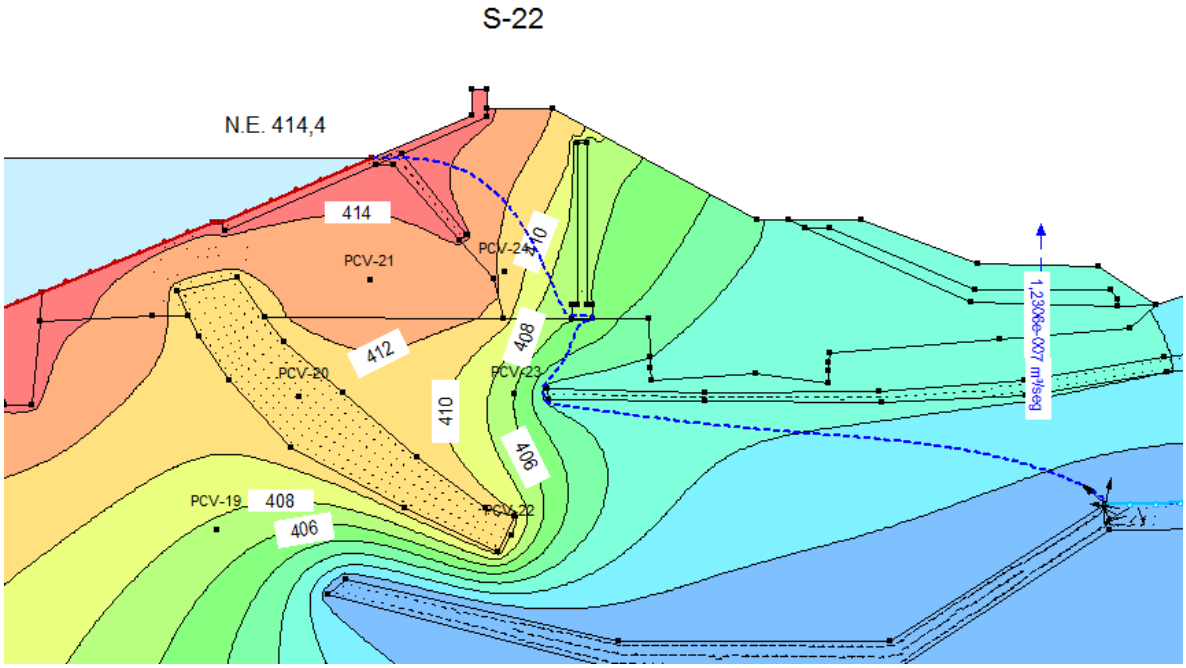


Ilustración 144: Resultados validación 22.1 con capa

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 0,5 m.c.a., incluso el PCV-24, por lo que se confirma la utilidad del modelo con la capa permeable sobre el núcleo como correcto para las fechas posteriores a 2013

El valor del aforo registra también una variación muy baja de 0,17 L/min

Se corrobora el modelo con la capa permeable sobre núcleo.

- **Validación 22.2 – Junio 2015**

VALIDACIÓN S-22.2			
N.E.	415,14	**FECHA**	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	407,94	408	0,1
PCV 20	411,55	411,1	0,4
PCV 21	413,84	413,9	0,1
PCV 22	410,14	410	0,1
PCV 23	406,56	406,2	0,4
PCV 24	412,94	412,1	0,8

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 2	2,17	3,6167E-05	1,3075E-07	0,00002615	1,0017E-05
					0,601 L/min

Tabla 19: Resultados validación 22.2

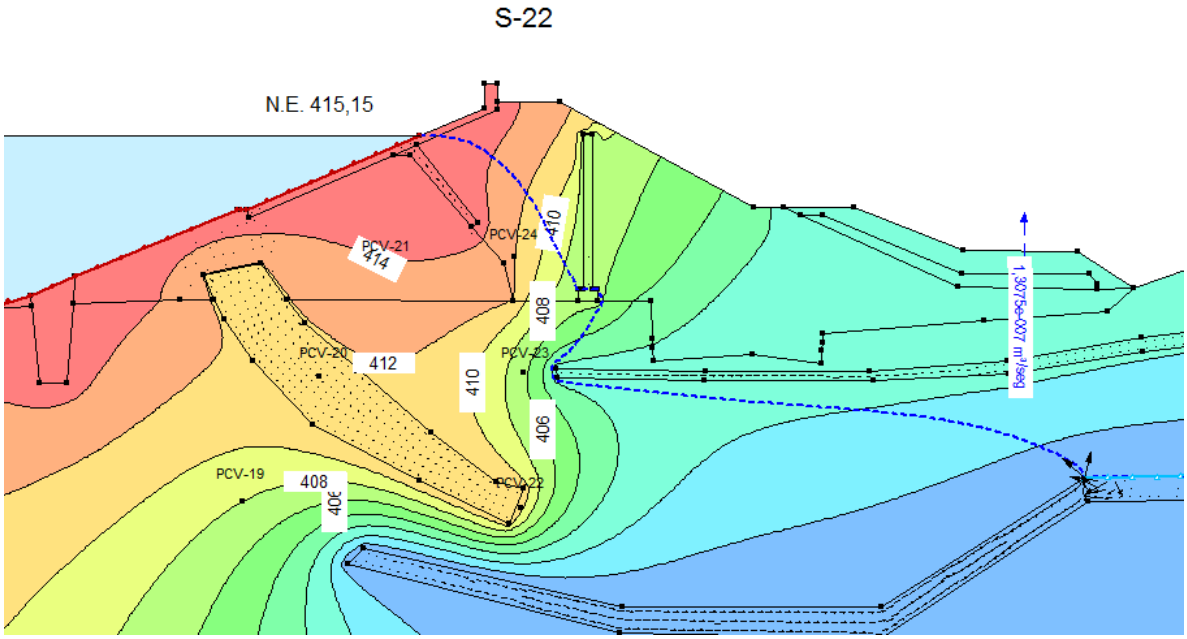


Ilustración 145: Resultados validación 22.2

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 0,8 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables.

Además, el valor del aforo registra también una variación baja respecto al valor tan alto que hay de registro. 0,6 L/min

Se corrobora para esta fecha y nivel de embalse el modelo establecido con la capa sobre núcleo.

- **Validación 22.3 – Enero 2016**

VALIDACIÓN S-22.3			
N.E.	413,6	**FECHA**	ene-16

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	406,65	407	0,4
PCV 20	410,72	411	0,3
PCV 21	412,34	412,2	0,1
PCV 22	408,86	409,8	0,9
PCV 23	405,9	405,9	0
PCV 24	411,46	411	0,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,1487E-07	2,2974E-05	8,0733E-07
					0,048 L/min

Tabla 20: Resultados validación 22.3

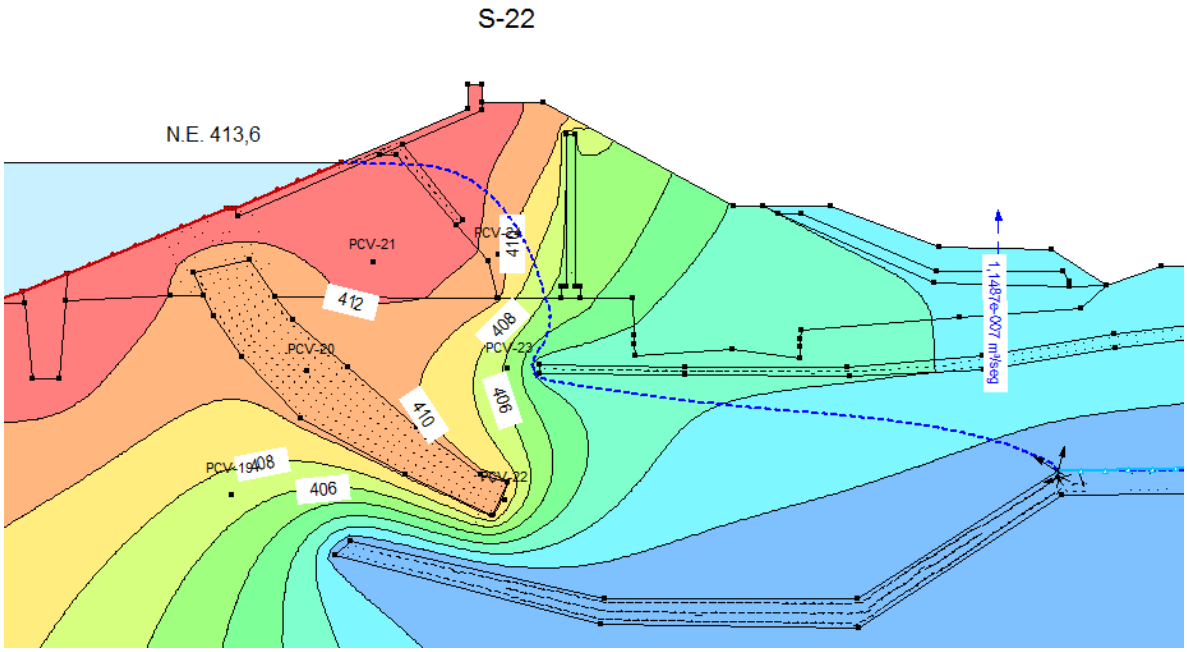


Tabla 21: Resultados validación 22.3

Los resultados obtenidos indican una variación de presión respecto a los valores reales menor a 0,9 m.c.a., siendo unos valores muy aceptables.

Además, el valor del aforo registra también una variación muy baja, de 0,05 L/min

Se corrobora para esta fecha y nivel de embalse el modelo establecido con la capa sobre núcleo.

Sección 27

La validación de esta sección está condicionada a que la geometría de la presa está en constante modificación debido a la franja permeable que existe en el núcleo original. Por ello, las validaciones están comprobadas entre el modelo temporalmente anterior y posterior, es decir, la validación de 2013 se comprueba con un modelo geométricamente intermedio entre el 2012 y 2014. Mientras que las validaciones de los años 2015 y 2016 se comprueban con modelos entre 2014 y 2017.

- **Validación 27.1 – Septiembre 2013**

VALIDACIÓN S-27.1 modelo de 2012

N.E.	414,4	FECHA	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,85	402,5	0,4
PCV 2	407,22	406,5	0,7
PCV 3	413,6	413	0,6
PCV 4	611	396	215
PCV 5	407,33	405	2,3
PCV 6	408,6	408,2	0,4

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,3336E-09	6,668E-08	0,004

VALIDACIÓN S-27.1 modelo de 2014

N.E.	414,4	FECHA	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,85	402,7	0,2
PCV 2	407,22	406,5	0,7
PCV 3	413,6	414	0,4
PCV 4	611	396	215
PCV 5	407,33	406	1,3
PCV 6	408,6	408,7	0,1

Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
0	0	1,373E-09	6,866E-08	0,004

Tabla 22: Resultados validación 27.1

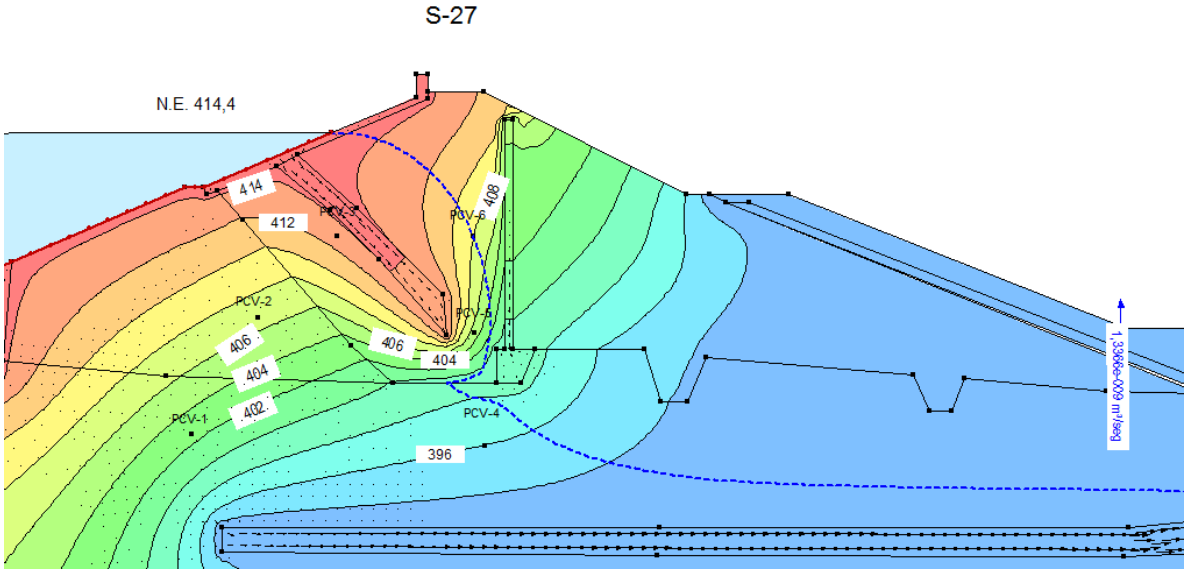


Ilustración 146: Resultados validación 27.1 modelo 2012

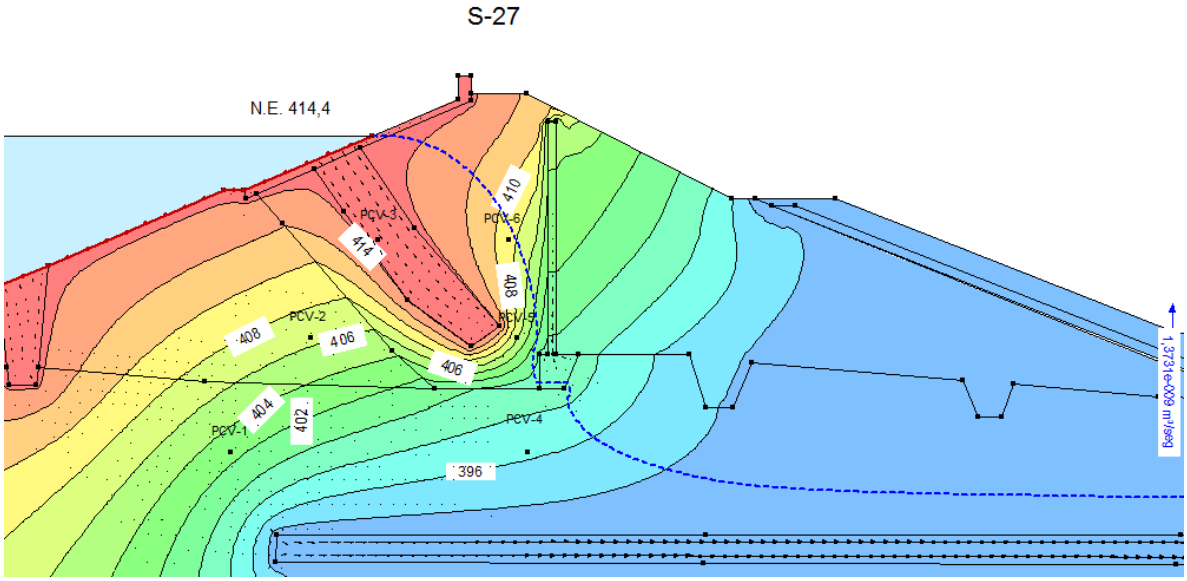


Ilustración 147: Resultados validación 27.1 modelo 2014

Los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2012, y en segundo lugar con el de 2014.

Como puede verse en la tabla, además del valor de PCV que no funciona correctamente, el único valor que difiere con notoriedad es el PCV-5, de tal modo que el modelo que corrobore esta validación debe tener también una geometría diferente de ambos modelos comprobados de la zona permeable en el núcleo recrecido.

Por otro lado, el valor del aforo es nulo, como indican los datos.

- **Validación 27.2 – Junio 2015**

VALIDACIÓN S-27.2 modelo de 2014

N.E.	415,14	FECHA	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,9	403	0,1
PCV 2	407,42	407	0,4
PCV 3	414,5	414,2	0,3
PCV 4	395,99	396,5	0,5
PCV 5	410,26	407	3,3
PCV 6	409,2	409	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4297E-09	7,149E-08	0,004

VALIDACIÓN S-27.2 modelo de 2017

N.E.	415,14	FECHA	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,9	402,5	0,4
PCV 2	407,42	406,8	0,6
PCV 3	414,5	414,2	0,3
PCV 4	395,99	397	1
PCV 5	410,26	412	1,7
PCV 6	409,2	409,5	0,3

Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
0	0	1,568E-09	7,839E-08	0,005

Tabla 23: Resultados validación 27.2

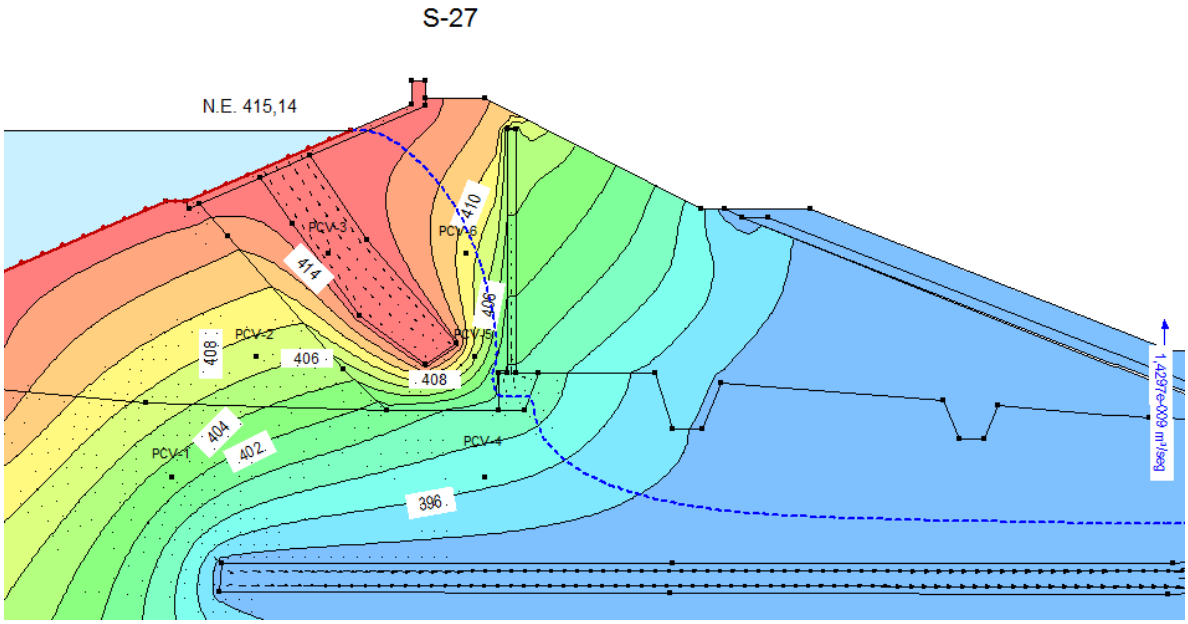


Ilustración 148: Resultados validación 27.2 modelo de 2014

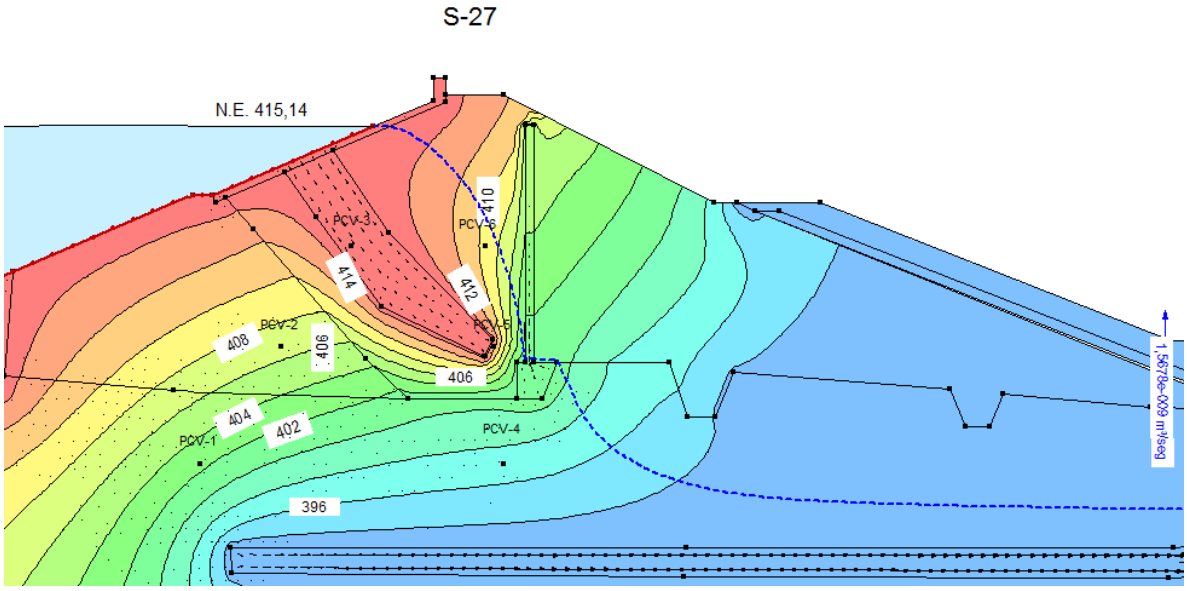


Ilustración 149: Resultados validación 27.2 modelo de 2017

Los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2014, y en segundo lugar con el de 2017.

Como puede verse en la tabla, además del valor de PCV que no funciona correctamente, el único valor que difiere con notoriedad es el PCV-5. Comparando la validación con el 2014 el valor de presión es mayor, mientras que respecto al modelo de 2017 es menor, por lo que el modelo que corrobore esta validación debe tener también una geometría diferente que se encuentre entre los dos modelos validados.

Por otro lado, el valor del aforo es nulo, como indican los datos.

- **Validación 27.3 – Enero 2016**

VALIDACIÓN S-27.3 modelo de 2014

N.E.	413,6	FECHA	ene-16

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	401,81	402,2	0,4
PCV 2	406,15	406	0,1
PCV 3	412,8	412,3	0,5
PCV 4	395,99	396	0
PCV 5	409,9	406	3,9
PCV 6	407,95	408,2	0,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,3125E-09	6,563E-08	0,0039

VALIDACIÓN S-27.3 modelo de 2017

N.E.	413,6	FECHA	ene-16

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	401,81	401,9	0,1
PCV 2	406,15	405,9	0,3
PCV 3	412,8	412,3	0,5
PCV 4	395,99	396,5	0,5
PCV 5	409,9	412	2,1
PCV 6	407,95	408,5	0,6

Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
0	0	1,441E-09	7,203E-08	0,004

Tabla 24: Resultados validación 27.3

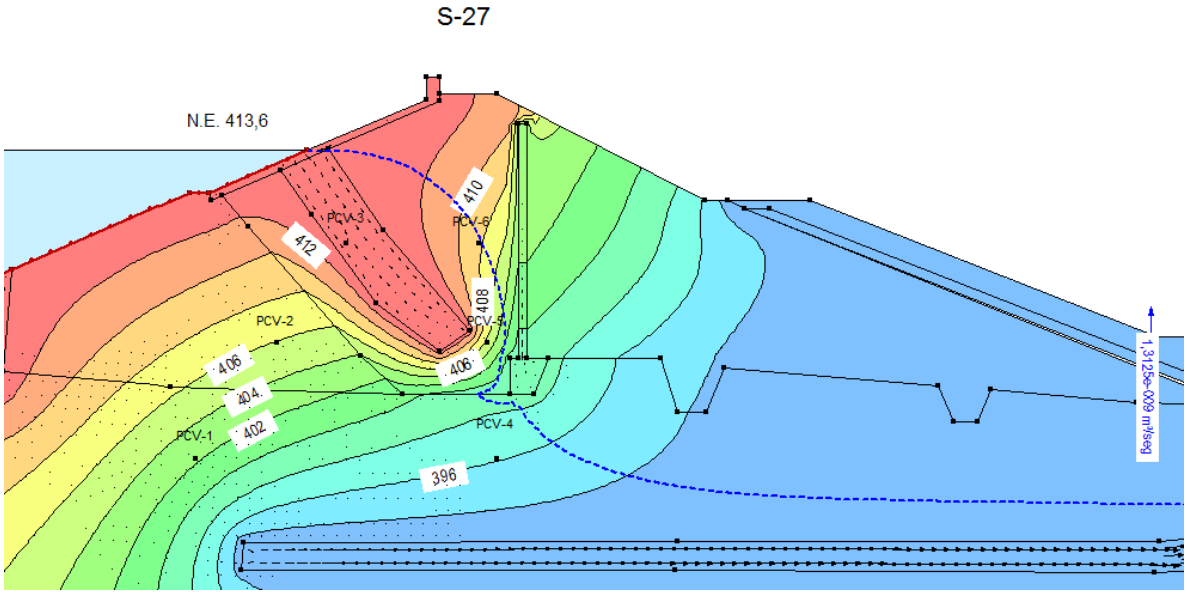


Ilustración 150: Resultados validación 27.3 modelo de 2014

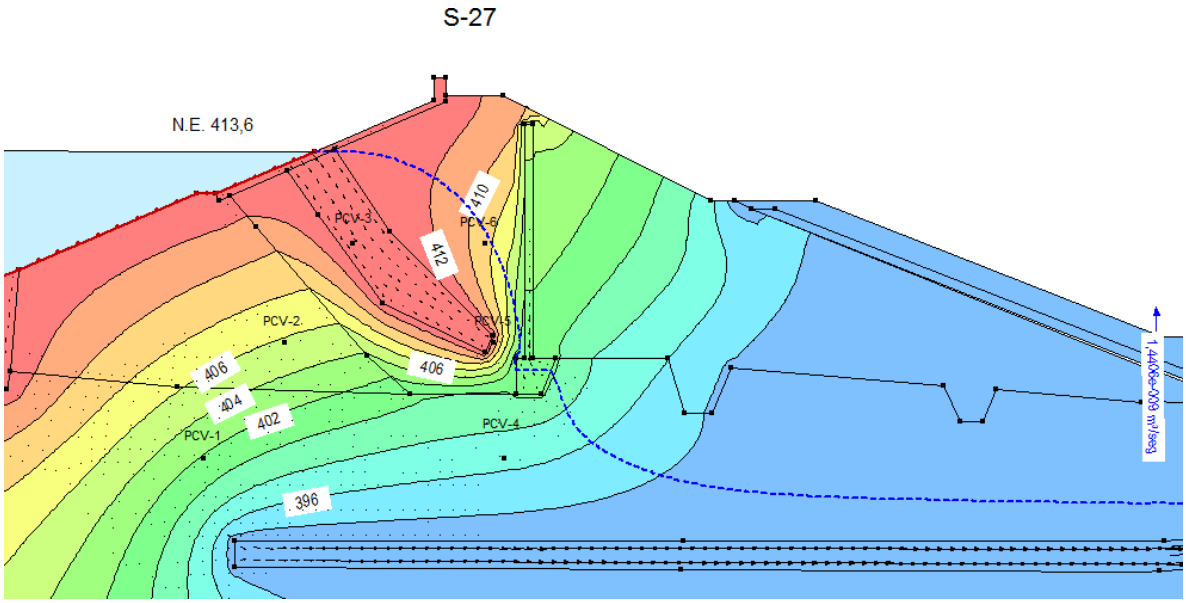


Ilustración 151: Resultados validación 27.3 modelo de 2017

Como en la validación anterior, los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2014, y en segundo lugar con el de 2017.

Como puede verse en la tabla, además del valor de PCV que no funciona correctamente, el único valor que difiere con notoriedad es el PCV-5. Comparando la validación con el 2014 el valor de presión es mayor, mientras que respecto al modelo de 2017 es menor, por lo que el modelo que corrobore esta validación debe tener también una geometría diferente que se encuentre entre los dos modelos validados.

Por otro lado, el valor del aforo es nulo, como indican los datos.

Sección 29

Al igual que sucede en la sección 27, esta sección está condicionada por el modelo anterior y posterior en el tiempo, ya que conforme avanza el tiempo la sección se modifica.

- **Validación 29.1 – Septiembre 2013**

VALIDACIÓN S-29.1 modelo de 2012

N.E.	414,4	FECHA	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,3	407,9	0,4
PCV 8	525,12	410,5	114,6
PCV 9	412,2	411,8	0,4
PCV 10	408,5	406	2,5
PCV 11	407,4	406	1,4
PCV 12	408,5	408	0,5

VALIDACIÓN S-29.1 modelo de 2014

N.E.	414,4	FECHA	sep-13

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,3	408,2	0,1
PCV 8	525,12	410,2	114,9
PCV 9	412,2	411,5	0,7
PCV 10	408,5	408	0,5
PCV 11	407,4	406,5	0,9
PCV 12	408,5	408	0,5

Tabla 25: Resultados validación 29.1

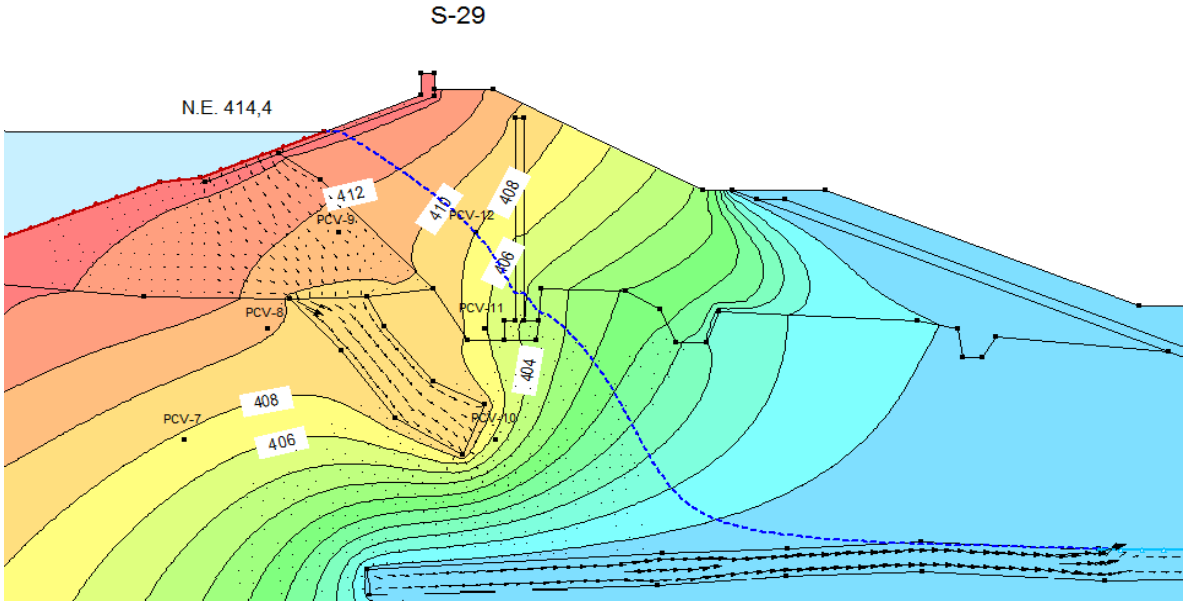


Ilustración 152: Resultados validación 29.1 modelo de 2012

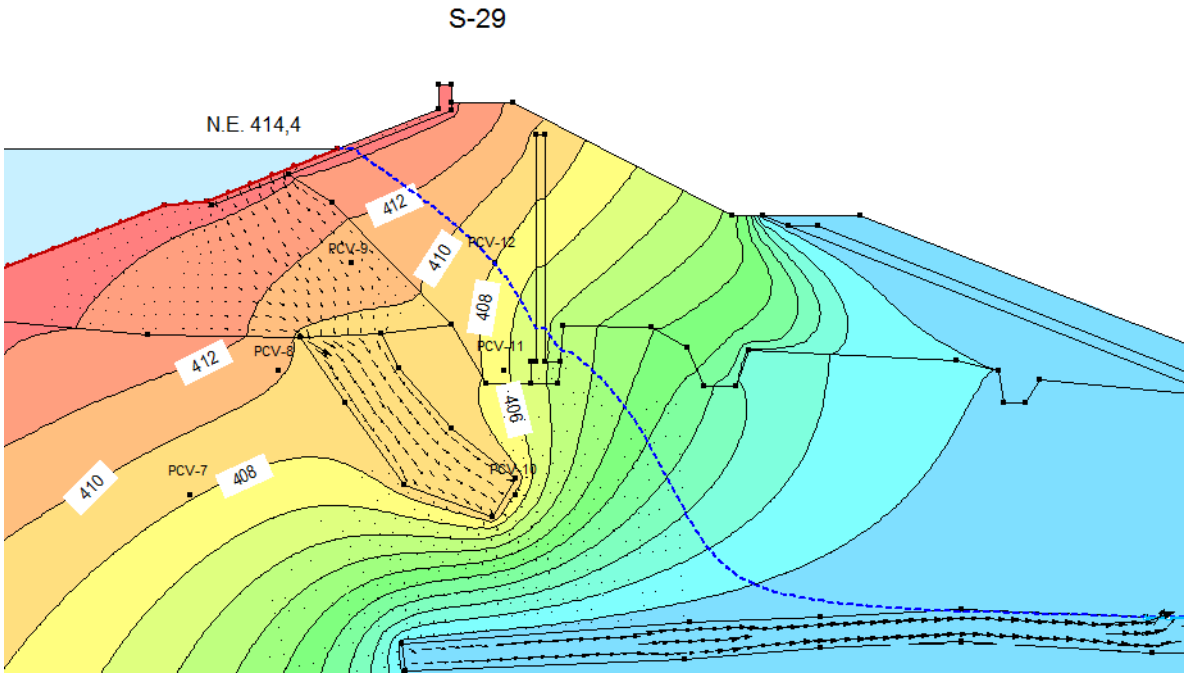


Ilustración 153: Resultados validación 29.1 modelo de 2014

Los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2012, y en segundo lugar con el de 2014.

Como puede verse en la tabla, además del valor de PCV que no funciona correctamente, los piezómetros 10 y 11 tienen un ligero error respecto al modelo de 2012, mientras que con el del 2014 los valores pueden considerarse como correcto y de esta forma, afirmar que el modelo planteado para el año 2014 puede ser útil en el año 2013 también, aunque con cierta mejoría si se quisiera.

- **Validación 29.2 – Junio 2015**

VALIDACIÓN S-29.2 modelo de 2014

N.E.	415,14	FECHA	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	409	408,7	0,3
PCV 8	401	411	10
PCV 9	413	412	1
PCV 10	412,38	408	4,4
PCV 11	407,35	407	0,4
PCV 12	408,85	408,3	0,6

VALIDACIÓN S-29.2 modelo de 2017

N.E.	415,14	FECHA	jun-15

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	409	409	0
PCV 8	401	413,5	12,5
PCV 9	413	414	1
PCV 10	412,38	412,3	0,1
PCV 11	407,35	408	0,6
PCV 12	408,85	409,7	0,8

Tabla 26: Resultados validación 29.2

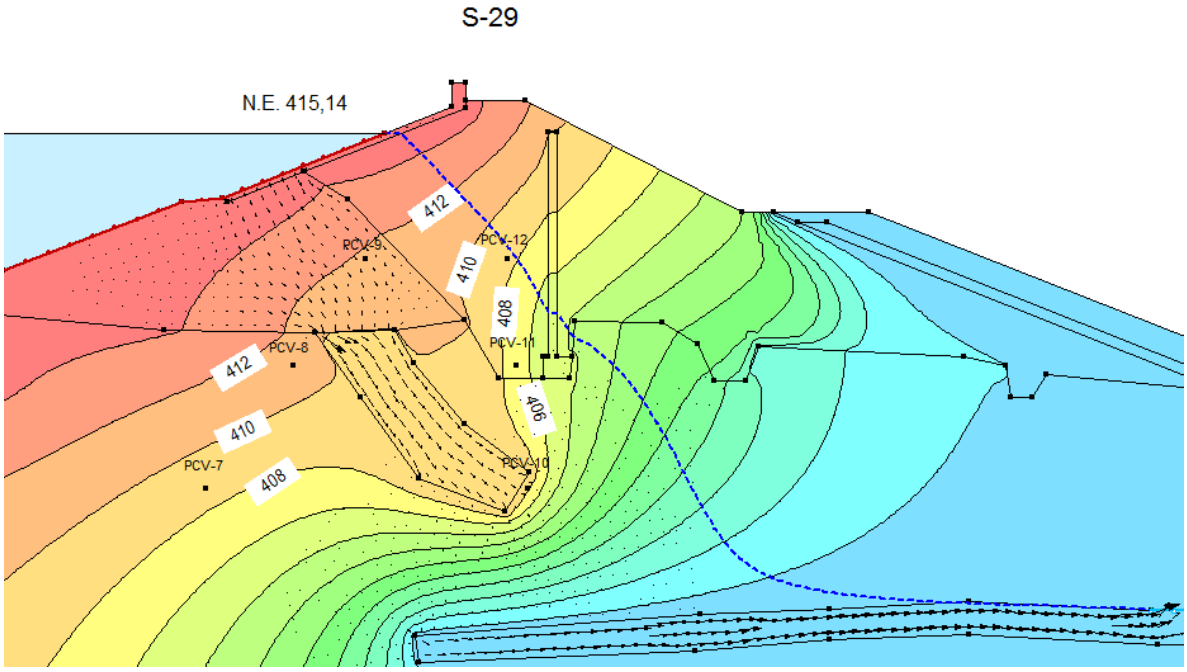


Ilustración 154: Resultados validación 29.2 modelo de 2014

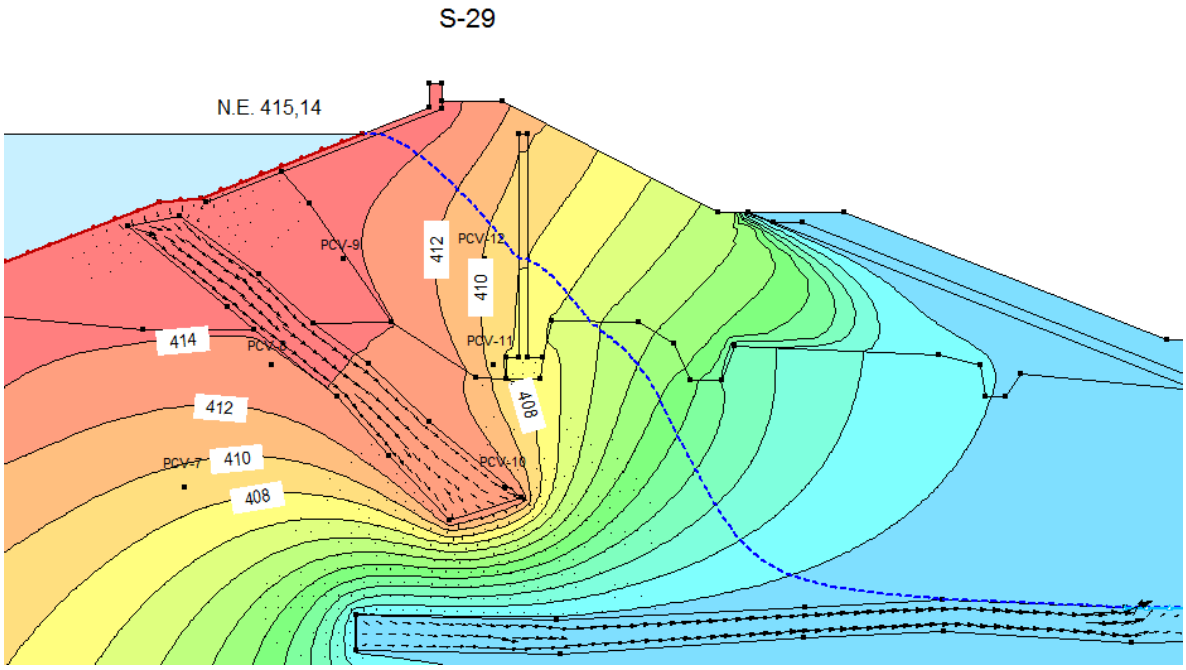


Ilustración 155: Resultados validación 29.2 modelo de 2017

Los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2014, y en segundo lugar con el de 2017.

Como puede verse en la tabla, el modelo planteado para 2014 tiene algunos piezómetros con errores notables, mientras que validando el modelo de 2017 para esta validación, los resultados se ajustan con más precisión aunque sin la suficiente.

Esto se traduce en que la zona permeable no debería incidir tanto en el núcleo original, reduciendo la presión en los PCV con sobrecarga.

Se confirma de este modo un modelo intermedio entre el de 2014 y 2017, aunque de más similitud con el último.

- **Validación 29.3 – Enero 2016**

VALIDACIÓN S-29.3 modelo de 2014			
N.E.	413,6	**FECHA**	ene-16
	Valor Real (mca)	**Valor Modelado (mca)**	**Variación**
PCV 7	408	407,8	0,2
PCV 8	401	410	9
PCV 9	411,42	410,6	0,8
PCV 10	411,63	407	4,6
PCV 11	406,57	406	0,6
PCV 12	407,63	407,5	0,1

VALIDACIÓN S-29.3 modelo de 2017			
N.E.	413,6	**FECHA**	ene-16
	Valor Real (mca)	**Valor Modelado (mca)**	**Variación**
PCV 7	408	408	0
PCV 8	401	412	11
PCV 9	411,42	412,2	0,8
PCV 10	411,63	412	0,4
PCV 11	406,57	407,5	0,9
PCV 12	407,63	408,3	0,7

Tabla 27: Resultados validación 29.3

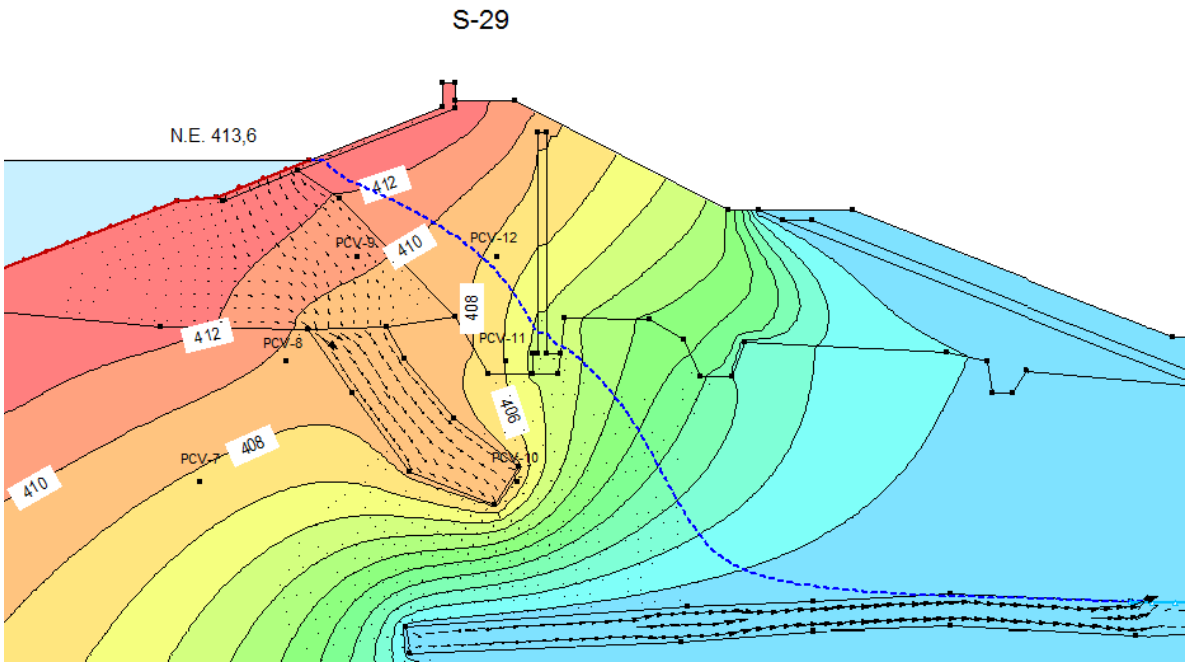


Ilustración 156: Resultados validación 29.3 modelo de 2014

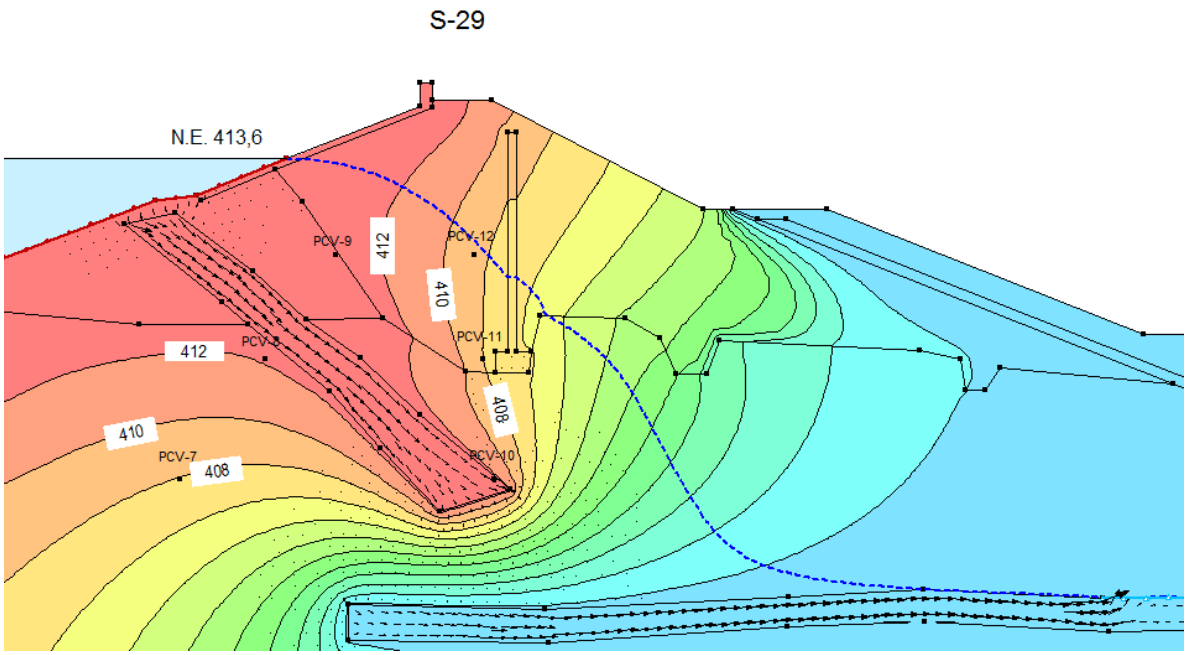


Ilustración 157: Resultados validación 29.3 modelo de 2017

Los resultados mostrados son los correspondientes a validar el modelo, en primer lugar con el modelo de 2014, y en segundo lugar con el de 2017.

Como puede verse en la tabla, el modelo planteado para 2014 tiene algunos piezómetros con errores notables, mientras que validando el modelo de 2017 para esta validación, los resultados se ajustan con más precisión aunque sin la suficiente.

Esto se traduce en que la zona permeable no debería incidir tanto en el núcleo original, reduciendo la presión en los PCV con sobrecarga.

Se confirma de este modo un modelo intermedio entre el de 2014 y 2017, aunque de más similitud con el último. Y más similar al 2017 que la validación 29.2.

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

SECCIÓN 15:

- Esta sección en la margen derecha ha sido la primera en estudiar, obteniendo unos resultados que se consideran óptimos con el objetivo que se buscaba de ajustar lo máximo posible el valor de los piezómetros de cuerda vibrante con los valores registrados reales, además del caudal circulante por el Aforo-1. Dichos resultados se han comprobado para tres niveles de embalse diferentes, pero siempre estando dentro de valores normales, no como el bajón que hubo en el año 2008 por el vaciado y reparaciones (lo mismo ocurre con las otras secciones)
- Para el análisis se parte de la sección de la presa tal como viene en los planos facilitados, los cuales son meras trascripciones de datos que se tenían del proyecto original, por lo que la fiabilidad de los mismos se cree que no es cien por cien verídica, aunque se considera como tal.
- Como ya se ha explicado, los valores de permeabilidad de los materiales también se desconocen, pues no se realizó informe durante su construcción. Por ello se fijan unos rangos en donde se piensa con casi total seguridad que estarán comprendidos los valores definitivos
- Tras realizar más de modelos (aunque sólo se muestran 20 ya que algunos no mostrados era volver hacia atrás en el avance, o apenas había modificaciones), se puede decir que:
    - Analizando la Tomografía (Anejo nº2), en la sección 15 se observa una importante circulación de agua en el terreno entre las cotas 402 y 398 aproximadamente. Es por ello que la primera modificación que se plantea es la de insertar una capa drenante por esa zona para ver si los resultados son favorables, y lo son respecto a tener el terreno uniforme.

      Evidentemente el caudal circulante por esa franja drenante varía en función del nivel de embalse, pero se considera la franja igual para todos los niveles, y por este motivo se justifica esa pequeña variación en los PCV 13 y 16. No se puede asegurar con exactitud la geometría perfecta de la capa y su disposición para cada nivel,

pero lo que sí se puede asegurar es la presencia de esa franja en torno a la cota 400 y de permeabilidad de $1x10^{-4}$ m/s, que afecta directamente a los PCV antes mencionados, e indirectamente al resto.

- Se plantea otra capa drenante en el terreno, pero esta vez a la altura de la zanja de drenaje que se hizo con el recrecimiento y que recoge el agua de las filtraciones a lo largo de 100 metros aproximadamente en el eje de la presa. Esta capa simula la tubería/dren que instalaron en su momento y en donde en el extremo de ésta se encuentra el aforador-1, y por ello se toma la medida del caudal en este punto. También se decide darle una permeabilidad de $1x10^{-4}$ m/s.
- Otra modificación en cuanto a la geometría es bajar la cota de contacto entre la presa original y el terreno en torno a un metro, ya que se cree que favorece los resultados de los piezómetros intermedios.
- Finalmente, se obtiene un modelo de permeabilidades y resultados que se considera apto para el nivel de embalse de 415,7 metros (modelo 15.12), y el cual se extrapola para un nivel de embalse menor, de 414,16 metros. Tras tantear diferentes modelos en este último nivel, se obtiene un modelo óptimo (modelo 15.14), y se vuelve a comparar con el nivel de embalse mayor para corroborar que las modificaciones hechas para el nivel de 414,16, son óptimas también para el nivel de 415,7; obteniéndose un modelo (modelo 15.14) que mejora al 15.12.

  Teniendo como definitivos los modelos 15.14 (NE 414,16) y 15.19 (NE 415,7), se comprueba que cumple para un nivel de embalse menor, de 413,24 m., cumpliendo (modelo 15.20).
- Los resultados de los aforos indican una aproximación muy cercana a los valores registrados con un error despreciable, por lo que corrobora la elección de permeabilidades y geometría.
- Por otro lado, aunque no afecta mucho en los resultados, el dren chimenea que se pensó que dejó de funcionar, en esta sección es más óptimo con una permeabilidad de $1x10^{-5}$ m/s.

SECCIÓN 22:

- Se extrapola a este punto lo indicado al comienzo de las conclusiones de la sección 15
- Tras realizar más de xx modelos (aunque sólo se muestran 19 ya que algunos no mostrados era volver hacia atrás en el avance, o apenas había modificaciones), se puede decir que:
    - Viendo en un primer momento los valores que se ofrecen de los piezómetros para los distintos niveles de embalse, aparece una complicación que consiste en que el piezómetro inferior derecho (PCV-22) tiene un valor alto, y el intermedio derecho (PCV-23) tiene un valor muy bajo; algo un tanto discrepante. El resto de valores parecen coherentes. Esto puede tener ser debido a que los cables de instalación están cruzados, o porque se indica que la filtración principal se produce por la zona de PCV-22 y va perdiendo carga cuando asciende el PC-23
    - En primer lugar se plantea una capa drenante bajo el núcleo recrecido que permita bajar la presión del PCV-23, consiguiendo este hecho, aunque sin una mejoría del resto de piezómetros ni de aforo.
    - Tras analizar las posibilidades y viendo las gráficas de los piezómetros, se cree que existe una zona permeable que transcurre desde el núcleo original a la altura del PCV-20 hasta el PCV-22, de tal modo que la presión en esa zona sea alta, ajustando esos valores.
    - Sin embargo, con estas dos zonas permeables planteadas no se cumple el PCV-19, que registra valores más elevados de los que debería. Es por eso que se diseña una tercera zona permeable en torno a la cota 380-385. También se plantea una pequeña zona permeable sobre el núcleo original y que, a priori, está presente desde a partir del año 2012
    - Una vez planteadas las zonas permeables y resuelto los valores de la piezometría, surge otro problema. La resistividad eléctrica muestra que no existe gran circulación de agua bajo el núcleo recrecido, por lo que el agua filtrada debe circular por una cota muy

inferior, la planteada en el punto anterior con esa tercera zona, estableciendo ahí la condición de contorno correspondiente.

- Realizadas las modificaciones mencionadas y comprobando que se cumplen los valores reales con el modelo definitivo (modelo 22.8), se modelizan las secciones para los otros niveles de embalse. Para la cota más baja de nivel de embalse, y anterior en el tiempo, se cumple el modelo establecido, sin embargo, para la sección con nivel de embalse intermedio y fecha más reciente, no.
- La solución que se plantea para este nivel de embalse y fecha (Ene-2017), está relacionada con el valor del PCV-24, el cual registra valores altos en relación a fechas anteriores. Se diseña una pequeña zona permeable sobre el núcleo original con permeabilidad de $1x10^{-5}$ m/s que produzca un leve incremento de presión en ese punto. En los valores y la gráfica de dicho PCV, puede apreciarse un ligero incremento (como en PCV-5 y 10, pero sin tanta repercusión).
- Por lo tanto, en esta sección se plantea la solución de que existe 3 (y 4) zonas permeables que justifican los valores de la piezometría en distintas fechas y a diferentes niveles de embalse.
- Respecto al valor del aforo, genera controversia. Por un lado, los valores obtenidos en los modelos se definen con una longitud de 200 metros, en lugar de 100m., en donde se recoge agua de filtraciones y salen al exterior del aforo-2, obteniéndose valores correctos sin apenas caudal de diferencia. Por otro lado puede pensarse que, al no estar el aforo en la misma sección 22, el caudal que se registra en el aforo no puede relacionarse directamente con los valores de esta sección, y se es una acumulación de las secciones adyacentes. Además, como en el caso anterior, no existe una clara circulación de agua por donde debiera salir la filtración, y por tanto, es difícil de pensar que el conducto de drenaje esté claramente definido. También se pueden producir filtraciones y humedades en la galería del desagüe de fondo y torre de toma que deriven en el aforo.

- El dren chimenea en este caso se establece con una permeabilidad drenante por lo que parece que si funciona, aunque sin mayor relevancia.

SECCIÓN 27:

- Se extrapola a este punto lo indicado al comienzo de las conclusiones de la sección 15
- Tras realizar más de 20 modelos (aunque sólo se muestran 13 ya que algunos no mostrados era volver hacia atrás en el avance, o apenas había modificaciones), se puede decir que:
    - El primer dato relevante de ser considerado es que el aforador-3 no registra ningún dato de caudal circulante, salvo alguna excepción. Esto significa que el agua que se filtra por la presa no sale al exterior por ese punto, ya sea por la tubería/conducción de drenaje e instaladas por las zanjas está obstruida, o bien porque existe alguna capa drenante en algún otro punto del terreno y el agua es atraída hasta ella, o porque la longitud de la presa y su comportamiento hacen que la perdida de carga sea grande y el nivel esté por debajo del pies de aguas abajo (como sucede en muchas otras presas). Evidentemente se descarta la posibilidad de que el agua salga al exterior por el paramento de aguas abajo ya que no existen informes/datos de tal hecho.
    - Los planos de resistividad eléctrica indican que a la altura del dren chimenea y a una cota de 400 aproximadamente, existe un ligero registro de circulación de agua, aunque en poca cantidad. Sin embargo, en el plano que muestra una sección más hacia aguas abajo, no se contemplan esas filtraciones.
    - Con referencia al punto anterior, se plantea una capa permeable a la cota 395 o inferior que permita atraer el agua lo suficientemente hacia el interior del terreno, de forma que no exista apenas circulación por donde se encuentra el aforo-3, ni por la sección de la tomografía de aguas abajo. Como se puede apreciar en los resultados de cada modelo, la línea de saturación sí que indica lo men-

cionado anteriormente de que existe una ligera circulación de agua bajo el dren chimenea y luego desaparece conforme el agua circula hacia aguas abajo.

- Por lo tanto, se puede afirmar que existe una zona del terreno por debajo de la cota 395, modelada con una permeabilidad de $1x10^{-4}$ m/s (10000 veces más permeable que el terreno), y por la que circula casi el 100% de la filtración de la presa, y que, además, sale al exterior por algún punto desconocido y alejado de la presa.
- El segundo dato relevante en esta sección es el PCV-5. En un primer momento se pensó que sus valores eran erróneos, pero no es así. Al igual que el PCV-10 (S-29), son piezómetros que se están saturando conforme avanzan los días, pues así lo refleja la gráfica de sus valores reales.
- Lo lógico es suponer que, viendo los antecedentes de asientos y filtraciones en el paramento de aguas arriba, existe una zona más permeable que el núcleo, generando este incremento de presión al PCV-3 y PCV-5. Por ello se plantea una zona entre el paramento de hormigón y en el núcleo del recrecimiento, en la cual existan unos materiales o una modificación que permitan elevar la presión de esos piezómetros
- Por lo tanto, se puede afirmar que existe una zona más permeable en esa zona del núcleo, como se indica en los modelos y resultados, con una geometría no 100% definida, y con una permeabilidad propuesta de 1x10-5 m/s.
- Esta zona más permeable en el núcleo debe ser considerada como zona de riesgo, pues queda demostrado que su amplitud va creciendo pudiendo producirse fenómenos de erosión interna como se registraron en el pasado.
- Los valores de los resultados para el nivel de embalse mayor se aproximan con mucha exactitud a los reales, teniendo apenas una variación entre 0 y 0,5 m.c.a., sucediendo lo mismo para el nivel de embalse intermedio. Respecto al nivel de embalse inferior, la variación alcanza hasta 1 m.c.a. en uno de los piezómetros, pero

sin mayor importancia ya que cuanto mayor nivel de embalse, mayos precisión.

- Lo mismo sucede con el valor del aforo-3, que en ninguno de los tres niveles supera una filtración de 0,009 L/min, una cantidad irrisoria que, aunque no es valor de 0 L/min, se considera como nula.
- El dren chimenea en este caso se establece con una permeabilidad drenante por lo que parece que si funciona, aunque sin mayor relevancia.
- Respecto al PCV-4 que se considera averiado, los valores obtenidos se aproximan a los medidos durante los últimos meses, en torno a un valor de 395-397 m.c.a., por lo que podría incuso pensarse que los valores registrados son correctos, aunque sin grandes esperanzas
- Por su parte, la tubería de drenaje que transcurre por la zanja nº2, no actúa porque el aforo no recoge valores de caudal, por lo que se considera como obstruida por material debido a la erosión interna; o que el agua ha encontrado una forma más rápida y fácil de avanzar, por la capa drenante por debajo de la cota 395.

SECCIÓN 29:

- Se extrapola a este punto lo indicado al comienzo de las conclusiones de la sección 15
- Tras realizar más de 20 modelos (aunque sólo se muestran 12 ya que algunos no mostrados era volver hacia atrás en el avance, o apenas había modificaciones), se puede decir que:
    - Lo más significativo en esta sección, y como bien se ha indicado en las conclusiones de cada modelo elaborado, es el PCV-10. Este piezómetro, según los datos facilitados por la C.H.E., va incrementando de valor conforme el tiempo pasa, lo que quiere decir que la zona de influencia del piezómetro va saturándose hasta alcanzar la altura de presión a la que casi se encuentra el propio embalse (Al igual que el PCV-5 (S-27).

- Además, otro dato a tener en cuenta es la tomografía. No se aprecian flujos de agua en esta sección por encima de la cota 400 (a la altura del dren chimenea) ni de la cota 395 (a la altura de la primera zanja), por lo que, si existe una circulación de agua, ésta estará por debajo de esas cotas.
- Dicho lo cual, se plantea en primer lugar una capa drenante en torno a la cota 390, del mismo aspecto que en las otras secciones. Los resultados con este elemento son correctos, a excepción de los PCV-10 (ya mencionado) y PCV-11.
- Se cree que para aumentar el valor de esos dos piezómetros hay que hacer una zona permeable que incida directamente sobre el PCV-10. Esto se consigue creando una circulación de agua desde el paramento del núcleo original, hacia el propio piezómetro. Se realiza así para no modificar los valores satisfactorios del PCV-7 y PCV-9.
- Si se tuvieran datos del PCV-8, afectado casi directamente por esta capa permeable, podría estimarse mejor el resultado; pero al dar valores erróneos y de nula credibilidad, no puede ayudar a la simulación. Puede pensarse que, debido a las filtraciones y movimiento de partículas en la zona, se haya trastocado la precisión del mismo y de ahí su error.
- Volviendo a la zona permeable en el núcleo, y dejando fija la del terreno a la cota 390 (aproximadamente), es donde surge el problema en las modelizaciones. Evidentemente, los niveles de embalse para los modelos están escogidos aleatoriamente sin observar su fecha. Sin embargo, haciendo eco de la teoría de que esa zona permeable va en aumento conforme los días pasan, se cumplen los valores de los piezómetros. En otras palabras, cuanto más tiempo ha pasado desde mayo del 2012 (N.E. 413,24), mayor se ha simulado esa zona permeable, hasta tal punto que para que en Enero de 2017 (N.E. 414,16) se cumplan los valores, esa franja se ha planteado como una "grieta" o partición del núcleo de arcillas original, y que transcurre desde casi el paramento de aguas arriba a la altura del núcleo, hasta el PCV-10.

- Mencionado lo anterior, es donde se expone en este punto una preocupación ante la posibilidad de que se genere un hundimiento, fuerte filtración y migración de partículas en esa parte de la presa con los correspondientes problemas que ello supone.
- Finalmente, en cuanto a los resultados de permeabilidades y valores piezométricos, así como las líneas de flujo, se consideran como óptimos y con un ajuste muy correcto, estando en el apartado correspondiente los resultados de dichos valores. Así mismo, se establece también el valor del PCV erróneo, el cual aumenta del mismo modo que el PCV-10, aunque no de forma tan brusca.

10. CONCLUSIONES

Piezómetros:

- Los valores pertenecientes a la lectura de los piezómetros registran diversidad en cuanto a su funcionamiento.
- Existen PCV que registran valores, a priori, perfectos durante todo el periodo de funcionamiento:
    - PCV-1, 3, 7, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24.
- Existen PCV que registraron valores incoherentes durante el desembalse rápido del año 2008, y que, a partir de una fecha, generalmente en 2011, funcionan correctamente:
    - PCV-2, 6, 9, 11, 12, 15, 21
- Existen PCV que por alguna razón se descalibraron y registraron valores excesivamente altos y por tanto, los valores actuales, aunque entren dentro de la lógica, pueden llevar a la inseguridad de los resultados:
    - PCV-4, 8
- Existen PCV que podrían estar incluidos en el 2º tipo, pero sin embargo, les sucede la particularidad que conforme se avanza en el tiempo se van saturando cada vez más, hasta en el futuro, llegar a la altura de presión del nivel de embalse en ese momento. Quizás estos sean los más importantes de controlar:
    - PCV- 5, 10
- Los piezómetros instalados en la segunda fase (S-15 y S-22) muestran un claro funcionamiento respecto a los instalados en la primera. Ya sea por las actuaciones realizadas o porque existe más aleatoriedad en el interior de la presa respecto a la posición de sus materiales y generan errores.

Permeabilidades:

	S-15	S-22	S-27	S-29
Núcleo original	$5x10^{-8}$	$5x10^{-8}$	$5x10^{-8}$	$1x10^{-7}$
Núcleo recrecido	$1x10^{-9}$	$5x10^{-9}$	$1x10^{-8}$	$2x10^{-9}$
Dren chimenea	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-7}$
Capa permeable terreno	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	$1x10^{-5}$
Terreno	$1x10^{-8}$	$1x10^{-8}$	$1x10^{-8}$	$1x10^{-8}$
Nuevas zonas permeables planteadas	-	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$
Hormigón	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$
Gravas	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	$1x10^{-4}$
Suelo Seleccionado	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$	$1x10^{-5}$

- Las losas de hormigón, y las gravas y el suelo seleccionado del talud de aguas abajo tienen permeabilidad constante pues no tienen influencia en el cálculo
- El terreno, a pesar de haberse modelado con diferentes permeabilidades, los resultados óptimos se obtienen con esa permeabilidad, perteneciente a un material arcilloso saturado
- El dren chimenea que se instaló con el recrecimiento de la presa, y el cual se pensó en los trabajos de reparación que no funcionaba, sí que lo hace, aunque sin gran influencia en los resultados. Sólo en la sección S-29 que históricamente ha tenido más socavones y reparaciones, parece inútil, siendo menos permeable que en el resto de secciones.

- Las diferentes capas permeables situadas en el terreno, generan un valor muy permeable, de características similar a la grava, aunque con material arcilloso disgregado propio del terreno. Los más de 100 años de funcionamiento de la presa han generado esas conducciones profundas que sirven como conducción de las filtraciones.
- Las zonas permeables modeladas en la zona del núcleo son un poco menos permeables que las enunciadas en el punto anterior, pero también suponen un riesgo en la filtración del agua, y más por el lugar en donde se encuentran.
- El núcleo recrecido es más impermeable que el original debido a su posterior construcción y al menor efecto que tienen las filtraciones sobre él, ya que el agua incide directamente sobre el original produciéndole más movimiento de partículas y pérdida de sus características iniciales. Aun así, ambos presentan valores variados en las secciones, pero dentro de un rango lógico y correcto de la arcilla.

Aforos:

- Como se explica más adelante, el resultado de los aforos no parece ser muy relevante en la modelización.
- El Afo-1 sí que registra valores coherentes y genera una sección propuesta que se ajusta a la realidad
- El Afo-2, a pesar de registrar un caudal incluso superior al Afo-1, los planos de resistividad eléctrica muestran que no hay circulación clara de agua en esa franja, por lo que el agua procede de secciones adyacentes y no se registran en esta modelización. Además la capa inferior permeable atrae un importante caudal de agua.
- El Afo-3 no registra valores, y se ha comprobado que es correcto, pues toda el agua de las filtraciones circula hasta una cota muy inferior del terreno.

Actuaciones de mejora/reparaciones

- En la medida de lo posible, intentar solucionar los registros de los PCV erróneos, aunque es posible que durante los trabajos de reparación, inyecciones y sondeos se hayan descalibrado o alterado.
- Realización de sondeos o fotos térmicas para determinar con mayor exactitud las zonas permeables en el cuerpo de presa, proceder a retirar el terreno permeable en caso de estar en el núcleo, e inyectar lechada de cemento aunque con precaución ya que existe una delicadeza al poner en contacto materiales rígidos con deformables.

Conclusiones destacadas del análisis de resultados:

- El terreno bajo el que se apoya la presa, ya sea por alteraciones a lo largo de los años, o por un mal estudio en la época de construcción, está formado por un material principal con relativamente baja permeabilidad como pudiera ser limos con un porcentaje de areniscas. Las filtraciones históricas han ido conformando un aumento de la porosidad inicial, y por tanto de la permeabilidad y las filtraciones con el paso del tiempo. Con el paso del tiempo no parece que sean problemáticas, aunque en el peor de los casos, podría haber un reasentamiento de la presa al hundirse el terreno sobre esas conducciones.
- Dos de los piezómetros hay que tenerlos vigilados, pues con casi total seguridad se cree que se están saturando progresivamente, y esto quiere decir que hay filtración directa desde el embalse hasta el punto del piezómetro. Esa filtración directa se produce por una franja permeable que atraviesa el núcleo, lo que generaría un asiento debido a la migración y erosión de las partículas. Ya hubo en el pasado problemas de este tipo con hundimientos y socavones, por lo que no debería sorprender que se vuelvan a producir, aunque si estar alerta.
- El valor de los aforos puede tenerse en cuenta para la generación de modelos, pero no con mucho detalle ya que al existir varias zonas permeables que atraen a las filtraciones, pueden haber discordancias entre valores. De todos modos, los valores obtenidos se ajustan con gran detalle.

- El funcionamiento de los PCV, a excepción de dos, funcionan correctamente.
- En la zona izquierda de la presa, existen campos de regadío que transmiten una gran cantidad de agua al estribo izquierdo, por lo que favorece los procesos de erosión interna en ese lado de la presa, y que pudiera incluso afectar a las secciones correspondientes con estos procesos.

Conclusiones de la validación de los modelos

- El modelo planteado en la sección 15, se ajusta con satisfacción en todos los aspectos tras las validaciones pertinentes, por lo que se reafirma como un modelo definitivo.
- El modelo planteado en la sección 22 para la fecha de Mayo de 2012 sólo es útil para esa fecha, y posiblemente en fechas anteriores. El modelo que se plantea desde Septiembre de 2013 hasta el 2017 parece que es el modelo definitivo para esta sección, pues en los 5 modelos planteados anualmente, los resultados que se obtienen son muy cercanos a la realidad, tanto de piezometría como de aforadores.
- En la sección 27 sucede que la geometría de la presa varía conforme los meses avanzan, de tal forma que no existe un modelo establecido. En este caso las validaciones que se plantean consisten comprobar el modelo anterior y posterior en el tiempo, concluyendo en que las validaciones planteadas aseguran esa transición y modificación constante de la capa drenante que afecta directamente al PCV-5.
- En el caso de la sección 29 tiene especial similitud con la 27. No es posible encontrar un modelo que sea válido para un nivel de embalse, ya que la disposición de los materiales varía en función del mes y año en el que nos encontremos. Bien es cierto que los modelos comprobados para la validación de los años 2015 y 2016 se asemejan bastante al 2017, pero sin embargo no puede establecerse un modelo fijo por el motivo comentado. En todo caso se debería partir del modelo de 2017 realizarse modificaciones a partir de él.

Todos los modelos estudiados y las conclusiones obtenidas están condicionados al error existente de trabajar en 2 dimensiones, cuando la realidad es en 3 dimensiones. Sin embargo, lo que se pretende es dotar al lector y a aquella persona interesada en el proyecto, de una información de cómo se encuentra el interior de la presa y sus características.

Además de proporcionar los modelos para un futuro estudio, y que, como se ha visto, están condicionados por el paso del tiempo en la mitad de las secciones. Teniendo así una visión de cómo ha sido la evolución de la presa y que un modelo planteado en el pasado no es útil en el presente.

Por último, la ejecución de una sección tipo o modelo de la presa con la cual se pudiera estudiar cómo se comporta la presa en un punto cualquiera, queda descartada ya que la disposición y características de los materiales es muy variable.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Franco, M. – Gómez Laa, G. (1982) *The Hydraulic Auscultation as a Monitoring Test of Dam Safety*.

- Confederación Hidrográfica del Ebro. *Documentación gráfica de la Presa de San Bartolomé y de sus actuaciones de mejora y reparación.*

- Confederación Hidrográfica del Ebro. *Documentación de la auscultación de piezómetros y aforos de la Presa de San Bartolomé.*

- Confederación Hidrográfica del Ebro. *Proyectos de construcción y de las actuaciones realizadas de mejora y reparación de la Presa de San Bartolomé.*

- Geo-Slope International (2013). *Seepage Modeling with SEEP/W 2012.*

- González Vallejo, L.I. (2002) *Ingeniería Geológica.*

- Márquez, J. (2005) *Diseño de presas de materiales sueltos.*

- SPANCOLD (2014) *Guía Técnica Nº2: Criterios para proyectos de presas y sus obras anejas. Presas de Materiales Sueltos.*

- Terzaghi, Karl and Ralph B. Peck (1967). *Soil Mechanics in Engineering* practice.

- Toro Flores, M.A. (2009) *Evaluación de filtraciones en presas. Modelación numérica de flujos en medios porosos saturados y no saturados.*

- U.S. Department of Interior. Bureau of Reclamation (2014). *Managing water in the west. Design Standards Nº13. Embankment Dams. Chapter 11: Instrumentation and Monitoring.*

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

ANEJOS

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

ANEJOS

Anejo Nº1: Datos de auscultación

Confederación Hidrográfica del Ebro

VALORES PCV

FECHA	N.E.	VALOR PCV-1
may-08	410,04	402,13
jun-08	410,36	402,31
jul-08	410,32	402,05
ago-08	410,18	401,78
sep-08	409,73	401,64
oct-08	407,87	401,22
nov-08	406,97	400,94
dic-08	404,93	400,57
mar-09	410,32	401,58
abr-09	414,73	403,61
may-09	415,55	404,01
jun-09	413,53	403,23
jul-09	414,84	403,39
ago-09	414,93	403,56
sep-09	410,42	402,32
oct-09	408,52	401,28
nov-09	408,62	401,46
dic-09	409,12	401,22
mar-10	414,46	403,33
abr-10	415,90	404,07
may-10	415,63	403,92
jun-10	415,13	403,69
jul-10	415,11	403,80
ago-10	413,95	403,45
sep-10	414,62	403,57
oct-10	414,87	403,33
nov-10	415,07	403,33
dic-10	415,11	403,33
ene-11	415,12	403,45
feb-11	415,23	403,45
mar-11	415,36	403,57
abr-11	414,92	403,51
may-11	415,14	403,68
jun-11	414,93	403,57
jul-11	414,39	403,45
sep-11	413,34	403,22
oct-11	412,50	402,64
nov-11	412,56	402,28
dic-11	412,62	402,40
ene-12	412,59	402,40
feb-12	412,27	402,05
mar-12	412,51	402,05
abr-12	412,46	401,81
may-12	413,24	402,40
jun-12	413,22	402,28
jul-12	414,01	402,75
ago-12	414,47	403,04
sep-12	414,51	403,22
oct-12	414,21	403,16
nov-12	415,00	403,57
dic-12	415,01	403,45
ene-13	415,01	403,45
feb-13	415,25	403,55
mar-13	415,40	403,45
may-13	415,07	402,25
jul-13	414,97	403,15
sep-13	414,40	402,85
oct-13	414,81	402,65
nov-13	414,72	402,40
dic-13	414,54	402,87
ene-14	415,18	402,85
feb-14	415,61	402,75
mar-14	415,70	402,95
abr-14	415,71	402,95
may-14	415,61	402,95
jun-14	415,61	402,85
jul-14	415,65	402,75
ago-14	415,45	403,20
sep-14	415,15	402,95
oct-14	415,49	402,85
nov-14	415,43	402,85
dic-14	415,37	402,95
ene-15	415,27	403,15
feb-15	415,33	403,05
mar-15	415,53	403,25
abr-15	415,49	403,00
may-15	415,34	402,85
jun-15	415,14	402,90
jul-15	414,64	402,65
ago-15	414,37	402,70
sep-15	413,89	402,65
oct-15	413,59	402,05
nov-15	413,37	401,81
dic-15	413,67	401,69
ene-16	413,59	401,81
feb-16	414,19	401,87
mar-16	415,56	402,75
abr-16	415,42	402,63
may-16	415,43	402,58
jun-16	415,15	402,75
jul-16	415,09	402,75
ago-16	414,80	402,58
sep-16	414,46	402,40
oct-16	414,26	401,79
nov-16	414,25	401,67
dic-16	414,09	401,83
ene-17	414,16	401,75

FECHA	N.E.	VALOR PCV-2
may-08	410,04	406,12
jun-08	410,36	406,03
jul-08	410,32	405,98
ago-08	410,18	405,93
sep-08	409,73	405,97
oct-08	407,87	406,01
nov-08	406,97	406,15
dic-08	404,93	406,09
mar-09	410,32	405,80
abr-09	414,73	406,00
may-09	415,55	407,06
jun-09	413,53	407,68
jul-09	414,84	407,77
ago-09	414,93	408,53
sep-09	410,42	408,42
oct-09	408,52	408,24
nov-09	408,62	408,18
dic-09	409,12	407,34
mar-10	414,46	407,79
abr-10	415,90	408,33
may-10	415,63	409,36
jun-10	415,13	409,36
jul-10	415,11	409,47
ago-10	413,95	409,36
sep-10	414,62	409,00
oct-10	414,87	409,06
nov-10	415,07	409,00
dic-10	415,11	409,12
ene-11	415,12	409,12
feb-11	415,23	405,42
mar-11	415,36	405,42
abr-11	414,92	409,00
may-11	415,14	408,89
jun-11	414,93	408,89
jul-11	414,39	408,65
sep-11	413,34	408,18
oct-11	412,50	407,70
nov-11	412,56	407,41
dic-11	412,62	407,23
ene-12	412,59	406,87
feb-12	412,27	406,63
mar-12	412,51	406,39
abr-12	412,46	406,03
may-12	413,24	406,03
jun-12	413,22	406,03
jul-12	414,01	406,39
ago-12	414,47	406,69
sep-12	414,51	407,11
oct-12	414,21	407,23
nov-12	415,00	407,34
dic-12	415,01	407,70
ene-13	415,01	407,58
feb-13	415,33	407,82
sep-13	414,40	407,22
oct-13	414,81	407,12
nov-13	414,72	406,87
dic-13	414,54	407,34
ene-14	415,18	407,12
feb-14	415,58	407,02
mar-14	415,70	407,32
abr-14	415,71	407,42
may-14	415,61	407,42
jun-14	415,61	407,42
jul-14	415,65	407,62
ago-14	415,45	406,42
sep-14	415,15	407,42
oct-14	415,49	407,42
nov-14	415,43	407,42
dic-14	415,37	407,42
ene-15	415,27	407,42
feb-15	415,30	407,32
mar-15	415,36	407,32
abr-15	415,49	407,32
may-15	415,34	407,42
jun-15	415,14	407,42
jul-15	414,64	407,32
ago-15	414,37	407,17
sep-15	413,89	407,02
oct-15	413,59	406,75
nov-15	413,37	406,45
dic-15	413,67	406,27
ene-16	413,59	406,15
feb-16	414,19	406,21
mar-16	415,56	406,63
abr-16	415,42	406,99
may-16	415,43	407,05
jun-16	415,15	407,11
jul-16	415,09	407,23
ago-16	414,80	407,17
sep-16	414,44	406,99
oct-16	414,26	406,75
nov-16	414,25	406,58
dic-16	414,09	406,50
ene-17	414,16	406,43

FECHA	N.E.	VALOR PCV-3
may-08	410,04	410,36
jun-08	410,36	410,46
jul-08	410,32	410,47
ago-08	410,18	410,46
sep-08	409,73	410,37
oct-08	407,87	410,18
nov-08	406,97	409,84
dic-08	404,93	409,71
mar-09	410,32	409,56
abr-09	414,73	411,06
may-09	415,55	413,52
jun-09	413,53	412,71
jul-09	414,84	412,70
ago-09	414,93	413,88
sep-09	410,42	412,41
oct-09	408,52	411,54
nov-09	408,62	411,80
dic-09	409,12	410,75
mar-10	414,46	412,54
abr-10	415,90	414,56
may-10	415,63	414,65
jun-10	415,13	414,26
jul-10	415,11	414,40
ago-10	413,95	413,79
sep-10	414,62	413,54
oct-10	414,87	413,70
nov-10	415,07	413,95
dic-10	415,11	413,95
ene-11	415,12	414,06
feb-11	415,23	413,95
mar-11	415,36	414,29
abr-11	414,92	414,18
may-11	415,14	414,29
jun-11	414,93	414,34
jul-11	414,39	413,84
sep-11	413,34	412,89
oct-11	412,50	412,09
nov-11	412,56	411,74
dic-11	412,62	411,80
ene-12	412,59	411,33
feb-12	412,27	411,16
mar-12	412,51	411,04
abr-12	412,46	410,81
may-12	413,24	410,98
jun-12	413,22	411,57
jul-12	414,01	412,77
ago-12	414,47	413,42
sep-12	414,51	413,56
oct-12	414,21	413,26
nov-12	415,00	413,84
dic-12	415,01	413,95
ene-13	415,01	414,01
feb-13	415,25	414,20
may-13	415,07	417,00
jul-13	414,97	414,30
sep-13	414,40	413,60
oct-13	414,81	413,80
nov-13	414,72	413,73
dic-13	414,54	413,84
ene-14	415,18	414,20
feb-14	415,61	414,50
mar-14	415,70	414,70
abr-14	415,71	414,70
may-14	415,61	414,80
jun-14	415,61	414,80
jul-14	415,65	414,80
ago-14	415,45	414,70
sep-14	415,15	414,30
oct-14	415,49	414,60
nov-14	415,43	414,60
dic-14	415,37	414,50
ene-15	415,27	414,50
feb-15	415,33	414,40
mar-15	415,53	414,70
abr-15	415,49	414,65
may-15	415,34	414,60
jun-15	415,14	414,50
jul-15	414,64	414,10
ago-15	414,37	413,80
sep-15	413,89	413,30
oct-15	413,59	413,00
nov-15	413,37	412,80
dic-15	413,67	412,90
ene-16	413,59	412,80
feb-16	414,19	413,10
mar-16	415,56	414,50
abr-16	415,42	414,40
may-16	415,43	414,55
jun-16	415,15	414,50
jul-16	415,09	414,55
ago-16	414,80	414,20
sep-16	414,46	414,10
oct-16	414,26	413,24

FECHA	N.E.	VALOR PCV-4
may-08	410,04	393,59
jun-08	410,36	393,55
jul-08	410,32	393,52
ago-08	410,18	393,62
sep-08	409,73	393,62
oct-08	407,87	393,49
nov-08	406,97	393,40
dic-08	404,93	393,12
mar-09	410,32	392,69
abr-09	414,73	392,98
may-09	415,55	394,58
jun-09	413,53	395,43
jul-09	414,84	395,33
ago-09	414,93	396,82
sep-09	410,42	396,23
oct-09	408,52	395,41
nov-09	408,62	395,51
dic-09	409,12	393,72
mar-10	414,46	394,56
abr-10	415,90	396,43
may-10	415,63	396,99
jun-10	415,13	396,79
jul-10	415,11	397,09
ago-10	413,95	396,89
sep-10	414,62	396,50
oct-10	414,87	396,60
nov-10	415,07	396,69
dic-10	415,11	396,69
ene-11	415,12	396,69
feb-11	415,23	395,99
mar-11	415,36	396,89
abr-11	414,92	396,89
may-11	415,14	396,69
jun-11	414,93	396,89
jul-11	414,39	396,50
sep-11	413,34	395,90
oct-11	412,50	395,31
nov-11	412,56	394,91
dic-11	412,62	395,11
ene-12	412,59	394,52
feb-12	412,27	394,12
mar-12	412,51	393,72
abr-12	412,46	405,75
may-12	413,24	406,13
jun-12	413,22	406,42
jul-12	414,01	569,80
ago-12	414,47	488,47
sep-12	414,51	580,24
oct-12	414,21	561,88
nov-12	415,00	609,10
dic-12	415,01	557,83
ene-13	415,01	558,04
feb-13	415,25	605,30
abr-13	415,47	626,03
may-13	415,07	596,31
jun-13	415,19	564,57
jul-13	414,97	607,65
sep-13	414,50	611,11
oct-13	414,40	611,00
nov-13	414,81	625,07
dic-13	414,72	395,99
ene-14	415,18	605,78
feb-14	415,61	489,84
mar-14	415,70	395,99
abr-14	415,71	395,99
may-14	415,61	395,99
jun-14	415,61	395,99
jul-14	415,65	395,99
ago-14	415,45	395,99
sep-14	415,15	395,99
oct-14	415,49	395,99
nov-14	415,43	395,99
dic-14	415,37	395,99
ene-15	415,27	395,99
feb-15	415,33	395,99
mar-15	415,53	395,99
abr-15	415,49	395,99
may-15	415,34	395,99
jun-15	415,14	395,99
jul-15	414,64	395,99
ago-15	414,37	395,99
sep-15	413,89	395,99
oct-15	413,59	395,99
nov-15	413,37	395,99
dic-15	413,67	395,99
ene-16	413,59	395,99
feb-16	414,19	395,99
mar-16	415,56	395,99
abr-16	415,42	395,99
may-16	415,43	395,99
jun-16	415,15	395,99
jul-16	415,09	395,99
ago-16	414,80	395,99
sep-16	414,46	395,99
oct-16	414,21	395,99
nov-16	410,67	411,40
dic-16	408,12	413,14
ene-17	408,85	412,61

FECHA	N.E.	VALOR PCV-5
may-08	410,04	413,50
jun-08	410,36	413,54
jul-08	410,32	413,42
ago-08	410,18	413,37
sep-08	409,73	413,34
oct-08	407,87	413,24
nov-08	406,97	413,00
dic-08	404,93	412,78
mar-09	410,32	412,59
abr-09	414,73	413,07
may-09	415,55	414,23
jun-09	413,53	414,17
jul-09	414,84	414,27
ago-09	414,93	415,04
sep-09	410,42	414,46
oct-09	408,52	414,14
nov-09	408,62	414,51
dic-09	409,12	413,65
mar-10	414,46	414,35
abr-10	415,90	415,28
may-10	415,63	415,36
jun-10	415,13	415,30
jul-10	415,11	415,32
ago-10	413,95	415,12
sep-10	414,62	415,00
oct-10	414,87	415,12
nov-10	415,07	415,12
dic-10	415,11	415,24
ene-11	415,12	415,24
feb-11	415,23	402,56
mar-11	415,36	409,89
abr-11	414,92	415,36
may-11	415,14	415,24
jun-11	414,93	415,36
jul-11	414,39	415,12
sep-11	413,34	414,75
oct-11	412,50	414,26
nov-11	412,56	414,08
dic-11	412,62	414,02
ene-12	412,59	413,77
feb-12	412,27	413,65
mar-12	412,51	413,59
abr-12	412,46	404,86
may-12	413,24	404,99
jun-12	413,22	405,19
jul-12	414,01	405,51
ago-12	414,47	406,10
sep-12	414,51	406,43
oct-12	414,21	406,29
nov-12	415,00	406,56
dic-12	415,01	406,81
ene-13	415,01	406,81
feb-13	415,25	404,91
abr-13	415,47	407,33
may-13	415,07	407,33
jun-13	415,19	407,20
jul-13	414,97	407,20
sep-13	414,50	407,33
oct-13	414,40	407,07
nov-13	414,81	407,07
dic-13	414,72	406,81
ene-14	415,18	407,20
feb-14	415,61	407,25
mar-14	415,70	407,76
abr-14	415,71	407,86
may-14	415,61	407,96
jun-14	415,61	408,06
jul-14	415,65	408,36
ago-14	415,45	409,01
sep-14	415,15	409,26
oct-14	415,49	409,36
nov-14	415,43	409,76
dic-14	415,37	409,76
ene-15	415,27	409,76
feb-15	415,33	409,96
mar-15	415,53	410,26
abr-15	415,49	410,16
may-15	415,34	410,36
jun-15	415,14	410,26
jul-15	414,64	410,26
ago-15	414,37	410,26
sep-15	413,89	410,26
oct-15	413,59	410,02
nov-15	413,37	409,83
dic-15	413,67	409,77
ene-16	413,59	409,89
feb-16	414,19	410,09
mar-16	415,56	410,78
abr-16	415,42	410,90
may-16	415,43	411,35
jun-16	415,15	411,28
jul-16	415,09	411,85
ago-16	414,80	411,97
sep-16	414,46	411,78
oct-16	414,26	410,90
nov-16	414,25	411,72
dic-16	414,09	411,38
ene-17	414,16	411,62

FECHA	N.E.	VALOR PCV-6
may-08	410,04	405,88
jun-08	410,36	405,85
jul-08	410,32	405,94
ago-08	410,18	405,92
sep-08	409,73	405,94
oct-08	407,87	405,95
nov-08	406,97	405,90
dic-08	404,93	406,02
mar-09	410,32	406,14
abr-09	414,73	406,29
may-09	415,55	407,22
jun-09	413,53	407,60
jul-09	414,84	407,49
ago-09	414,93	408,39
sep-09	410,42	408,10
oct-09	408,52	407,61
nov-09	408,62	407,72
dic-09	409,12	407,03
mar-10	414,46	407,52
abr-10	415,90	408,63
may-10	415,63	408,92
jun-10	415,13	408,69
jul-10	415,11	408,88
ago-10	413,95	408,69
sep-10	414,62	408,38
oct-10	414,87	408,44
nov-10	415,07	408,52
dic-10	415,11	408,52
ene-11	415,12	408,52
feb-11	415,23	408,52
mar-11	415,36	408,75
abr-11	414,92	408,86
may-11	415,14	408,80
jun-11	414,93	408,97
jul-11	414,39	408,69
sep-11	413,34	408,24
oct-11	412,50	407,75
nov-11	412,56	407,49
dic-11	412,62	407,49
ene-12	412,59	407,09
feb-12	412,27	406,91
mar-12	412,51	406,77
abr-12	412,46	406,51
may-12	413,24	406,51
jun-12	413,22	406,68
jul-12	414,01	407,32
ago-12	414,47	407,81
sep-12	414,51	408,12
oct-12	414,21	408,07
nov-12	415,00	408,41
dic-12	415,01	408,52
ene-13	415,01	408,46
feb-13	415,25	408,80
sep-13	414,40	408,60
oct-13	414,81	408,60
nov-13	414,72	408,52
dic-13	414,54	408,97
ene-14	415,18	408,60
feb-14	415,61	408,80
mar-14	415,70	409,00
abr-14	415,71	409,10
may-14	415,61	409,20
jun-14	415,61	409,30
jul-14	415,65	409,30
ago-14	415,45	409,40
sep-14	415,15	409,20
oct-14	415,49	409,20
nov-14	415,43	409,30
dic-14	415,37	409,30
ene-15	415,27	409,20
feb-15	415,30	410,90
mar-15	415,36	409,30
abr-15	415,49	409,25
may-15	415,34	409,30
jun-15	415,14	409,20
jul-15	414,64	409,10
ago-15	414,37	408,80
sep-15	413,89	408,70
oct-15	413,59	408,46
nov-15	413,37	408,24
dic-15	413,67	408,01
ene-16	413,59	407,95
feb-16	414,19	408,01
mar-16	415,56	408,63
abr-16	415,42	408,92
may-16	415,43	409,12
jun-16	415,15	409,14
jul-16	415,09	409,23
ago-16	414,80	409,11
sep-16	414,44	409,00
oct-16	414,26	408,71
nov-16	414,25	408,62
dic-16	414,09	408,74
ene-17	414,16	408,60

FECHA	N.E.	VALOR PCV-7
may-08	410,04	404,09
jun-08	410,36	404,24
jul-08	410,32	404,44
ago-08	410,18	404,44
sep-08	409,73	404,42
oct-08	407,87	404,07
nov-08	406,97	403,72
dic-08	404,93	403,34
mar-09	410,32	403,71
abr-09	414,73	405,19
may-09	415,55	405,63
jun-09	413,53	405,72
jul-09	414,84	405,94
ago-09	414,93	406,20
sep-09	410,42	405,39
oct-09	408,52	404,14
nov-09	408,62	404,34
dic-09	409,12	403,84
mar-10	414,46	405,32
abr-10	415,90	406,10
may-10	415,63	406,30
jun-10	415,13	406,25
jul-10	415,11	406,65
ago-10	413,95	406,39
sep-10	414,62	406,44
oct-10	414,87	405,86
nov-10	415,07	405,81
dic-10	415,11	405,71
ene-11	415,12	405,71
feb-11	415,23	405,71
mar-11	415,36	405,81
abr-11	414,92	406,10
may-11	415,14	406,30
jun-11	414,93	406,20
jul-11	414,39	406,39
sep-11	413,34	406,39
oct-11	412,50	405,32
nov-11	412,56	405,37
dic-11	412,62	405,32
ene-12	412,59	405,52
feb-12	412,27	405,42
mar-12	412,51	405,61
abr-12	412,46	405,52
may-12	413,24	406,00
jun-12	413,22	406,20
jul-12	414,01	406,97
ago-12	414,47	407,41
sep-12	414,51	407,65
oct-12	414,21	407,60
nov-12	415,00	408,03
dic-12	415,01	407,84
ene-13	415,01	407,84
feb-13	415,25	408,03
may-13	415,07	408,13
jul-13	414,97	408,43
sep-13	414,40	408,33
oct-13	414,81	408,03
nov-13	414,72	408,12
dic-13	414,54	408,32
ene-14	415,18	408,43
feb-14	415,61	408,43
mar-14	415,70	408,83
abr-14	415,71	408,83
may-14	415,61	409,03
jun-14	415,61	408,93
jul-14	415,65	408,93
ago-14	415,45	409,73
sep-14	415,15	409,53
oct-14	415,49	409,33
nov-14	415,43	409,53
dic-14	415,37	408,63
ene-15	415,27	408,53
feb-15	415,33	408,78
mar-15	415,53	408,93
abr-15	415,49	408,68
may-15	415,34	408,63
jun-15	415,14	409,03
jul-15	414,64	409,03
ago-15	414,37	409,03
sep-15	413,89	409,03
oct-15	413,59	408,13
nov-15	413,37	408,03
dic-15	413,67	407,93
ene-16	413,59	408,03
feb-16	414,19	408,18
mar-16	415,56	408,89
abr-16	415,42	408,79
may-16	415,43	408,84
jun-16	415,15	408,79
jul-16	415,09	409,36
ago-16	414,80	409,36
sep-16	414,46	409,36
oct-16	414,27	408,37
nov-16	414,25	408,16
dic-16	414,08	407,72
ene-17	414,16	408,16

FECHA	N.E.	VALOR PCV-8
may-08	410,04	413,74
jun-08	410,36	413,90
jul-08	410,32	414,14
ago-08	410,18	414,14
sep-08	409,73	414,11
oct-08	407,87	413,71
nov-08	406,97	413,29
dic-08	404,93	412,85
mar-09	410,32	413,28
abr-09	414,73	415,03
may-09	415,55	415,54
jun-09	413,53	415,66
jul-09	414,84	415,92
ago-09	414,93	416,22
sep-09	410,42	415,26
oct-09	408,52	413,79
nov-09	408,62	414,02
dic-09	409,12	413,43
mar-10	414,46	415,18
abr-10	415,90	416,10
may-10	415,63	416,33
jun-10	415,13	416,28
jul-10	415,11	416,75
ago-10	413,95	416,44
sep-10	414,62	416,50
oct-10	414,87	415,82
nov-10	415,07	415,76
dic-10	415,11	415,64
ene-11	415,12	415,64
feb-11	415,23	415,64
mar-11	415,36	514,08
abr-11	414,92	514,35
may-11	415,14	532,53
jun-11	414,93	530,64
jul-11	414,39	531,10
sep-11	413,34	529,10
oct-11	412,50	526,59
nov-11	412,56	525,31
dic-11	412,62	523,05
ene-12	412,59	522,84
feb-12	412,27	525,68
mar-12	412,51	532,02
may-12	413,24	536,84
jun-12	413,22	535,06
jul-12	414,01	537,02
ago-12	414,47	536,69
sep-12	414,51	533,15
oct-12	414,21	532,96
nov-12	415,00	524,87
dic-12	415,01	525,74
ene-13	415,01	525,71
feb-13	415,25	522,57
mar-13	415,40	529,92
may-13	415,07	520,92
jul-13	414,97	536,52
sep-13	414,40	525,12
oct-13	414,81	529,02
nov-13	414,72	401,02
dic-13	414,54	536,56
ene-14	415,18	525,42
feb-14	415,61	462,62
mar-14	415,70	401,02
abr-14	415,71	401,02
may-14	415,61	401,02
jun-14	415,61	401,02
jul-14	415,65	401,02
ago-14	415,45	401,02
sep-14	415,15	401,02
oct-14	415,49	401,02
nov-14	415,43	401,02
dic-14	415,37	401,02
ene-15	415,27	401,02
feb-15	415,30	401,02
mar-15	415,36	401,02
abr-15	415,49	401,02
may-15	415,34	401,02
jun-15	415,14	401,02
jul-15	414,64	401,02
ago-15	414,37	401,02
sep-15	413,89	401,02
oct-15	413,59	401,02
nov-15	413,37	401,02
dic-15	413,67	401,02
ene-16	413,59	401,02
feb-16	414,19	401,02
mar-16	415,56	401,02
abr-16	415,42	401,02
may-16	415,43	401,02
jun-16	415,15	401,02
jul-16	415,09	401,02
ago-16	414,80	401,02
sep-16	414,46	401,02
oct-16	414,26	423,28
nov-16	414,25	401,02
dic-16	413,99	401,02
ene-17	414,15	401,02

FECHA	N.E.	VALOR PCV-9
may-08	410,04	409,69
jun-08	410,36	409,26
jul-08	410,32	409,20
ago-08	410,18	409,15
sep-08	409,73	409,20
oct-08	407,87	409,10
nov-08	406,97	408,87
dic-08	404,93	408,73
mar-09	410,32	408,33
abr-09	414,73	408,42
may-09	415,55	408,97
jun-09	413,53	409,56
jul-09	414,84	409,70
ago-09	414,93	410,38
sep-09	410,42	410,40
oct-09	408,52	410,11
nov-09	408,62	410,23
dic-09	409,12	409,47
mar-10	414,46	409,74
abr-10	415,90	410,84
may-10	415,63	411,55
jun-10	415,13	411,73
jul-10	415,11	413,10
ago-10	413,95	412,84
sep-10	414,62	411,92
oct-10	414,87	411,61
nov-10	415,07	411,55
dic-10	415,11	411,42
ene-11	415,12	411,53
feb-11	415,23	411,42
mar-11	415,36	411,68
abr-11	414,92	411,95
may-11	415,14	412,04
jun-11	414,93	412,23
jul-11	414,39	412,10
sep-11	413,34	411,61
oct-11	412,50	411,12
nov-11	412,56	410,83
dic-11	412,62	410,67
ene-12	412,59	410,23
feb-12	412,27	410,99
mar-12	412,51	409,63
abr-12	412,46	409,47
may-12	413,24	409,60
jun-12	413,22	409,63
jul-12	414,01	410,04
ago-12	414,47	410,46
sep-12	414,51	410,80
oct-12	414,21	411,14
nov-12	415,00	411,30
dic-12	415,01	411,42
ene-13	415,01	411,36
feb-13	415,25	412,25
mar-13	415,40	412,00
may-13	415,07	412,50
jul-13	414,97	412,50
sep-13	414,40	412,20
oct-13	414,81	412,20
nov-13	414,72	411,86
dic-13	414,54	412,23
ene-14	415,18	411,90
feb-14	415,61	411,95
mar-14	415,70	412,20
abr-14	415,71	412,50
may-14	415,61	412,80
jun-14	415,61	412,80
jul-14	415,65	412,90
ago-14	415,45	413,10
sep-14	415,15	412,80
oct-14	415,49	412,80
nov-14	415,43	412,80
dic-14	415,37	412,80
ene-15	415,27	412,80
feb-15	415,33	412,70
mar-15	415,53	413,10
abr-15	415,49	412,95
may-15	415,34	413,00
jun-15	415,14	413,00
jul-15	414,64	413,00
ago-15	414,37	412,65
sep-15	413,89	412,50
oct-15	413,59	412,16
nov-15	413,37	411,83
dic-15	413,67	411,61
ene-16	413,59	411,42
feb-16	414,19	411,36
mar-16	415,56	411,92
abr-16	415,42	411,55
may-16	415,43	412,63
jun-16	415,15	412,59
jul-16	415,09	412,69
ago-16	414,80	412,78
sep-16	414,46	412,65
oct-16	414,26	411,48
nov-16	414,25	411,97
dic-16	414,09	411,87
ene-17	414,16	411,77

FECHA	N.E.	VALOR PCV-10
may-08	410,04	401,02
jun-08	410,36	401,17
jul-08	410,32	401,32
ago-08	410,18	401,33
sep-08	409,73	401,30
oct-08	407,87	401,07
nov-08	406,97	400,71
dic-08	404,93	400,29
mar-09	410,32	400,25
abr-09	414,73	401,55
may-09	415,55	402,16
jun-09	413,53	402,47
jul-09	414,84	402,61
ago-09	414,93	403,04
sep-09	410,42	402,37
oct-09	408,52	400,92
nov-09	408,62	401,11
dic-09	409,12	400,60
mar-10	414,46	402,12
abr-10	415,90	403,16
may-10	415,63	403,55
jun-10	415,13	403,61
jul-10	415,11	403,94
ago-10	413,95	403,74
sep-10	414,62	403,80
oct-10	414,87	403,37
nov-10	415,07	403,24
dic-10	415,11	403,24
ene-11	415,12	403,49
feb-11	415,23	403,24
mar-11	415,36	403,61
abr-11	414,92	403,80
may-11	415,14	404,11
jun-11	414,93	404,35
jul-11	414,39	404,60
sep-11	413,34	404,85
oct-11	412,50	403,86
nov-11	412,56	403,86
dic-11	412,62	403,86
ene-12	412,59	403,86
feb-12	412,27	405,95
mar-12	412,51	405,03
abr-12	412,46	403,74
may-12	413,24	404,35
jun-12	413,22	404,72
jul-12	414,01	405,21
ago-12	414,47	406,01
sep-12	414,51	406,31
oct-12	414,21	406,25
nov-12	415,00	406,80
dic-12	415,01	406,92
ene-13	415,01	406,92
feb-13	415,25	407,38
mar-13	415,40	407,68
may-13	415,07	407,98
jul-13	414,97	408,38
sep-13	414,40	408,48
oct-13	414,81	408,38
nov-13	414,72	408,12
dic-13	414,54	408,24
ene-14	415,18	408,68
feb-14	415,61	408,98
mar-14	415,70	409,28
abr-14	415,71	409,58
may-14	415,61	409,78
jun-14	415,61	409,98
jul-14	415,65	409,88
ago-14	415,45	410,58
sep-14	415,15	410,78
oct-14	415,49	410,48
nov-14	415,43	410,78
dic-14	415,37	411,08
ene-15	415,27	411,28
feb-15	415,33	411,68
mar-15	415,53	411,98
abr-15	415,49	411,88
may-15	415,34	411,98
jun-15	415,14	412,38
jul-15	414,64	412,48
ago-15	414,37	412,43
sep-15	413,89	412,58
oct-15	413,59	411,67
nov-15	413,37	411,55
dic-15	413,67	411,43
ene-16	413,59	411,43
feb-16	414,19	411,61
mar-16	415,56	412,48
abr-16	415,42	412,48
may-16	415,43	412,60
jun-16	415,15	412,60
jul-16	415,09	413,18
ago-16	414,80	413,41
sep-16	414,46	413,41
oct-16	414,27	412,92
nov-16	414,25	412,71
dic-16	414,08	412,95
ene-17	414,16	413,01

FECHA	N.E.	VALOR PCV-11
may-08	410,04	403,63
jun-08	410,36	403,62
jul-08	410,32	403,47
ago-08	410,18	403,50
sep-08	409,73	403,47
oct-08	407,87	403,45
nov-08	406,97	403,40
dic-08	404,93	403,22
mar-09	410,32	402,65
abr-09	414,73	402,99
may-09	415,55	403,75
jun-09	413,53	403,93
jul-09	414,84	404,02
ago-09	414,93	404,60
sep-09	410,42	404,47
oct-09	408,52	404,04
nov-09	408,62	404,35
dic-09	409,12	403,60
mar-10	414,46	404,19
abr-10	415,90	404,47
may-10	415,63	408,30
jun-10	415,13	405,46
jul-10	415,11	405,95
ago-10	413,95	405,96
sep-10	414,62	405,65
oct-10	414,87	405,65
nov-10	415,07	405,46
dic-10	415,11	405,46
ene-11	415,12	405,59
feb-11	415,23	405,46
mar-11	415,36	405,71
abr-11	414,92	405,83
may-11	415,14	405,83
jun-11	414,93	405,96
jul-11	414,39	405,71
sep-11	413,34	405,83
oct-11	412,50	405,16
nov-11	412,56	405,09
dic-11	412,62	405,09
ene-12	412,59	404,85
feb-12	412,27	400,56
mar-12	412,51	404,66
abr-12	412,46	404,60
may-12	413,24	404,60
jun-12	413,22	404,72
jul-12	414,01	404,85
ago-12	414,47	405,28
sep-12	414,51	405,59
oct-12	414,21	405,71
nov-12	415,00	405,96
dic-12	415,01	406,20
ene-13	415,01	406,20
feb-13	415,25	406,40
mar-13	415,40	406,35
may-13	415,07	406,65
jul-13	414,97	406,85
sep-13	414,40	408,55
oct-13	414,81	406,65
nov-13	414,72	406,69
dic-13	414,54	406,94
ene-14	415,18	406,65
feb-14	415,61	406,80
mar-14	415,70	406,95
abr-14	415,71	407,05
may-14	415,61	407,15
jun-14	415,61	407,15
jul-14	415,65	407,35
ago-14	415,45	407,45
sep-14	415,15	407,55
oct-14	415,49	407,35
nov-14	415,43	407,35
dic-14	415,37	407,45
ene-15	415,27	407,45
feb-15	415,33	407,35
mar-15	415,53	407,55
abr-15	415,49	407,55
may-15	415,34	407,55
jun-15	415,14	407,35
jul-15	414,64	407,35
ago-15	414,37	407,40
sep-15	413,89	407,35
oct-15	413,59	407,18
nov-15	413,37	406,88
dic-15	413,67	406,69
ene-16	413,59	406,57
feb-16	414,19	406,51
mar-16	415,56	406,81
abr-16	415,42	406,94
may-16	415,43	407,06
jun-16	415,15	407,06
jul-16	415,09	407,30
ago-16	414,80	407,61
sep-16	414,44	407,61
oct-16	414,28	407,30
nov-16	414,27	408,21
dic-16	414,08	407,40
ene-17	414,15	407,55

FECHA	N.E.	VALOR PCV-12
may-08	410,04	405,23
jun-08	410,36	405,20
jul-08	410,32	405,44
ago-08	410,18	405,52
sep-08	409,73	405,50
oct-08	407,87	405,50
nov-08	406,97	405,53
dic-08	404,93	405,75
mar-09	410,32	405,80
abr-09	414,73	405,81
may-09	415,55	406,33
jun-09	413,53	406,71
jul-09	414,84	406,81
ago-09	414,93	407,53
sep-09	410,42	407,49
oct-09	408,52	407,15
nov-09	408,62	407,33
dic-09	409,12	406,59
mar-10	414,46	406,96
abr-10	415,90	407,97
may-10	415,63	408,53
jun-10	415,13	409,36
jul-10	415,11	411,11
ago-10	413,95	409,95
sep-10	414,62	408,80
oct-10	414,87	408,56
nov-10	415,07	408,53
dic-10	415,11	408,35
ene-11	415,12	408,41
feb-11	415,23	408,35
mar-11	415,36	408,53
abr-11	414,92	408,80
may-11	415,14	408,71
jun-11	414,93	408,83
jul-11	414,39	408,71
sep-11	413,34	408,41
oct-11	412,50	407,93
nov-11	412,56	407,57
dic-11	412,62	407,57
ene-12	412,59	407,14
feb-12	412,27	406,90
mar-12	412,51	406,68
abr-12	412,46	406,53
may-12	413,24	406,47
jun-12	413,22	406,50
jul-12	414,01	406,77
ago-12	414,47	407,23
sep-12	414,51	407,57
oct-12	414,21	407,75
nov-12	415,00	407,99
dic-12	415,01	408,11
ene-13	415,01	408,11
feb-13	415,25	408,50
mar-13	415,40	408,70
may-13	415,07	409,10
jul-13	414,97	409,00
sep-13	414,40	408,50
oct-13	414,81	408,40
nov-13	414,72	408,23
dic-13	414,54	408,41
ene-14	415,18	408,20
feb-14	415,61	408,25
mar-14	415,70	408,50
abr-14	415,71	408,60
may-14	415,61	408,80
jun-14	415,61	409,00
jul-14	415,65	409,00
ago-14	415,45	409,00
sep-14	415,15	408,80
oct-14	415,49	408,70
nov-14	415,43	408,70
dic-14	415,37	408,80
ene-15	415,27	408,70
feb-15	415,33	408,60
mar-15	415,53	409,10
abr-15	415,49	409,00
may-15	415,34	409,00
jun-15	415,14	408,85
jul-15	414,64	408,80
ago-15	414,37	408,65
sep-15	413,89	408,50
oct-15	413,59	408,17
nov-15	413,37	408,02
dic-15	413,67	407,69
ene-16	413,59	407,63
feb-16	414,19	407,54
mar-16	415,56	407,99
abr-16	415,42	408,35
may-16	415,43	408,56
jun-16	415,15	408,53
jul-16	415,09	408,59
ago-16	414,80	408,53
sep-16	414,46	408,59
oct-16	414,27	408,26
nov-16	414,25	408,11
dic-16	414,08	408,07
ene-17	414,16	408,00

FECHA	N.E.	VALOR PCV-13
mar-09	410,32	407,76
abr-09	414,73	407,83
may-09	415,55	407,84
jun-09	413,53	407,70
jul-09	414,84	407,78
ago-09	414,93	407,89
sep-09	410,42	407,86
oct-09	408,52	407,86
nov-09	408,62	407,86
dic-09	409,12	407,86
mar-10	414,46	408,13
abr-10	415,90	408,42
may-10	415,63	408,54
jun-10	415,13	408,64
jul-10	415,11	408,71
ago-10	413,95	408,74
sep-10	414,62	408,84
oct-10	414,87	408,93
nov-10	415,07	409,03
dic-10	415,11	409,13
ene-11	415,12	409,22
feb-11	415,23	409,13
mar-11	415,36	409,42
abr-11	414,92	409,47
may-11	415,14	409,61
jun-11	414,93	409,61
jul-11	414,39	409,61
sep-11	413,34	409,52
oct-11	412,50	409,47
nov-11	412,56	409,52
dic-11	412,62	409,52
ene-12	412,59	409,42
feb-12	412,27	409,42
mar-12	412,51	409,32
abr-12	412,46	409,13
may-12	413,24	409,32
jun-12	413,22	409,32
jul-12	414,01	409,32
ago-12	414,47	409,42
sep-12	414,51	409,42
oct-12	414,21	409,42
nov-12	415,00	409,52
dic-12	415,01	409,61
ene-13	415,01	409,71
feb-13	415,25	409,64
mar-13	415,40	409,69
may-13	415,07	409,79
jul-13	414,97	409,69
sep-13	414,40	409,69
oct-13	414,81	409,59
nov-13	414,72	409,42
dic-13	414,54	409,61
ene-14	415,18	409,69
feb-14	415,61	409,59
mar-14	415,70	409,79
abr-14	415,71	409,69
may-14	415,61	409,69
jun-14	415,61	409,69
jul-14	415,65	409,69
ago-14	415,45	409,59
sep-14	415,15	409,69
oct-14	415,49	409,69
nov-14	415,43	408,99
dic-14	415,37	409,69
ene-15	415,27	409,69
feb-15	415,33	409,69
mar-15	415,53	409,69
abr-15	415,49	409,54
may-15	415,34	409,69
jun-15	415,14	409,69
jul-15	414,64	409,59
ago-15	414,37	409,49
sep-15	413,89	409,39
oct-15	413,59	409,32
nov-15	413,37	409,18
dic-15	413,67	409,22
ene-16	413,59	409,13
feb-16	414,19	409,13
mar-16	415,56	409,22
abr-16	415,42	409,22
may-16	415,43	409,22
jun-16	415,15	409,13
jul-16	415,09	409,22
ago-16	414,80	409,22
sep-16	414,46	409,13
oct-16	414,27	409,01
nov-16	414,25	408,90
dic-16	414,08	408,87
ene-17	414,16	408,80

FECHA	N.E.	VALOR PCV-14
mar-09	410,32	409,65
abr-09	414,73	413,01
may-09	415,55	414,38
jun-09	413,53	413,06
jul-09	414,84	413,79
ago-09	414,93	414,29
sep-09	410,42	411,91
oct-09	408,52	409,53
nov-09	408,62	409,90
dic-09	409,12	409,44
mar-10	414,46	413,18
abr-10	415,90	414,99
may-10	415,63	414,97
jun-10	415,13	414,63
jul-10	415,11	414,67
ago-10	413,95	413,90
sep-10	414,62	414,15
oct-10	414,87	414,39
nov-10	415,07	414,55
dic-10	415,11	414,60
ene-11	415,12	414,71
feb-11	415,23	414,60
mar-11	415,36	414,92
abr-11	414,92	414,60
may-11	415,14	414,76
jun-11	414,93	414,71
jul-11	414,39	414,23
sep-11	413,34	413,31
oct-11	412,50	412,57
nov-11	412,56	412,52
dic-11	412,62	412,60
ene-12	412,59	412,43
feb-12	412,27	412,32
mar-12	412,51	412,35
abr-12	412,46	412,05
may-12	413,24	412,71
jun-12	413,22	412,85
jul-12	414,01	413,58
ago-12	414,47	414,02
sep-12	414,51	414,07
oct-12	414,21	413,77
nov-12	415,00	414,39
dic-12	415,01	414,44
ene-13	415,01	414,44
feb-13	415,25	414,61
mar-13	415,40	414,76
may-13	415,07	414,56
jul-13	414,97	414,56
sep-13	414,40	413,96
oct-13	414,81	414,16
nov-13	414,72	414,01
dic-13	414,54	414,07
ene-14	415,18	414,46
feb-14	415,61	414,61
mar-14	415,70	414,76
abr-14	415,71	414,86
may-14	415,61	414,86
jun-14	415,61	414,86
jul-14	415,65	414,86
ago-14	415,45	414,66
sep-14	415,15	414,46
oct-14	415,49	414,56
nov-14	415,43	414,56
dic-14	415,37	414,46
ene-15	415,27	414,36
feb-15	415,33	414,16
mar-15	415,53	414,36
abr-15	415,49	414,26
may-15	415,34	414,26
jun-15	415,14	414,01
jul-15	414,64	413,66
ago-15	414,37	413,31
sep-15	413,89	413,06
oct-15	413,59	412,60
nov-15	413,37	412,44
dic-15	413,67	412,54
ene-16	413,59	412,32
feb-16	414,19	412,74
mar-16	415,56	413,85
abr-16	415,42	413,15
may-16	415,43	413,77
jun-16	415,15	413,69
jul-16	415,09	413,74
ago-16	414,80	413,42
sep-16	414,46	413,31
oct-16	414,26	412,86
nov-16	414,25	412,72
dic-16	414,09	412,61
ene-17	414,16	412,60

FECHA	N.E.	VALOR PCV-15
mar-09	410,32	411,38
abr-09	414,73	411,85
may-09	415,55	412,73
jun-09	413,53	412,24
jul-09	414,84	412,19
ago-09	414,93	412,66
sep-09	410,42	411,93
oct-09	408,52	411,47
nov-09	408,62	411,68
dic-09	409,12	411,37
mar-10	414,46	412,52
abr-10	415,90	413,28
may-10	415,63	413,30
jun-10	415,13	413,08
jul-10	415,11	413,13
ago-10	413,95	412,95
sep-10	414,62	412,69
oct-10	414,87	412,79
nov-10	415,07	412,95
dic-10	415,11	413,00
ene-11	415,12	413,15
feb-11	415,23	413,00
mar-11	415,36	413,54
abr-11	414,92	413,52
may-11	415,14	413,54
jun-11	414,93	413,69
jul-11	414,39	413,49
sep-11	413,34	412,89
oct-11	412,50	412,64
nov-11	412,56	412,64
dic-11	412,62	412,74
ene-12	412,59	412,69
feb-12	412,27	412,54
mar-12	412,51	412,54
abr-12	412,46	412,39
may-12	413,24	412,49
jun-12	413,22	412,54
jul-12	414,01	412,74
ago-12	414,47	412,98
sep-12	414,51	413,20
oct-12	414,21	413,15
nov-12	415,00	413,34
dic-12	415,01	413,59
ene-13	415,01	413,54
feb-13	415,25	413,82
mar-13	415,40	413,87
may-13	415,07	412,27
jul-13	414,97	413,77
sep-13	414,40	413,27
oct-13	414,81	413,17
nov-13	414,72	413,15
dic-13	414,54	413,25
ene-14	415,18	413,37
feb-14	415,61	413,52
mar-14	415,70	413,77
abr-14	415,71	413,77
may-14	415,61	413,87
jun-14	415,61	413,87
jul-14	415,65	413,77
ago-14	415,45	413,77
sep-14	415,15	413,57
oct-14	415,49	413,67
nov-14	415,43	413,57
dic-14	415,37	413,47
ene-15	415,27	413,57
feb-15	415,33	413,62
mar-15	415,53	413,77
abr-15	415,49	413,67
may-15	415,34	413,57
jun-15	415,14	413,52
jul-15	414,64	413,47
ago-15	414,37	413,12
sep-15	413,89	412,87
oct-15	413,59	412,69
nov-15	413,37	412,57
dic-15	413,67	412,59
ene-16	413,59	412,44
feb-16	414,19	412,54
mar-16	415,56	413,29
abr-16	415,42	413,44
may-16	415,43	413,42
jun-16	415,15	413,44
jul-16	415,09	413,52
ago-16	414,80	413,25
sep-16	414,46	413,10
oct-16	414,26	412,35
nov-16	414,25	412,20
dic-16	414,09	412,13
ene-17	414,16	411,99

FECHA	N.E.	VALOR PCV-16
mar-09	410,30	408,02
abr-09	414,73	409,34
may-09	415,55	409,73
jun-09	413,53	409,55
jul-09	414,84	409,57
ago-09	414,93	409,94
sep-09	410,42	409,33
oct-09	408,52	408,92
nov-09	408,62	408,92
dic-09	409,12	408,71
mar-10	414,46	409,85
abr-10	415,90	410,35
may-10	415,63	410,50
jun-10	415,13	410,40
jul-10	415,11	410,55
ago-10	413,95	410,35
sep-10	414,62	410,35
oct-10	414,87	410,45
nov-10	415,07	410,45
dic-10	415,11	410,45
ene-11	415,12	410,35
feb-11	415,23	410,45
mar-11	415,36	410,55
abr-11	414,92	410,60
may-11	415,14	410,55
jun-11	414,93	410,65
jul-11	414,39	410,45
sep-11	413,34	410,25
oct-11	412,50	409,94
nov-11	412,56	409,84
dic-11	412,62	409,84
ene-12	412,59	409,74
feb-12	412,27	409,63
mar-12	412,51	409,53
abr-12	412,46	409,12
may-12	413,24	409,53
jun-12	413,22	409,53
jul-12	414,01	409,74
ago-12	414,47	409,84
sep-12	414,51	409,94
oct-12	414,21	409,89
nov-12	415,00	410,04
dic-12	415,01	410,14
ene-13	415,01	410,25
feb-13	415,25	410,27
mar-13	415,40	410,27
may-13	415,07	410,47
jul-13	414,97	410,47
sep-13	414,40	410,17
oct-13	414,81	410,17
nov-13	414,72	409,84
dic-13	414,54	410,14
ene-14	415,18	410,07
feb-14	415,61	409,82
mar-14	415,70	410,07
abr-14	415,71	410,07
may-14	415,61	410,17
jun-14	415,61	410,07
jul-14	415,65	410,17
ago-14	415,45	410,17
sep-14	415,15	410,17
oct-14	415,49	410,07
nov-14	415,43	409,97
dic-14	415,37	409,97
ene-15	415,27	409,97
mar-15	415,53	409,97
abr-15	415,49	409,82
may-15	415,34	409,87
jun-15	415,14	409,77
jul-15	414,64	409,67
ago-15	414,37	409,67
sep-15	413,89	409,47
oct-15	413,59	409,33
nov-15	413,37	409,18
dic-15	413,67	409,12
ene-16	413,59	409,02
feb-16	414,19	408,97
mar-16	415,56	409,33
abr-16	415,42	409,33
may-16	415,43	409,13
jun-16	415,15	409,12
jul-16	415,09	409,28
ago-16	414,80	409,33
sep-16	414,46	409,28
oct-16	414,27	408,93
nov-16	414,25	408,79
dic-16	414,08	408,65
ene-17	414,16	408,57

FECHA	N.E.	VALOR PCV-17
mar-09	410,32	408,21
abr-09	414,73	409,89
may-09	415,55	410,73
jun-09	413,53	410,26
jul-09	414,84	410,57
ago-09	414,93	411,02
sep-09	410,42	409,50
oct-09	408,52	408,54
nov-09	408,62	408,63
dic-09	409,12	408,34
mar-10	414,46	410,55
abr-10	415,90	411,43
may-10	415,63	411,50
jun-10	415,13	411,36
jul-10	415,11	411,47
ago-10	413,95	411,08
sep-10	414,62	411,22
oct-10	414,87	411,34
nov-10	415,07	411,36
dic-10	415,11	411,36
ene-11	415,12	411,40
feb-11	415,23	411,36
mar-11	415,36	411,50
abr-11	414,92	411,48
may-11	415,14	411,54
jun-11	414,93	411,59
jul-11	414,39	411,31
sep-11	413,34	410,85
oct-11	412,50	410,36
nov-11	412,56	410,34
dic-11	412,62	410,29
ene-12	412,59	410,29
feb-12	412,27	410,20
mar-12	412,51	410,20
abr-12	412,46	409,97
may-12	413,24	410,39
jun-12	413,22	410,58
jul-12	414,01	411,04
ago-12	414,47	411,38
sep-12	414,51	411,50
oct-12	414,21	411,38
nov-12	415,00	411,77
dic-12	415,01	411,72
ene-13	415,01	411,72
feb-13	415,25	411,90
mar-13	415,40	411,85
may-13	415,07	411,95
jul-13	414,97	411,95
sep-13	414,40	411,65
oct-13	414,81	411,75
nov-13	414,72	411,68
dic-13	414,54	411,72
ene-14	415,18	411,85
feb-14	415,61	411,90
mar-14	415,70	411,95
abr-14	415,71	411,95
may-14	415,61	411,95
jun-14	415,61	412,05
jul-14	415,65	412,05
ago-14	415,45	412,05
sep-14	415,15	411,95
oct-14	415,49	412,05
nov-14	415,43	412,05
dic-14	415,37	411,95
ene-15	415,27	411,95
feb-15	415,33	411,60
mar-15	415,53	411,55
abr-15	415,49	411,45
may-15	415,34	411,45
jun-15	415,14	411,35
jul-15	414,64	411,15
ago-15	414,37	410,95
sep-15	413,89	410,75
oct-15	413,59	410,53
nov-15	413,37	410,39
dic-15	413,67	410,43
ene-16	413,59	410,20
feb-16	414,19	410,29
mar-16	415,56	411,08
abr-16	415,42	411,04
may-16	415,43	410,99
jun-16	415,15	410,99
jul-16	415,09	411,04
ago-16	414,80	410,95
sep-16	414,46	410,85
oct-16	414,27	410,60
nov-16	414,25	410,52
dic-16	414,08	410,39
ene-17	414,16	410,32

FECHA	N.E.	VALOR PCV-18
mar-09	410,32	411,09
abr-09	414,73	411,10
may-09	415,55	411,13
jun-09	413,53	411,06
jul-09	414,84	411,06
ago-09	414,93	411,13
sep-09	410,42	410,81
oct-09	408,52	410,96
nov-09	408,62	410,87
dic-09	409,12	411,05
mar-10	414,46	411,86
abr-10	415,90	411,50
may-10	415,63	411,81
jun-10	415,13	411,61
jul-10	415,11	411,71
ago-10	413,95	411,52
sep-10	414,62	411,20
oct-10	414,87	411,23
nov-10	415,07	411,17
dic-10	415,11	411,17
ene-11	415,12	411,28
feb-11	415,23	411,17
mar-11	415,36	411,17
abr-11	414,92	411,70
may-11	415,14	411,64
jun-11	414,93	411,81
jul-11	414,39	411,58
sep-11	413,34	411,46
oct-11	412,50	411,46
nov-11	412,56	411,46
dic-11	412,62	411,52
ene-12	412,59	411,64
feb-12	412,27	411,69
mar-12	412,51	411,78
abr-12	412,46	411,52
may-12	413,24	411,69
jun-12	413,22	411,70
jul-12	414,01	411,64
ago-12	414,47	411,49
sep-12	414,51	411,46
oct-12	414,21	411,34
nov-12	415,00	411,40
dic-12	415,01	411,40
ene-13	415,01	411,40
mar-13	415,40	414,12
may-13	415,07	411,82
jul-13	414,97	411,62
sep-13	414,40	411,32
oct-13	414,81	411,12
nov-13	414,72	411,11
dic-13	414,54	411,28
ene-14	415,18	411,42
feb-14	415,61	411,32
mar-14	415,70	411,42
abr-14	415,71	411,42
may-14	415,61	411,42
jun-14	415,61	411,42
jul-14	415,65	411,42
ago-14	415,45	411,42
sep-14	415,15	411,22
oct-14	415,49	411,12
nov-14	415,43	411,12
dic-14	415,37	411,12
ene-15	415,27	411,32
feb-15	415,33	411,17
mar-15	415,53	411,32
abr-15	415,49	411,22
may-15	415,34	411,22
jun-15	415,14	411,12
jul-15	414,64	411,02
ago-15	414,37	410,97
sep-15	413,89	411,02
oct-15	413,59	411,05
nov-15	413,37	410,99
dic-15	413,67	411,23
ene-16	413,59	410,99
feb-16	414,19	411,23
mar-16	415,56	411,17
abr-16	415,42	411,17
may-16	415,43	411,05
jun-16	415,15	411,11
jul-16	415,09	411,08
ago-16	414,80	411,02
sep-16	414,46	410,99
oct-16	414,27	410,74
nov-16	414,25	410,67
dic-16	414,08	410,83
ene-17	414,16	410,84

FECHA	N.E.	VALOR PCV-19
mar-09	410,32	406,39
abr-09	414,73	409,27
may-09	415,55	409,79
jun-09	413,53	408,22
jul-09	414,84	408,81
ago-09	414,93	408,96
sep-09	410,42	406,09
oct-09	408,52	404,47
nov-09	408,62	404,86
dic-09	409,12	404,52
mar-10	414,46	408,19
abr-10	415,90	409,33
may-10	415,63	409,18
jun-10	415,13	408,75
jul-10	415,11	408,78
ago-10	413,95	408,09
sep-10	414,62	408,37
oct-10	414,87	408,48
nov-10	415,07	408,53
dic-10	415,11	408,53
ene-11	415,12	408,64
feb-11	415,23	408,53
mar-11	415,36	408,53
abr-11	414,92	408,42
may-11	415,14	408,64
jun-11	414,93	408,53
jul-11	414,39	408,20
sep-11	413,34	407,54
oct-11	412,50	406,93
nov-11	412,56	406,93
dic-11	412,62	407,09
ene-12	412,59	406,87
feb-12	412,27	406,65
mar-12	412,51	406,71
abr-12	412,46	406,20
may-12	413,24	407,09
jun-12	413,22	407,10
jul-12	414,01	407,65
ago-12	414,47	407,93
sep-12	414,51	407,98
oct-12	414,21	407,76
nov-12	415,00	408,31
dic-12	415,01	408,42
ene-13	415,01	408,31
feb-13	415,25	408,49
mar-13	415,40	408,39
may-13	415,07	408,19
jul-13	414,97	408,09
sep-13	414,40	407,79
oct-13	414,81	407,89
nov-13	414,72	407,54
dic-13	414,54	407,76
ene-14	415,18	408,09
feb-14	415,61	408,14
mar-14	415,70	408,29
abr-14	415,71	408,19
may-14	415,61	408,19
jun-14	415,61	408,19
jul-14	415,65	408,19
ago-14	415,45	408,19
sep-14	415,15	408,09
oct-14	415,49	408,19
nov-14	415,43	408,19
dic-14	415,37	408,19
ene-15	415,27	408,29
feb-15	415,33	408,09
mar-15	415,53	408,29
abr-15	415,49	408,04
may-15	415,34	407,99
jun-15	415,14	407,94
jul-15	414,64	407,49
ago-15	414,37	407,39
sep-15	413,89	407,19
oct-15	413,59	406,76
nov-15	413,37	406,65
dic-15	413,67	406,76
ene-16	413,59	406,65
feb-16	414,19	406,99
mar-16	415,56	407,87
abr-16	415,42	407,76
may-16	415,43	407,54
jun-16	415,15	407,65
jul-16	415,09	407,54
ago-16	414,80	406,54
sep-16	414,46	407,32
oct-16	414,27	406,95
nov-16	414,25	406,75
dic-16	414,08	406,70
ene-17	414,16	406,63

FECHA	N.E.	VALOR PCV-20
mar-09	410,32	408,01
abr-09	414,73	411,24
may-09	415,55	411,99
jun-09	413,53	410,74
jul-09	414,84	411,33
ago-09	414,93	411,69
sep-09	410,42	409,08
oct-09	408,52	407,67
nov-09	408,62	407,98
dic-09	409,12	407,83
mar-10	414,46	411,31
abr-10	415,90	412,30
may-10	415,63	412,15
jun-10	415,13	411,81
jul-10	415,11	411,87
ago-10	413,95	411,22
sep-10	414,62	411,49
oct-10	414,87	411,59
nov-10	415,07	411,66
dic-10	415,11	411,66
ene-11	415,12	411,71
feb-11	415,23	411,66
mar-11	415,36	411,66
abr-11	414,92	411,66
may-11	415,14	411,80
jun-11	414,93	411,80
jul-11	414,39	411,46
sep-11	413,34	410,97
oct-11	412,50	410,43
nov-11	412,56	410,38
dic-11	412,62	410,43
ene-12	412,59	410,33
feb-12	412,27	410,13
mar-12	412,51	410,16
abr-12	412,46	409,93
may-12	413,24	410,48
jun-12	413,22	410,53
jul-12	414,01	411,07
ago-12	414,47	411,39
sep-12	414,51	411,51
oct-12	414,21	411,37
nov-12	415,00	411,85
dic-12	415,01	411,85
ene-13	415,01	411,85
feb-13	415,25	411,95
mar-13	415,40	411,95
may-13	415,07	411,85
jul-13	414,97	411,85
sep-13	414,40	411,45
oct-13	414,81	411,65
nov-13	414,72	411,46
dic-13	414,54	411,61
ene-14	415,18	411,85
feb-14	415,61	411,90
mar-14	415,70	411,95
abr-14	415,71	411,95
may-14	415,61	412,05
jun-14	415,61	412,05
jul-14	415,65	412,05
ago-14	415,45	412,05
sep-14	415,15	411,95
oct-14	415,49	411,95
nov-14	415,43	412,05
dic-14	415,37	412,05
ene-15	415,27	412,05
feb-15	415,33	411,90
mar-15	415,53	412,05
abr-15	415,49	411,95
may-15	415,34	411,95
jun-15	415,14	411,85
jul-15	414,64	411,55
ago-15	414,37	411,40
sep-15	413,89	411,15
oct-15	413,59	410,97
nov-15	413,37	410,85
dic-15	413,67	410,82
ene-16	413,59	410,72
feb-16	414,19	410,95
mar-16	415,56	411,80
abr-16	415,42	411,76
may-16	415,43	411,73
jun-16	415,15	411,76
jul-16	415,09	411,71
ago-16	414,80	411,54
sep-16	414,46	411,41
oct-16	414,27	411,16
nov-16	414,25	411,04
dic-16	414,08	411,01
ene-17	414,16	411,00

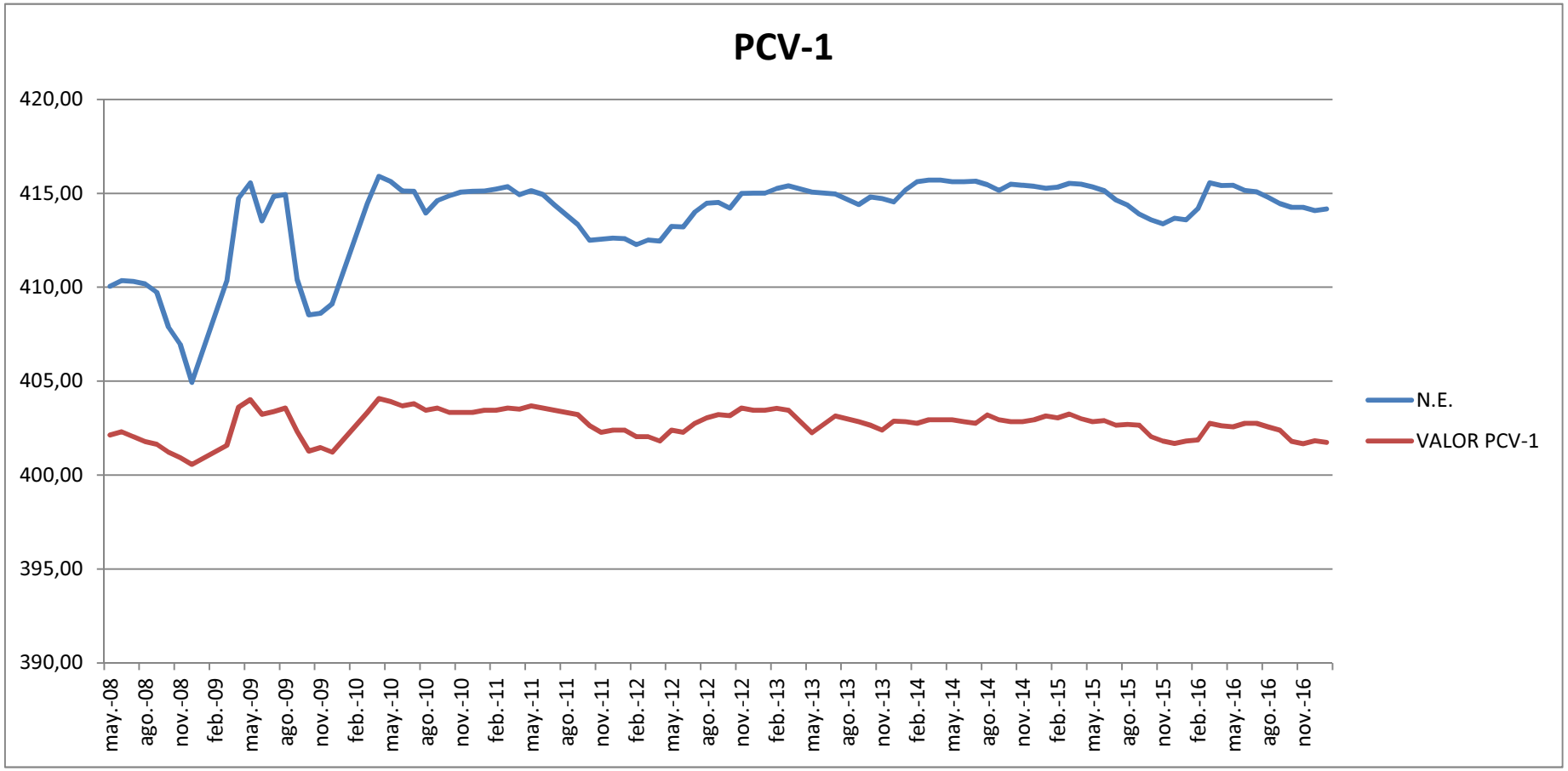
FECHA	N.E.	VALOR PCV-21
mar-09	410,32	410,97
abr-09	414,73	410,86
may-09	415,55	411,87
jun-09	413,53	412,27
jul-09	414,84	412,21
ago-09	414,93	412,75
sep-09	410,42	412,47
oct-09	408,52	412,01
nov-09	408,62	412,05
dic-09	409,12	411,51
mar-10	414,46	412,29
abr-10	415,90	413,16
may-10	415,63	413,59
jun-10	415,13	413,52
jul-10	415,11	413,56
ago-10	413,95	413,45
sep-10	414,62	413,05
oct-10	414,87	412,95
nov-10	415,07	412,92
dic-10	415,11	412,88
ene-11	415,12	413,02
feb-11	415,23	412,88
mar-11	415,36	412,88
abr-11	414,92	413,57
may-11	415,14	413,50
jun-11	414,93	413,69
jul-11	414,39	413,45
sep-11	413,34	413,02
oct-11	412,50	412,47
nov-11	412,56	412,25
dic-11	412,62	412,15
ene-12	412,59	411,86
feb-12	412,27	411,71
mar-12	412,51	411,61
abr-12	412,46	411,46
may-12	413,24	411,56
jun-12	413,22	411,69
jul-12	414,01	411,95
ago-12	414,47	412,23
sep-12	414,51	412,34
oct-12	414,21	412,52
nov-12	415,00	412,59
dic-12	415,01	412,78
ene-13	415,01	412,78
feb-13	415,25	413,14
mar-13	415,40	413,39
may-13	415,07	413,69
jul-13	414,97	413,69
sep-13	414,40	413,29
oct-13	414,81	413,19
nov-13	414,72	412,97
dic-13	414,54	413,16
ene-14	415,18	413,09
feb-14	415,61	413,19
mar-14	415,70	413,49
abr-14	415,71	413,79
may-14	415,61	413,89
jun-14	415,61	413,89
jul-14	415,65	413,99
ago-14	415,45	413,99
sep-14	415,15	413,79
oct-14	415,49	413,89
nov-14	415,43	413,79
dic-14	415,37	413,69
ene-15	415,27	413,69
feb-15	415,33	413,64
mar-15	415,53	413,89
abr-15	415,49	413,84
may-15	415,34	413,89
jun-15	415,14	413,84
jul-15	414,64	413,79
ago-15	414,37	413,49
sep-15	413,89	413,39
oct-15	413,59	413,02
nov-15	413,37	412,81
dic-15	413,67	412,44
ene-16	413,59	412,34
feb-16	414,19	412,34
mar-16	415,56	412,83
abr-16	415,42	413,26
may-16	415,43	413,47
jun-16	415,15	413,26
jul-16	415,09	413,64
ago-16	414,80	413,59
sep-16	414,46	413,59
oct-16	414,27	413,05
nov-16	414,25	412,87
dic-16	414,08	412,74
ene-17	414,16	412,59

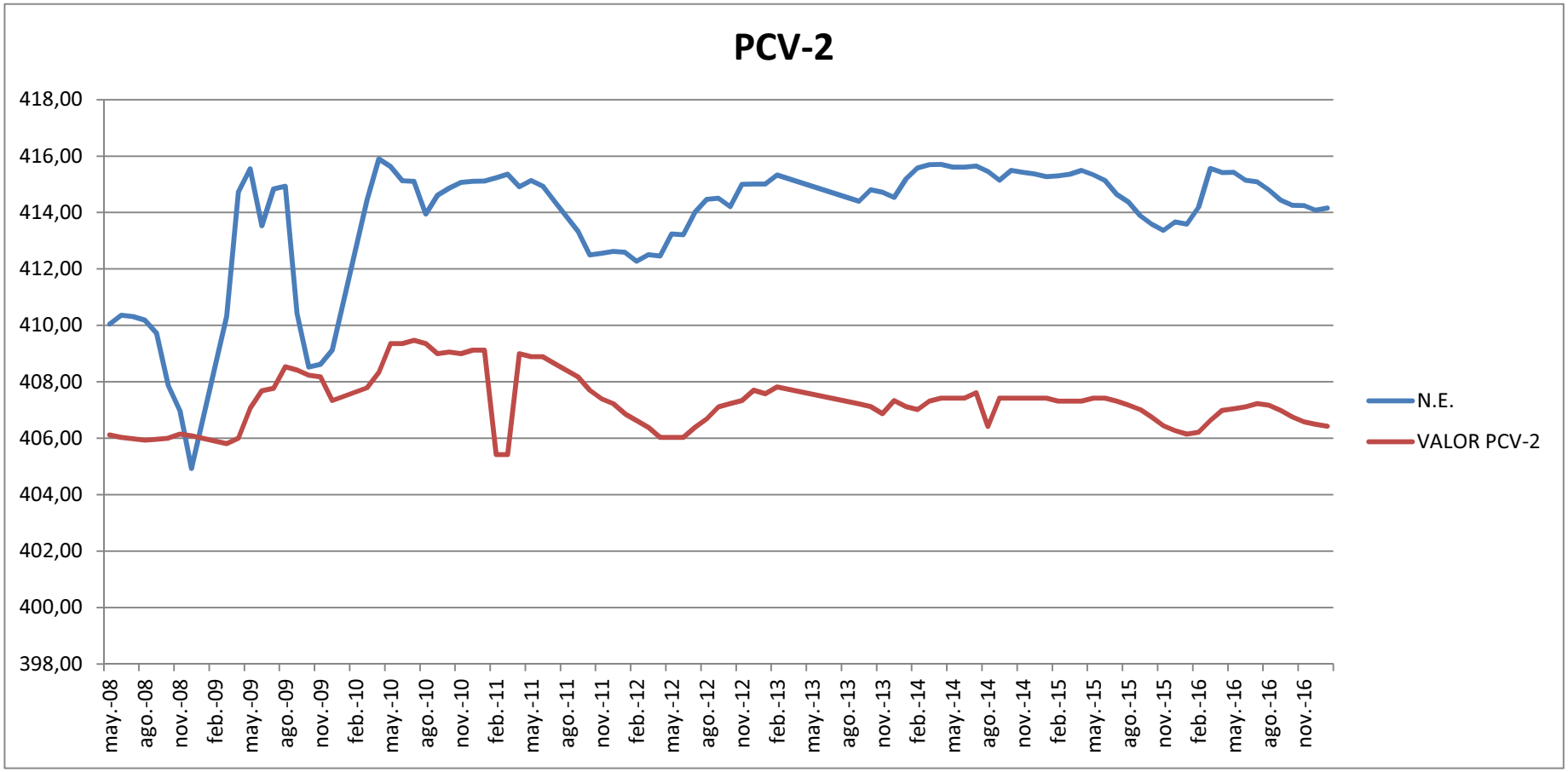
FECHA	N.E.	VALOR PCV-22
mar-09	410,32	406,89
abr-09	414,73	410,23
may-09	415,55	411,05
jun-09	413,53	409,72
jul-09	414,84	410,35
ago-09	414,93	410,71
sep-09	410,42	407,89
oct-09	408,52	406,34
nov-09	408,62	406,83
dic-09	409,12	406,50
mar-10	414,46	410,17
abr-10	415,90	411,17
may-10	415,63	410,96
jun-10	415,13	410,59
jul-10	415,11	410,61
ago-10	413,95	409,81
sep-10	414,62	410,18
oct-10	414,87	410,28
nov-10	415,07	410,33
dic-10	415,11	410,33
ene-11	415,12	410,44
feb-11	415,23	410,33
mar-11	415,36	410,33
abr-11	414,92	409,22
may-11	415,14	410,54
jun-11	414,93	410,44
jul-11	414,39	410,12
sep-11	413,34	409,49
oct-11	412,50	408,81
nov-11	412,56	408,81
dic-11	412,62	408,86
ene-12	412,59	408,75
feb-12	412,27	408,65
mar-12	412,51	408,70
abr-12	412,46	408,22
may-12	413,24	408,96
jun-12	413,22	409,02
jul-12	414,01	409,60
ago-12	414,47	409,97
sep-12	414,51	410,12
oct-12	414,21	409,91
nov-12	415,00	410,44
dic-12	415,01	410,44
ene-13	415,01	410,44
feb-13	415,25	410,64
mar-13	415,40	410,59
may-13	415,07	410,29
jul-13	414,97	418,59
sep-13	414,40	409,89
oct-13	414,81	410,09
nov-13	414,72	409,81
dic-13	414,54	410,12
ene-14	415,18	410,19
feb-14	415,61	410,29
mar-14	415,70	410,59
abr-14	415,71	410,39
may-14	415,61	410,59
jun-14	415,61	410,59
jul-14	415,65	410,59
ago-14	415,45	410,59
sep-14	415,15	410,29
oct-14	415,49	410,39
nov-14	415,43	410,39
dic-14	415,37	410,39
ene-15	415,27	410,39
feb-15	415,33	410,24
mar-15	415,53	410,39
abr-15	415,49	410,24
may-15	415,34	410,19
jun-15	415,14	410,14
jul-15	414,64	409,79
ago-15	414,37	409,64
sep-15	413,89	409,39
oct-15	413,59	408,43
nov-15	413,37	408,65
dic-15	413,67	409,07
ene-16	413,59	408,86
feb-16	414,19	409,18
mar-16	415,56	410,12
abr-16	415,42	410,02
may-16	415,43	409,97
jun-16	415,15	410,02
jul-16	415,09	409,97
ago-16	414,80	408,96
sep-16	414,46	409,81
oct-16	414,27	409,36
nov-16	414,25	409,06
dic-16	414,08	409,03
ene-17	414,16	408,98

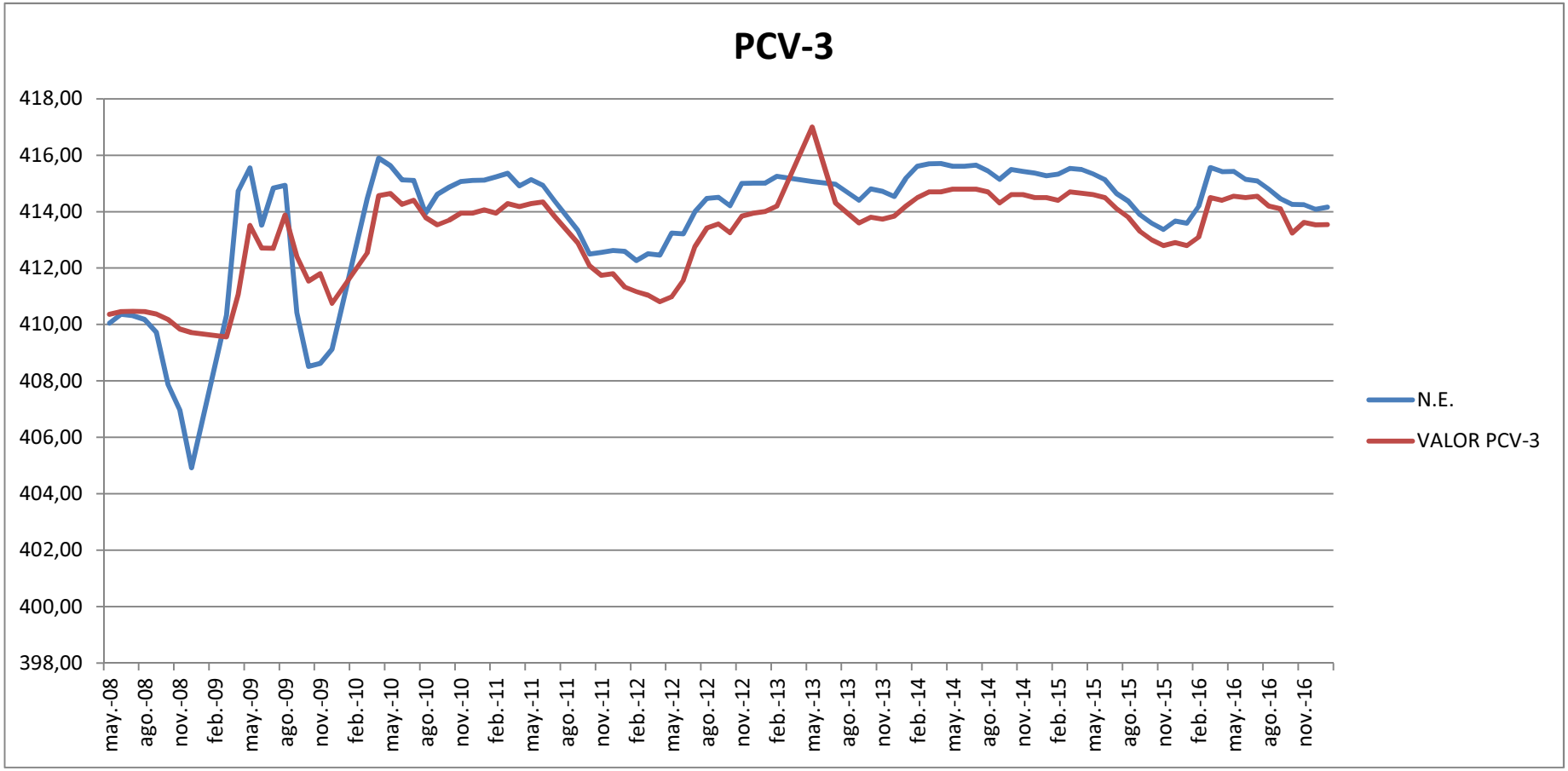
FECHA	N.E.	VALOR PCV-23
mar-09	410,32	404,19
abr-09	414,73	406,12
may-09	415,55	406,98
jun-09	413,53	406,41
jul-09	414,84	406,42
ago-09	414,93	406,79
sep-09	410,42	405,62
oct-09	408,52	404,69
nov-09	408,62	404,81
dic-09	409,12	404,44
mar-10	414,46	406,16
abr-10	415,90	406,93
may-10	415,63	406,97
jun-10	415,13	406,82
jul-10	415,11	406,87
ago-10	413,95	406,62
sep-10	414,62	406,56
oct-10	414,87	406,62
nov-10	415,07	406,68
dic-10	415,11	406,62
ene-11	415,12	406,68
feb-11	415,23	408,49
mar-11	415,36	406,62
abr-11	414,92	406,65
may-11	415,14	406,68
jun-11	414,93	406,79
jul-11	414,39	406,62
sep-11	413,34	406,32
oct-11	412,50	405,99
nov-11	412,56	405,84
dic-11	412,62	405,78
ene-12	412,59	405,72
feb-12	412,27	405,60
mar-12	412,51	405,51
abr-12	412,46	405,23
may-12	413,24	405,42
jun-12	413,22	405,57
jul-12	414,01	405,78
ago-12	414,47	405,90
sep-12	414,51	406,14
oct-12	414,21	406,08
nov-12	415,00	406,32
dic-12	415,01	406,38
ene-13	415,01	406,38
feb-13	415,25	406,46
mar-13	415,40	406,46
may-13	415,07	406,46
jul-13	414,97	406,46
sep-13	414,40	406,26
oct-13	414,81	406,26
nov-13	414,72	406,14
dic-13	414,54	406,26
ene-14	415,18	406,26
feb-14	415,61	406,21
mar-14	415,70	406,46
abr-14	415,71	406,46
may-14	415,61	406,56
jun-14	415,61	406,56
jul-14	415,65	406,56
ago-14	415,45	406,56
sep-14	415,15	406,46
oct-14	415,49	406,46
nov-14	415,43	406,46
dic-14	415,37	406,46
ene-15	415,27	406,56
feb-15	415,33	406,46
mar-15	415,53	406,56
abr-15	415,49	406,46
may-15	415,34	406,56
jun-15	415,14	406,56
jul-15	414,64	406,46
ago-15	414,37	406,41
sep-15	413,89	406,36
oct-15	413,59	406,20
nov-15	413,37	406,11
dic-15	413,67	405,96
ene-16	413,59	405,90
feb-16	414,19	405,93
mar-16	415,56	406,32
abr-16	415,42	406,44
may-16	415,43	406,41
jun-16	415,15	406,44
jul-16	415,09	406,56
ago-16	414,80	406,50
sep-16	414,46	406,56
oct-16	414,27	406,29
nov-16	414,25	406,11
dic-16	414,08	406,05
ene-17	414,16	406,02

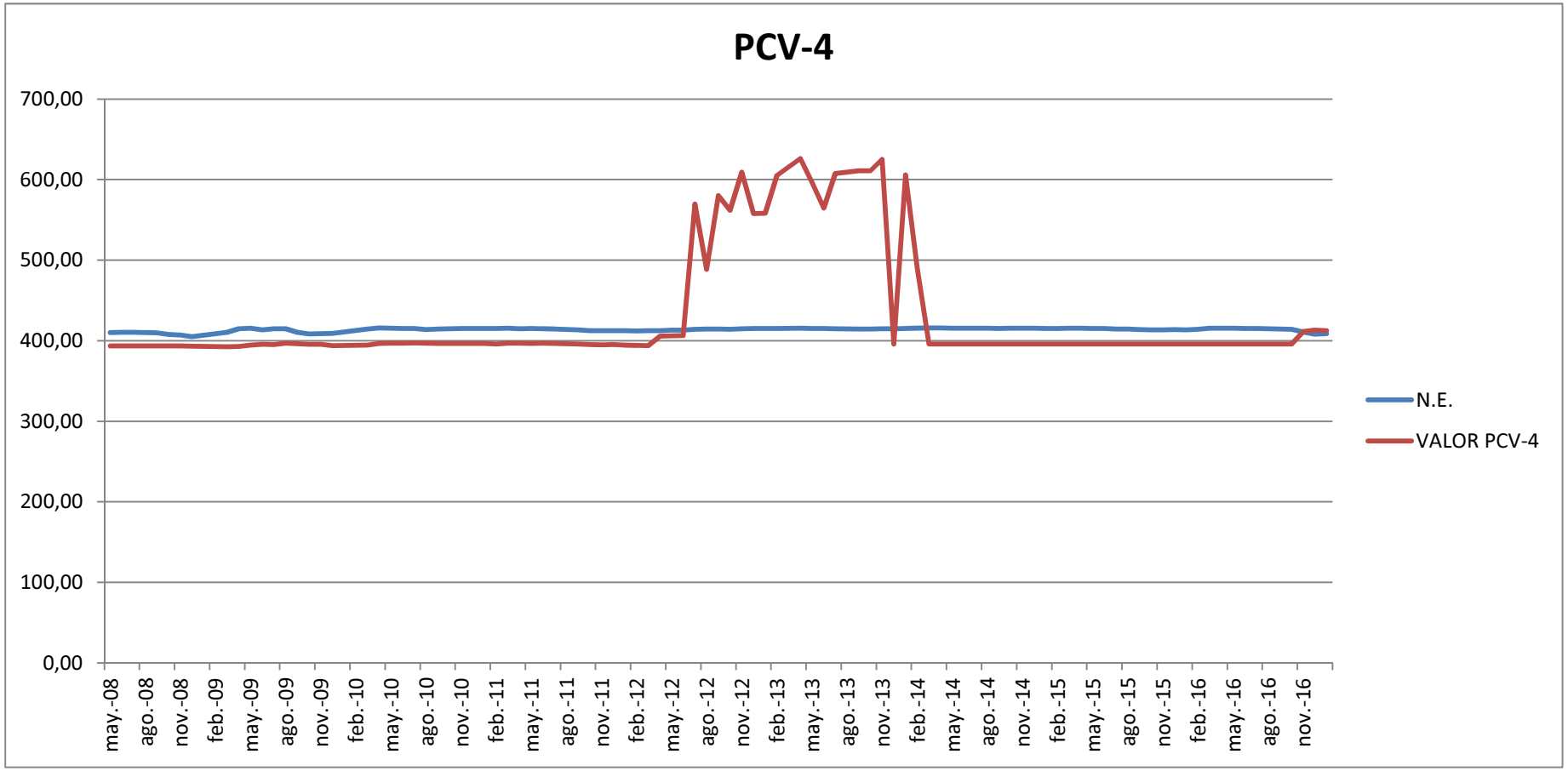
FECHA	N.E.	VALOR PCV-24
mar-09	410,32	408,75
abr-09	414,73	408,97
may-09	415,55	409,80
jun-09	413,53	409,78
jul-09	414,84	409,82
ago-09	414,93	410,65
sep-09	410,42	409,90
oct-09	408,52	409,42
nov-09	408,62	409,42
dic-09	409,12	409,27
mar-10	414,46	409,90
abr-10	415,90	411,15
may-10	415,63	411,65
jun-10	415,13	411,50
jul-10	415,11	411,67
ago-10	413,95	411,50
sep-10	414,62	411,16
oct-10	414,87	411,16
nov-10	415,07	411,21
dic-10	415,11	411,21
ene-11	415,12	411,26
feb-11	415,23	411,26
mar-11	415,36	411,50
abr-11	414,92	411,89
may-11	415,14	411,80
jun-11	414,93	412,09
jul-11	414,39	411,84
sep-11	413,34	411,26
oct-11	412,50	410,82
nov-11	412,56	410,52
dic-11	412,62	410,42
ene-12	412,59	410,27
feb-12	412,27	410,07
mar-12	412,51	410,02
abr-12	412,46	409,82
may-12	413,24	409,97
jun-12	413,22	410,17
jul-12	414,01	410,52
ago-12	414,47	410,92
sep-12	414,51	411,26
oct-12	414,21	411,24
nov-12	415,00	411,41
dic-12	415,01	411,65
ene-13	415,01	411,60
feb-13	415,25	411,99
mar-13	415,40	412,24
may-13	415,07	412,74
jul-13	414,97	412,74
sep-13	414,40	412,14
oct-13	414,81	412,04
nov-13	414,72	411,94
dic-13	414,54	412,13
ene-14	415,18	412,04
feb-14	415,61	412,29
mar-14	415,70	412,74
abr-14	415,71	412,94
may-14	415,61	413,04
jun-14	415,61	413,04
jul-14	415,65	413,14
ago-14	415,45	413,14
sep-14	415,15	412,94
oct-14	415,49	412,94
nov-14	415,43	413,04
dic-14	415,37	412,84
ene-15	415,27	412,84
feb-15	415,33	412,74
mar-15	415,53	413,04
abr-15	415,49	412,99
may-15	415,34	413,04
jun-15	415,14	412,94
jul-15	414,64	412,84
ago-15	414,37	412,59
sep-15	413,89	412,34
oct-15	413,59	412,09
nov-15	413,37	411,92
dic-15	413,67	411,60
ene-16	413,59	411,46
feb-16	414,19	411,48
mar-16	415,56	412,18
abr-16	415,42	412,57
may-16	415,43	412,71
jun-16	415,15	412,76
jul-16	415,09	412,88
ago-16	414,80	412,78
sep-16	414,46	412,76
oct-16	414,27	412,23
nov-16	414,25	412,01
dic-16	414,08	411,88
ene-17	414,16	411,75

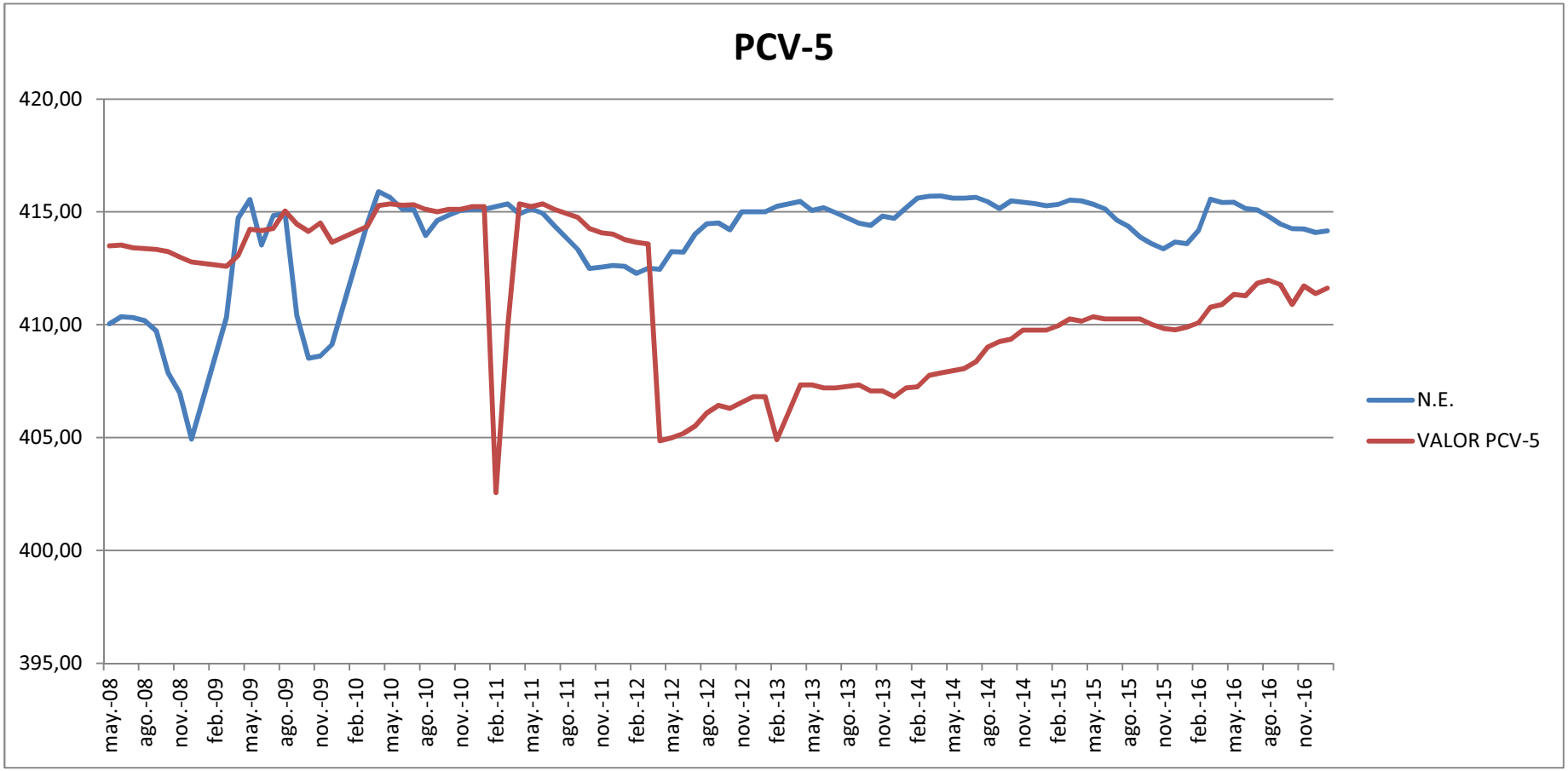
GRÁFICOS PCV

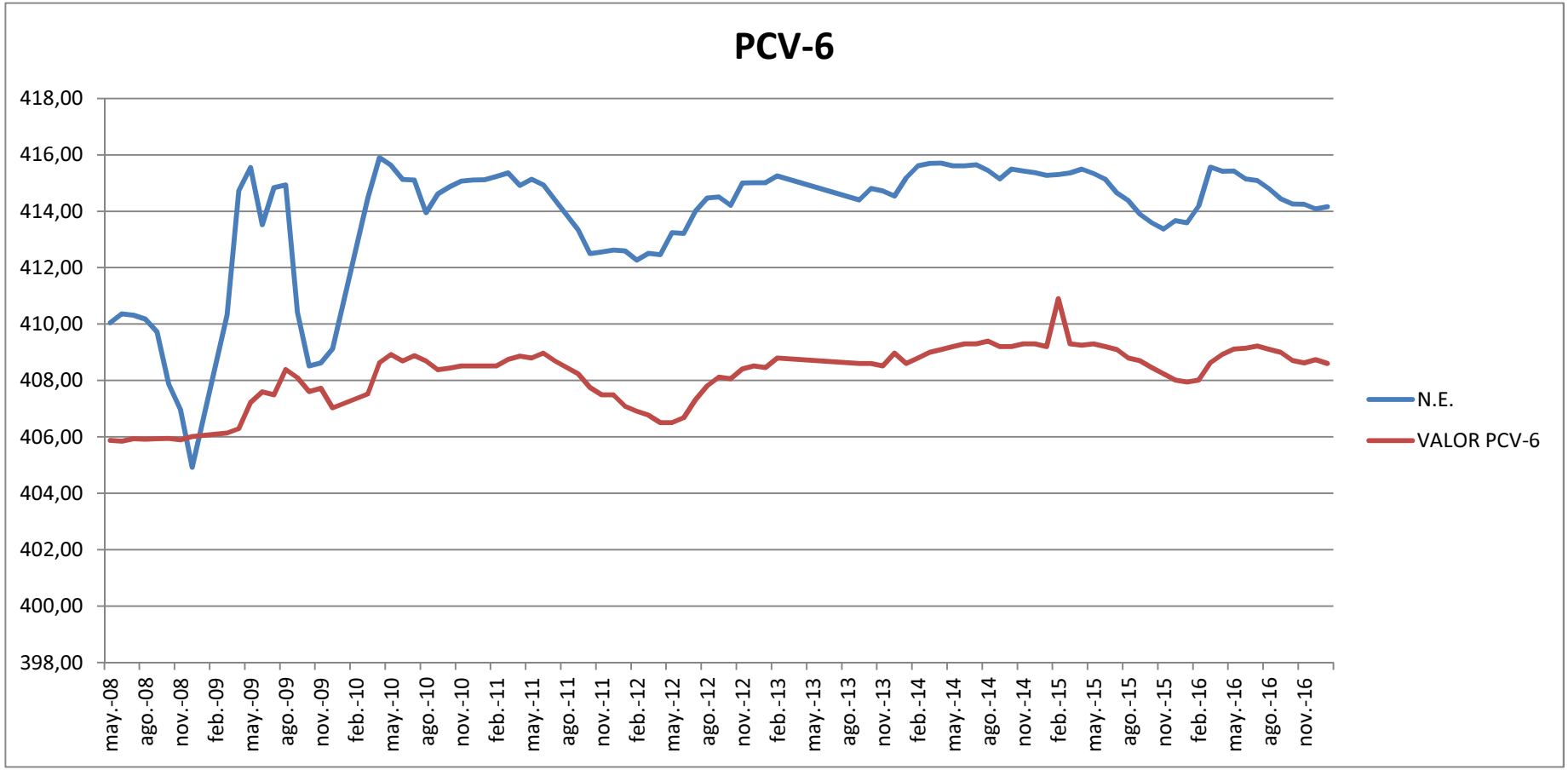

PCV-1
420,00
415,00
410,00
405,00
400,00
395,00
390,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-1

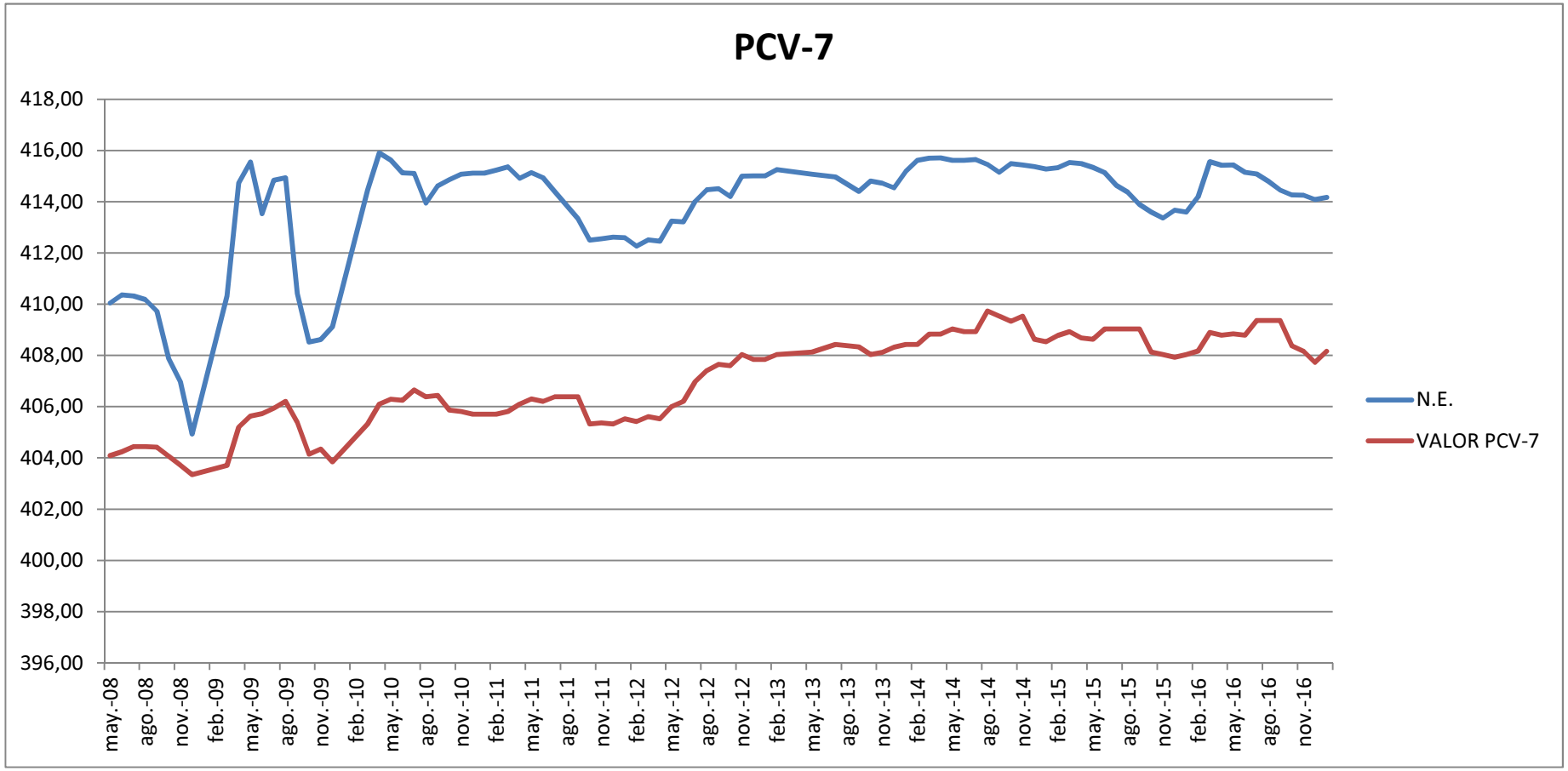

PCV-2
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-2

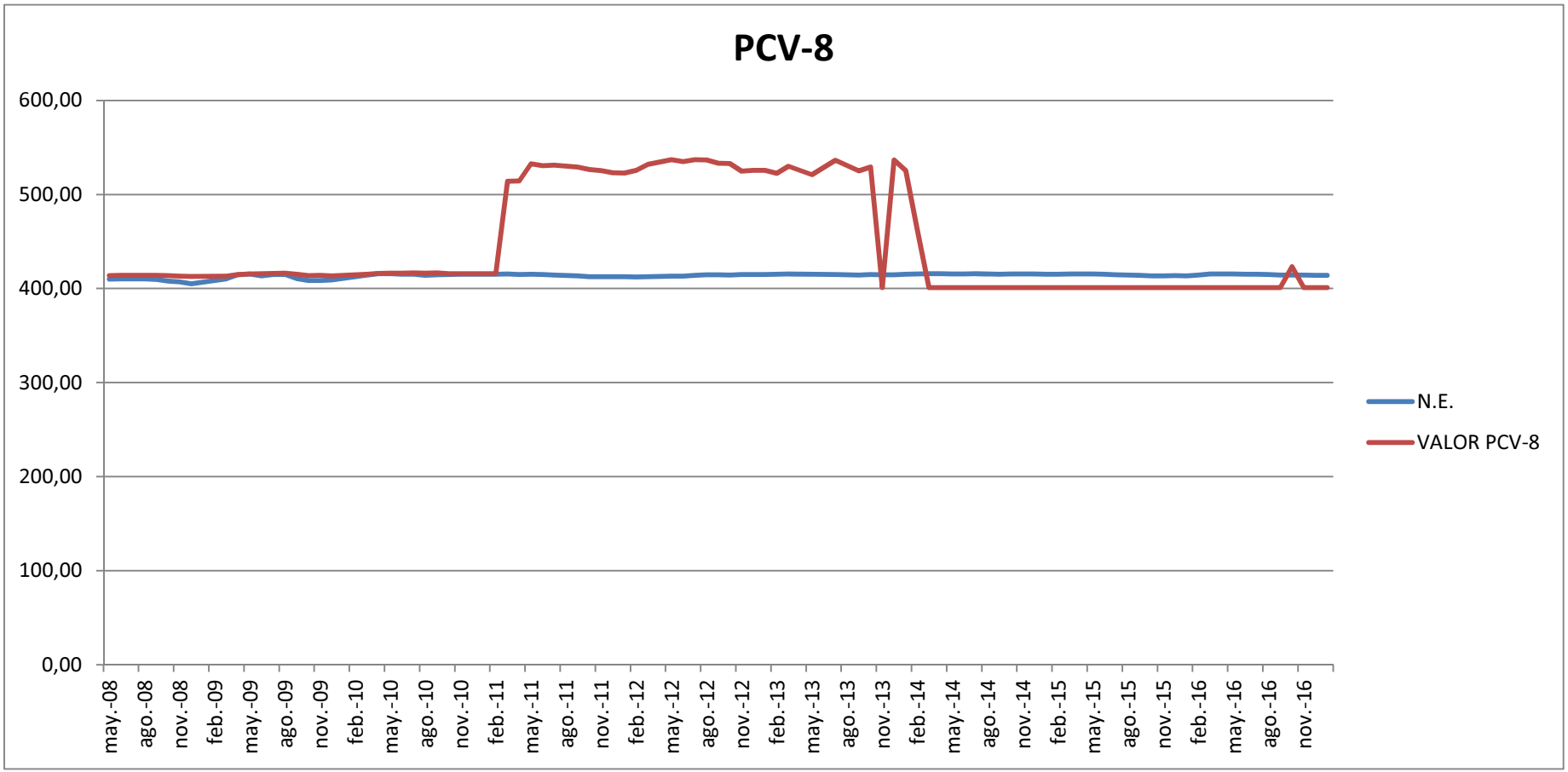

PCV-3
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-3

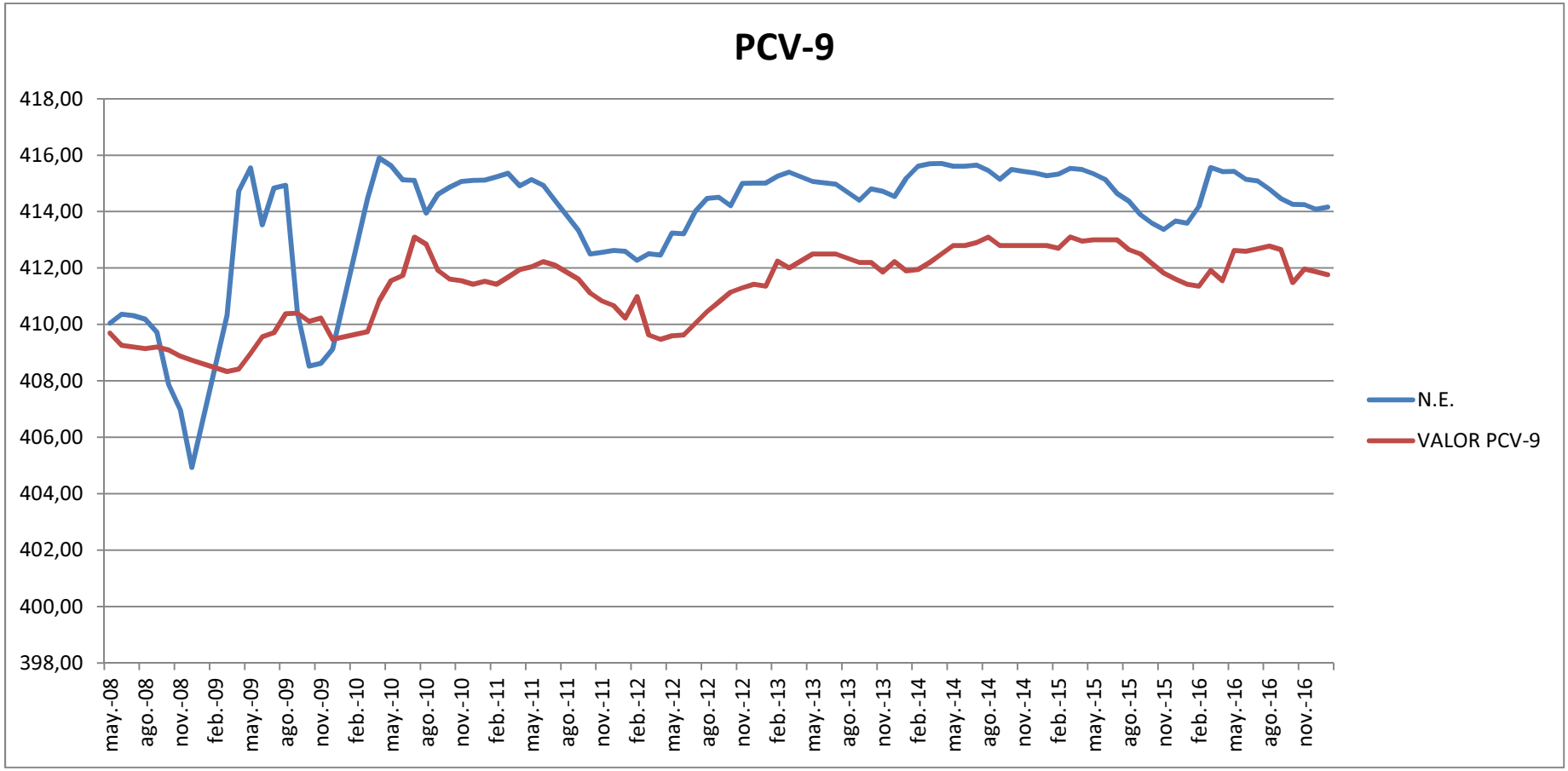

PCV-4
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-4

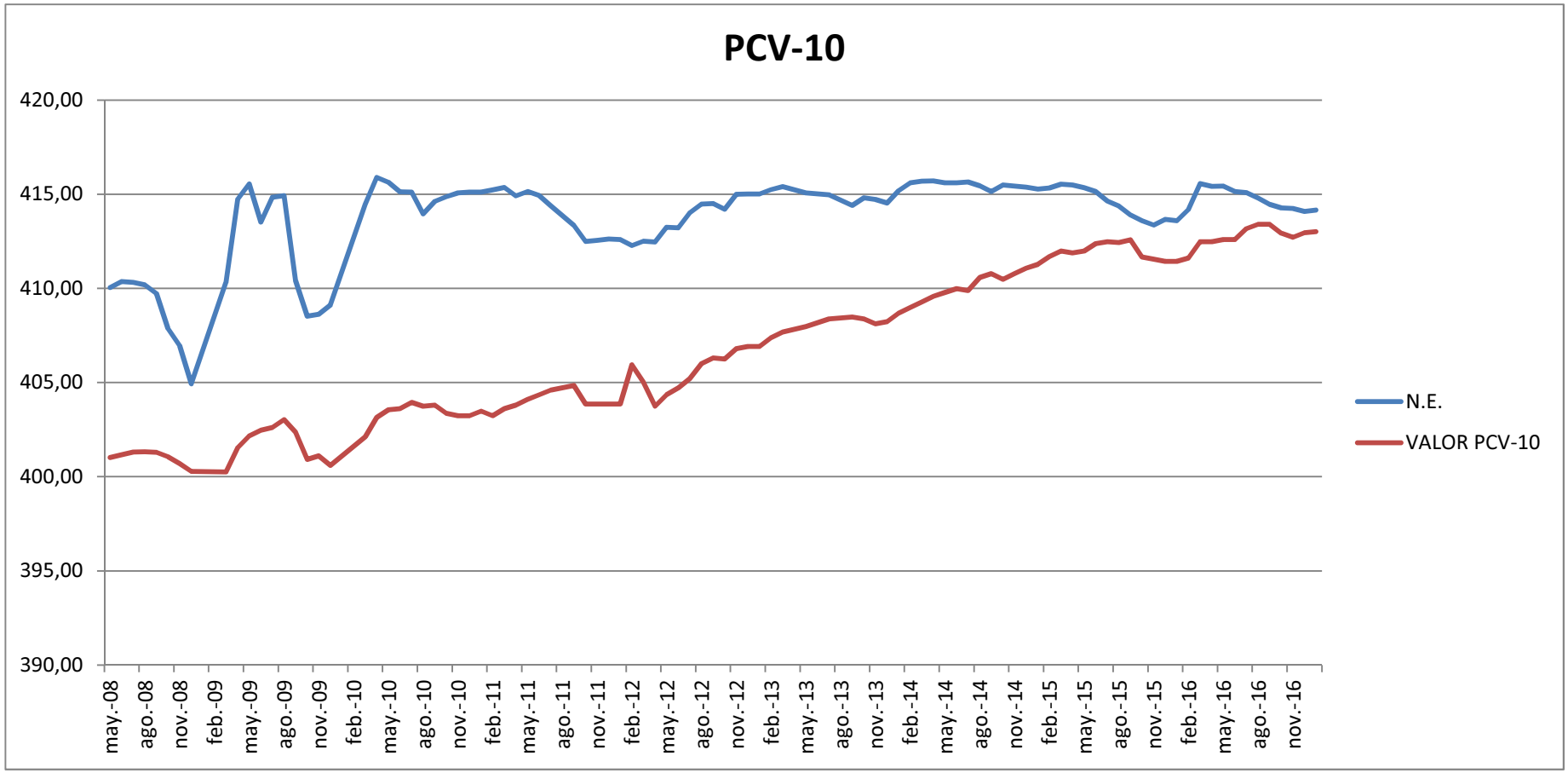

PCV-5
420,00
415,00
410,00
405,00
400,00
395,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-5

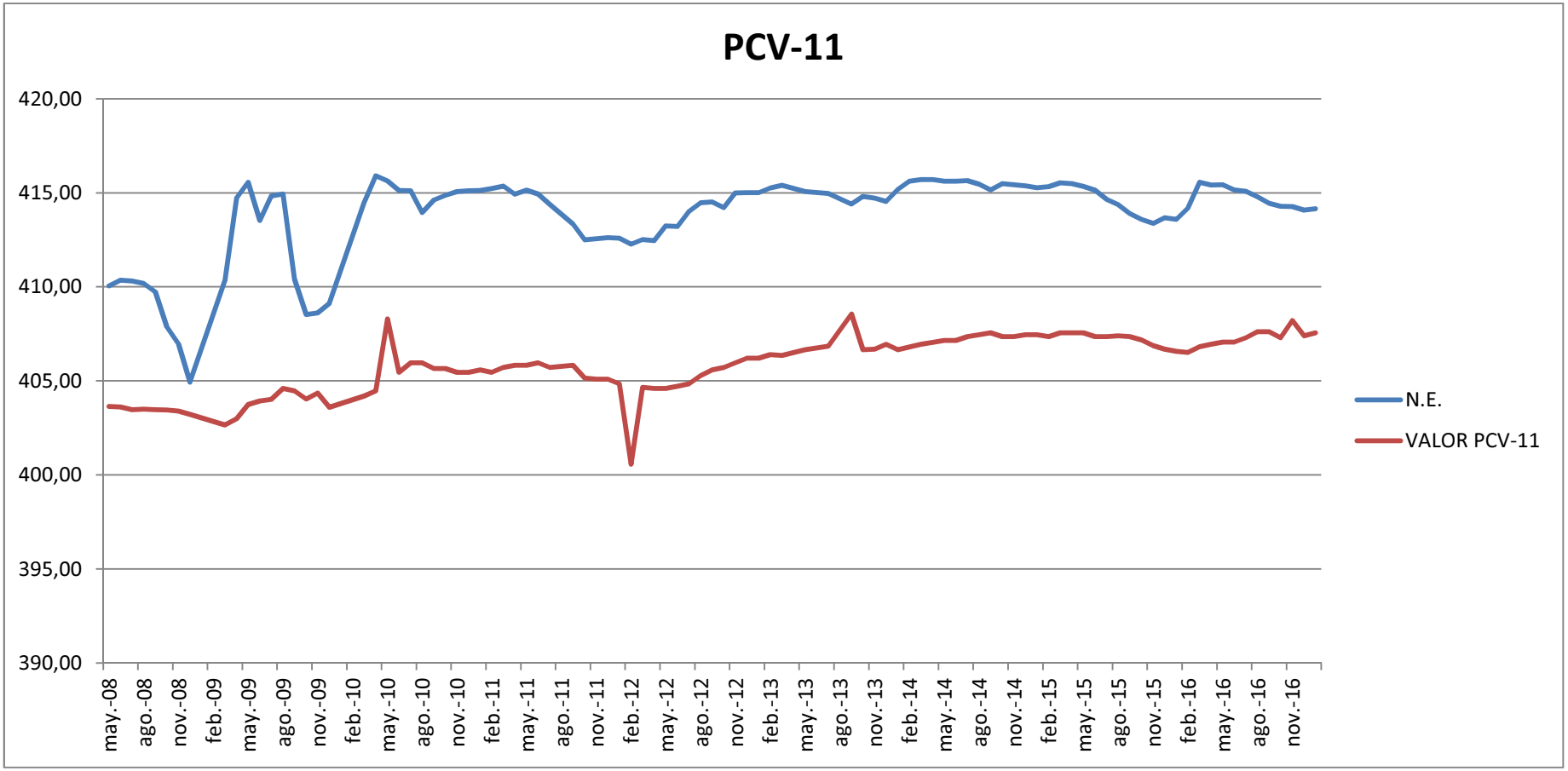

PCV-6
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-6

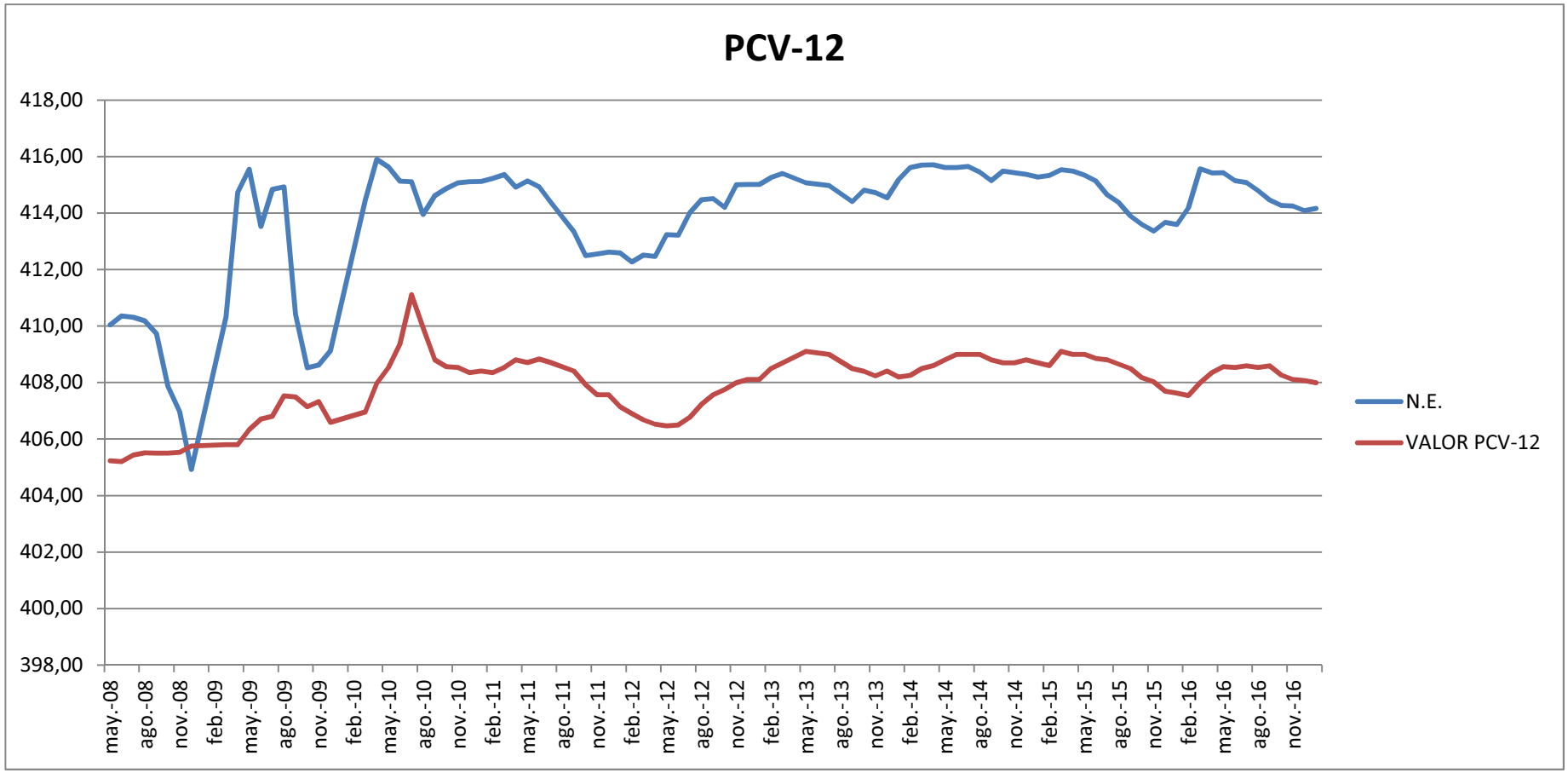

PCV-7
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
396,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-7

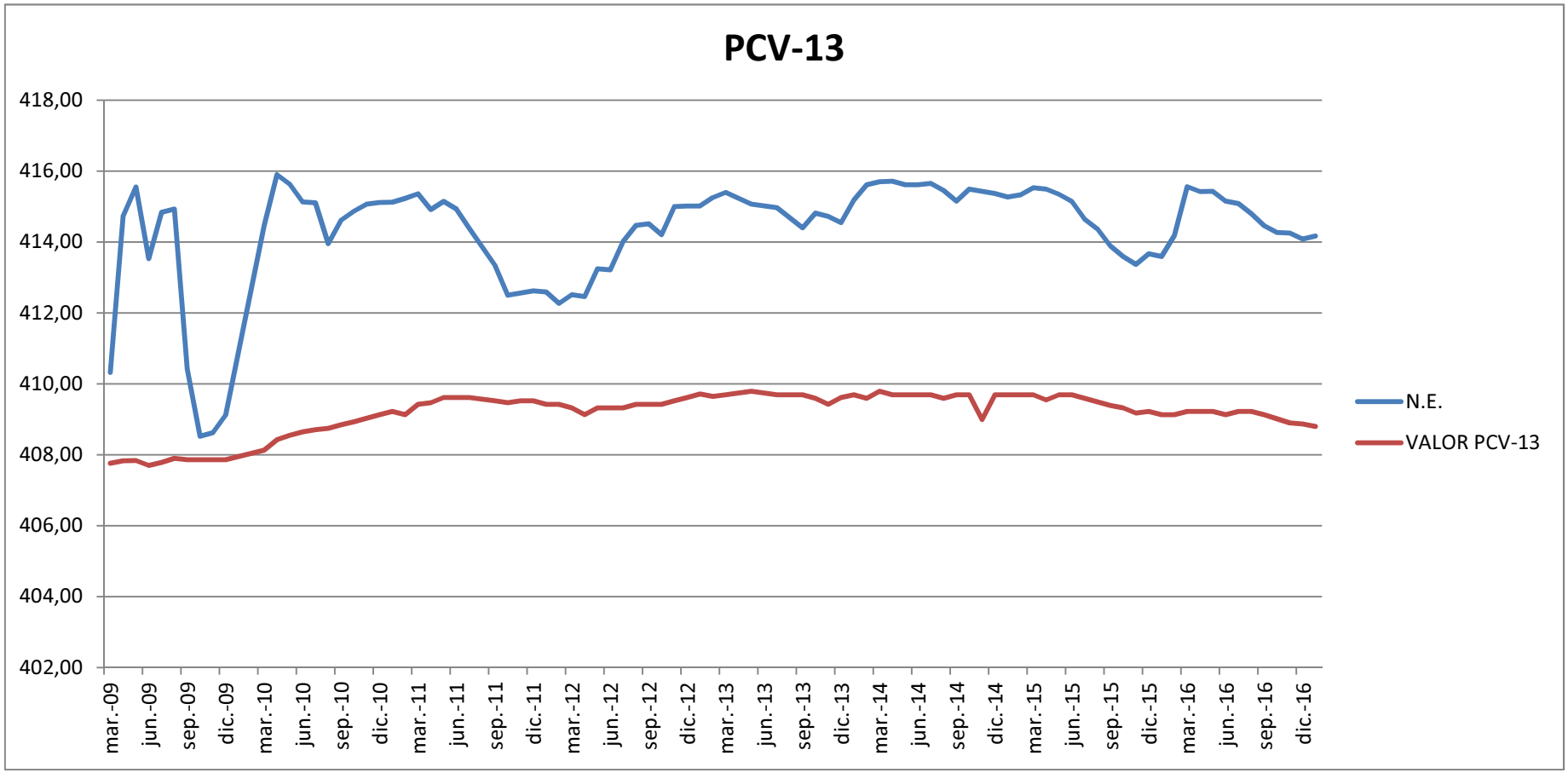

PCV-8
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-8

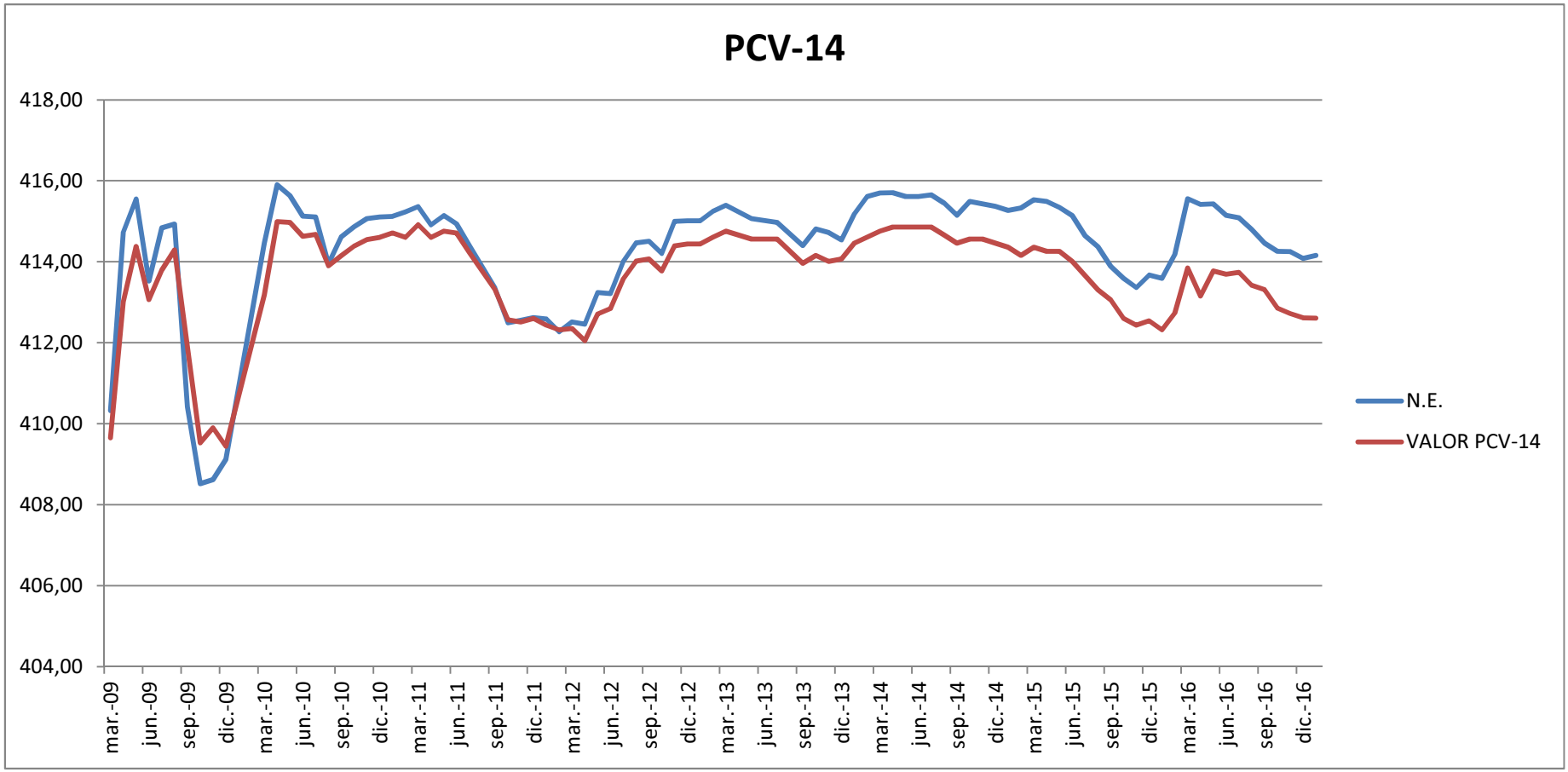

PCV-9
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-9

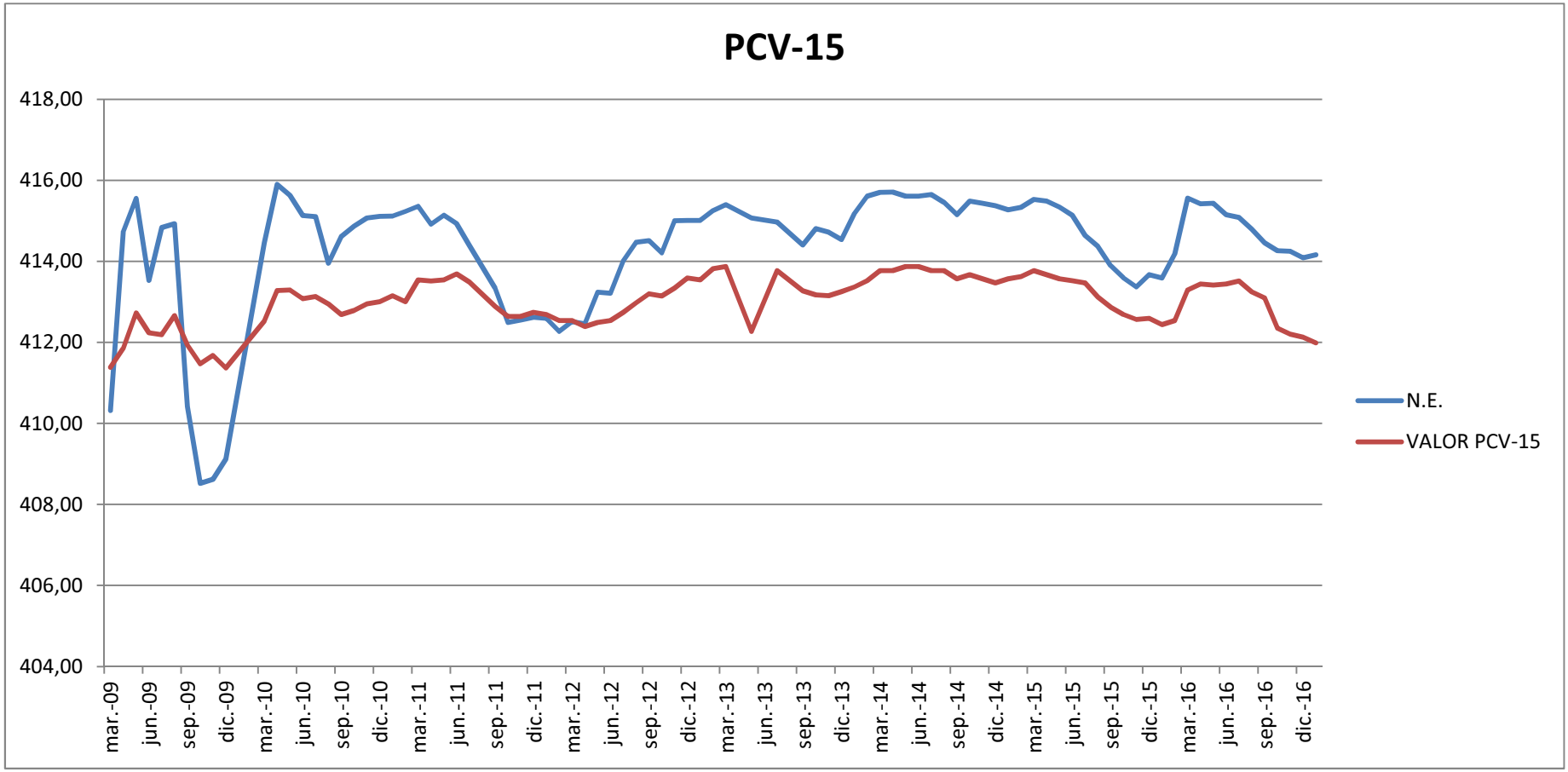

PCV-10
420,00
415,00
410,00
405,00
400,00
395,00
390,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-10

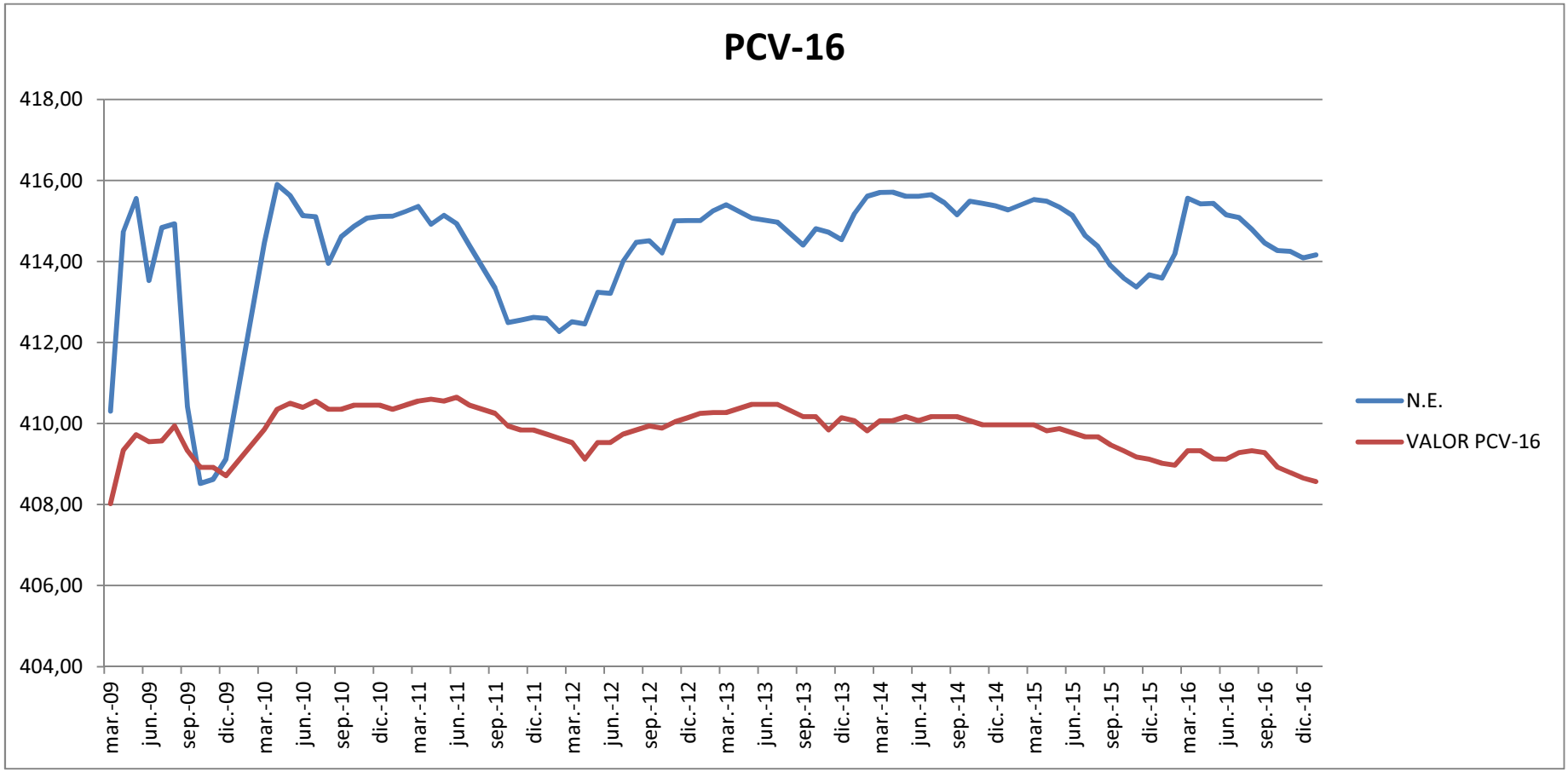

PCV-11
420,00
415,00
410,00
405,00
400,00
395,00
390,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-11

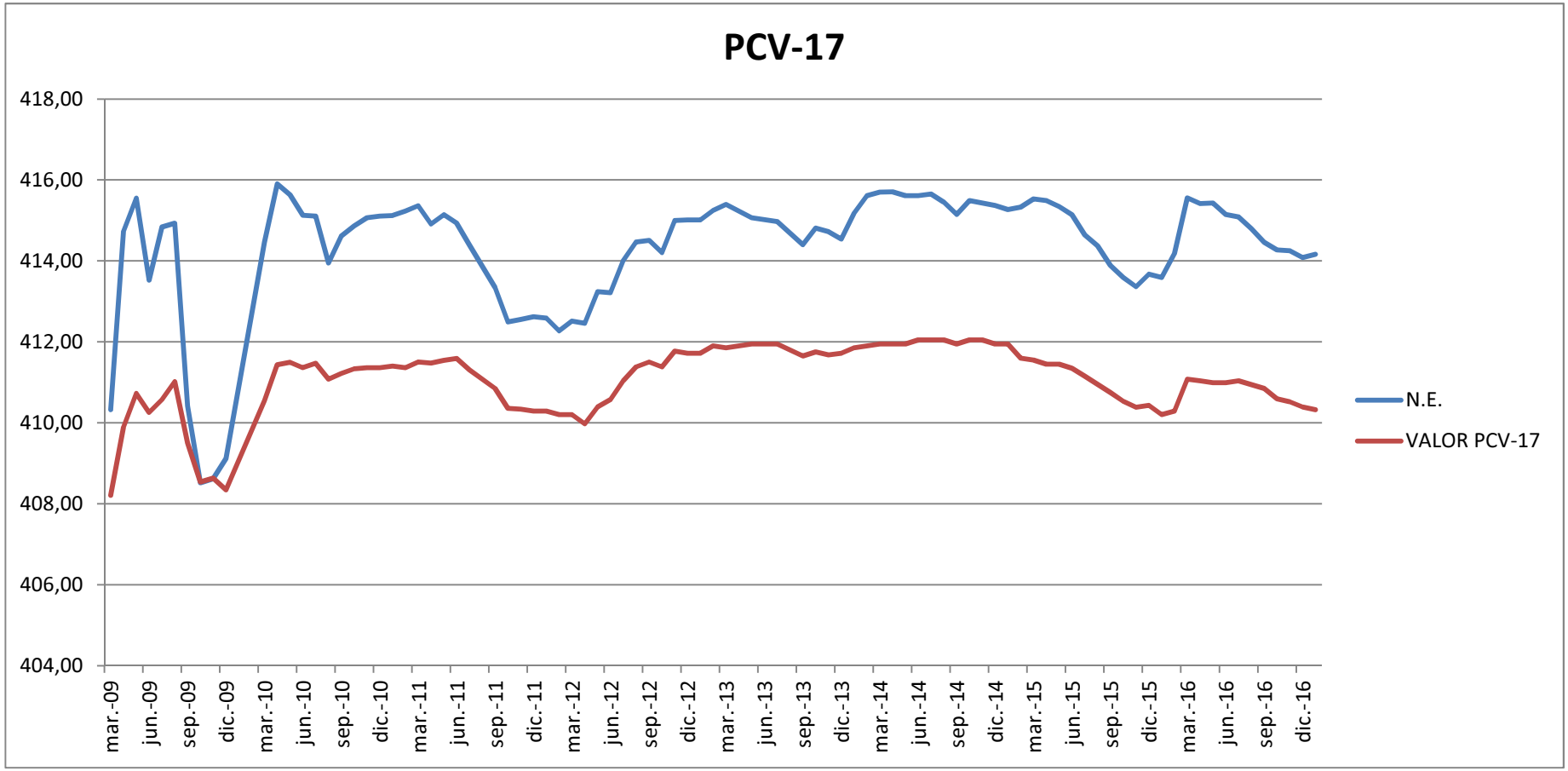

PCV-12
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
may.-08
ago.-08
nov.-08
feb.-09
may.-09
ago.-09
nov.-09
feb.-10
may.-10
ago.-10
nov.-10
feb.-11
may.-11
ago.-11
nov.-11
feb.-12
may.-12
ago.-12
nov.-12
feb.-13
may.-13
ago.-13
nov.-13
feb.-14
may.-14
ago.-14
nov.-14
feb.-15
may.-15
ago.-15
nov.-15
feb.-16
may.-16
ago.-16
nov.-16
N.E.
VALOR PCV-12

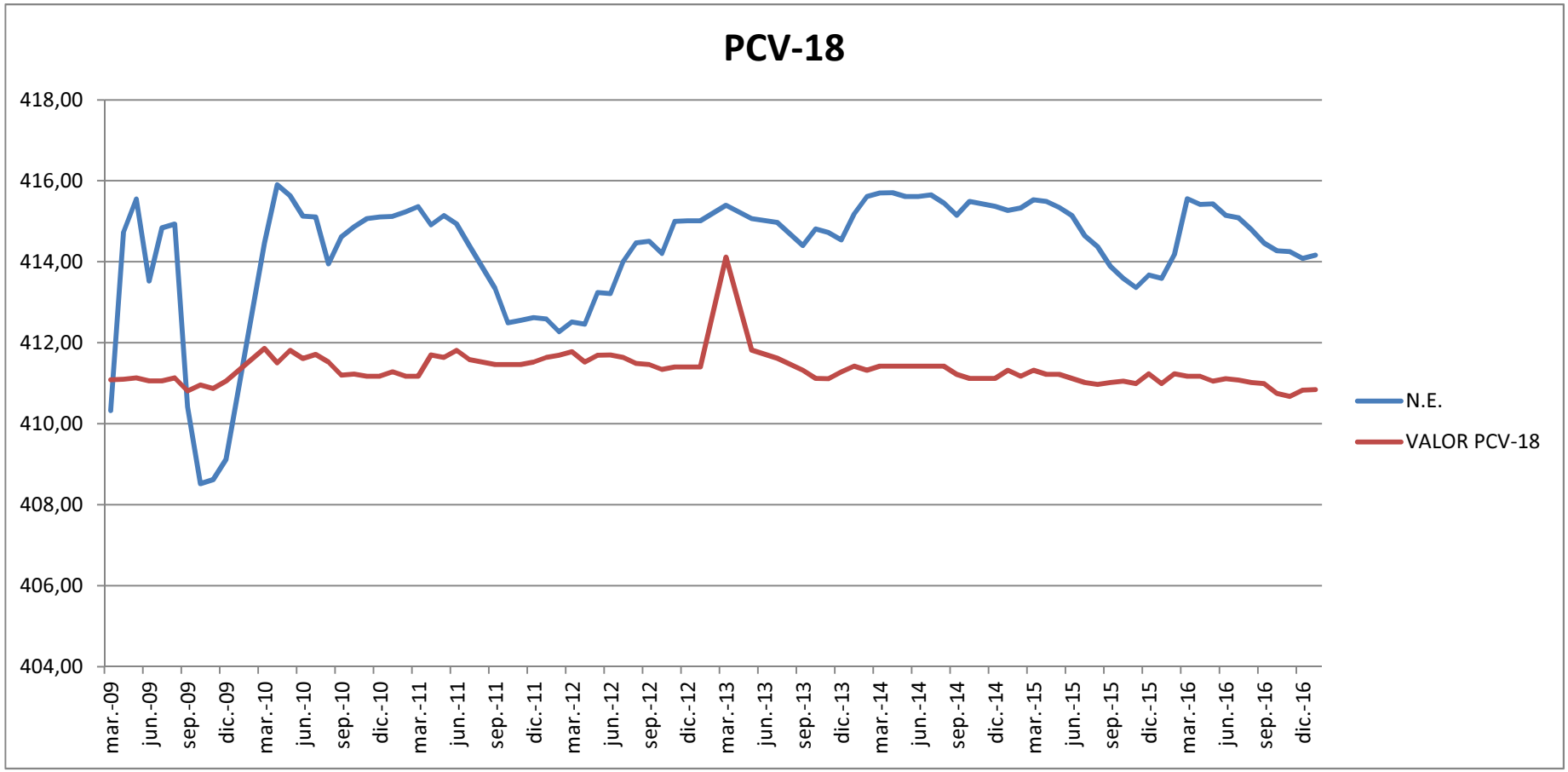

PCV-13
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-13

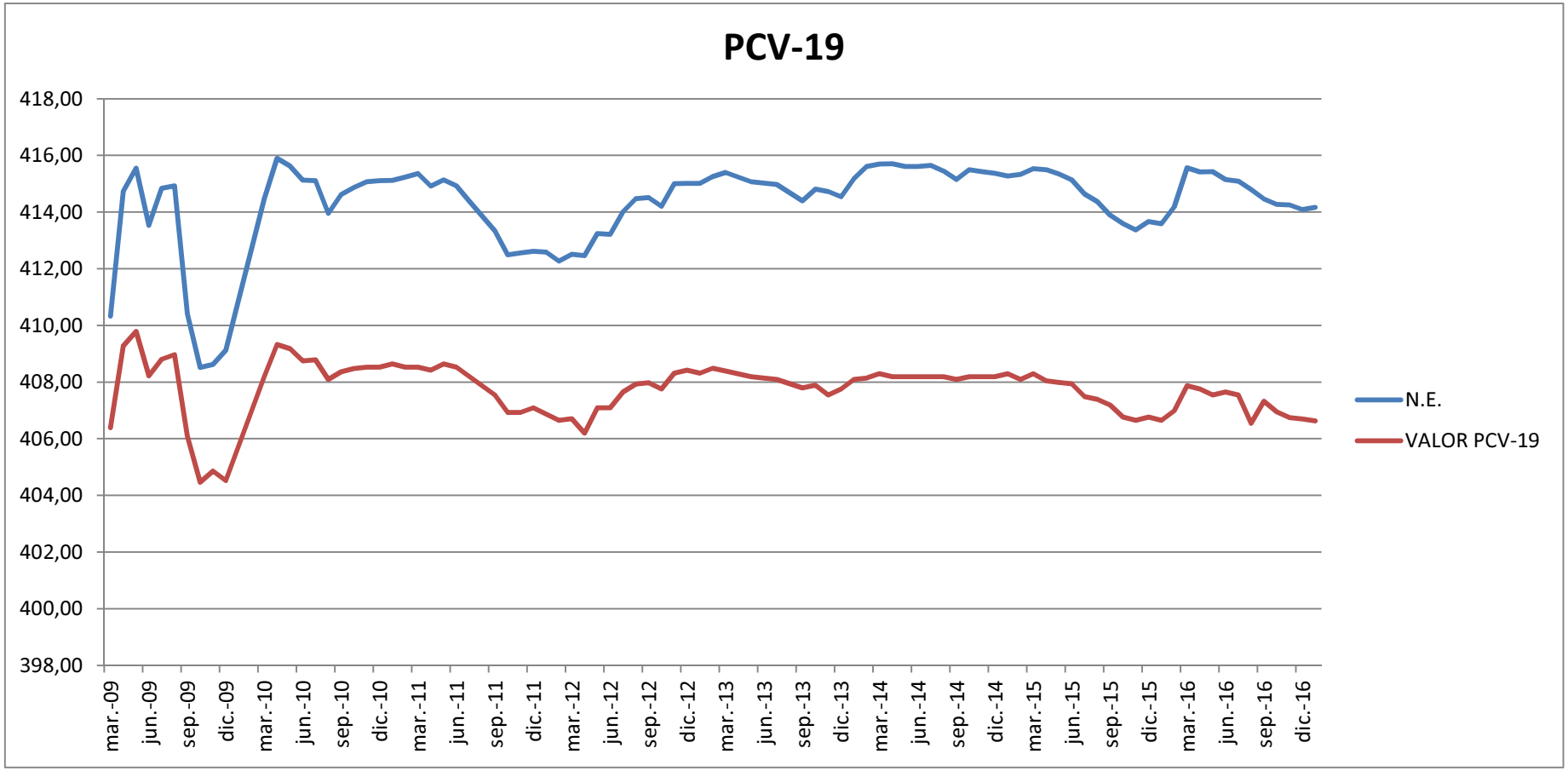

PCV-14
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-14

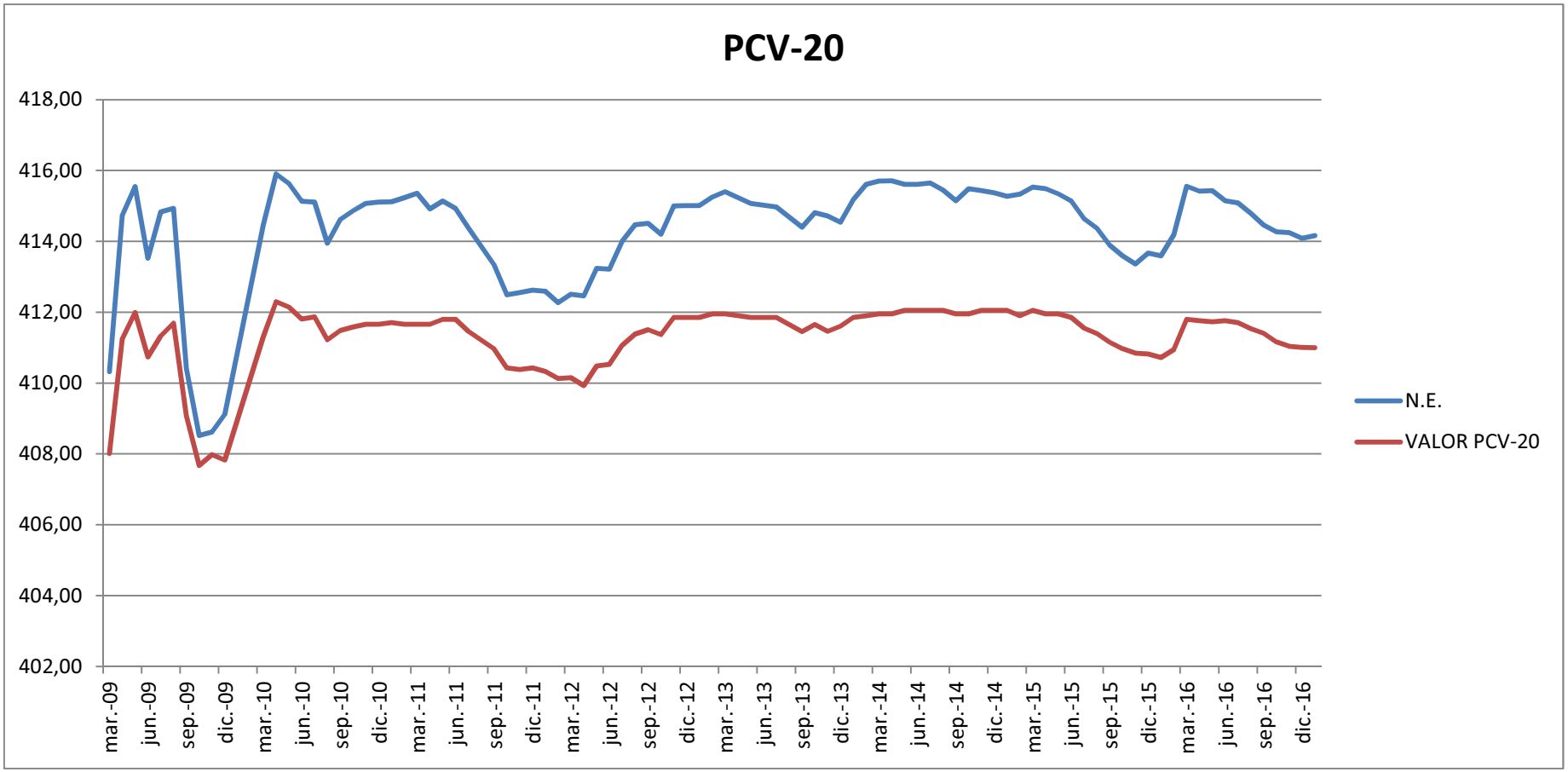

PCV-15
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-15

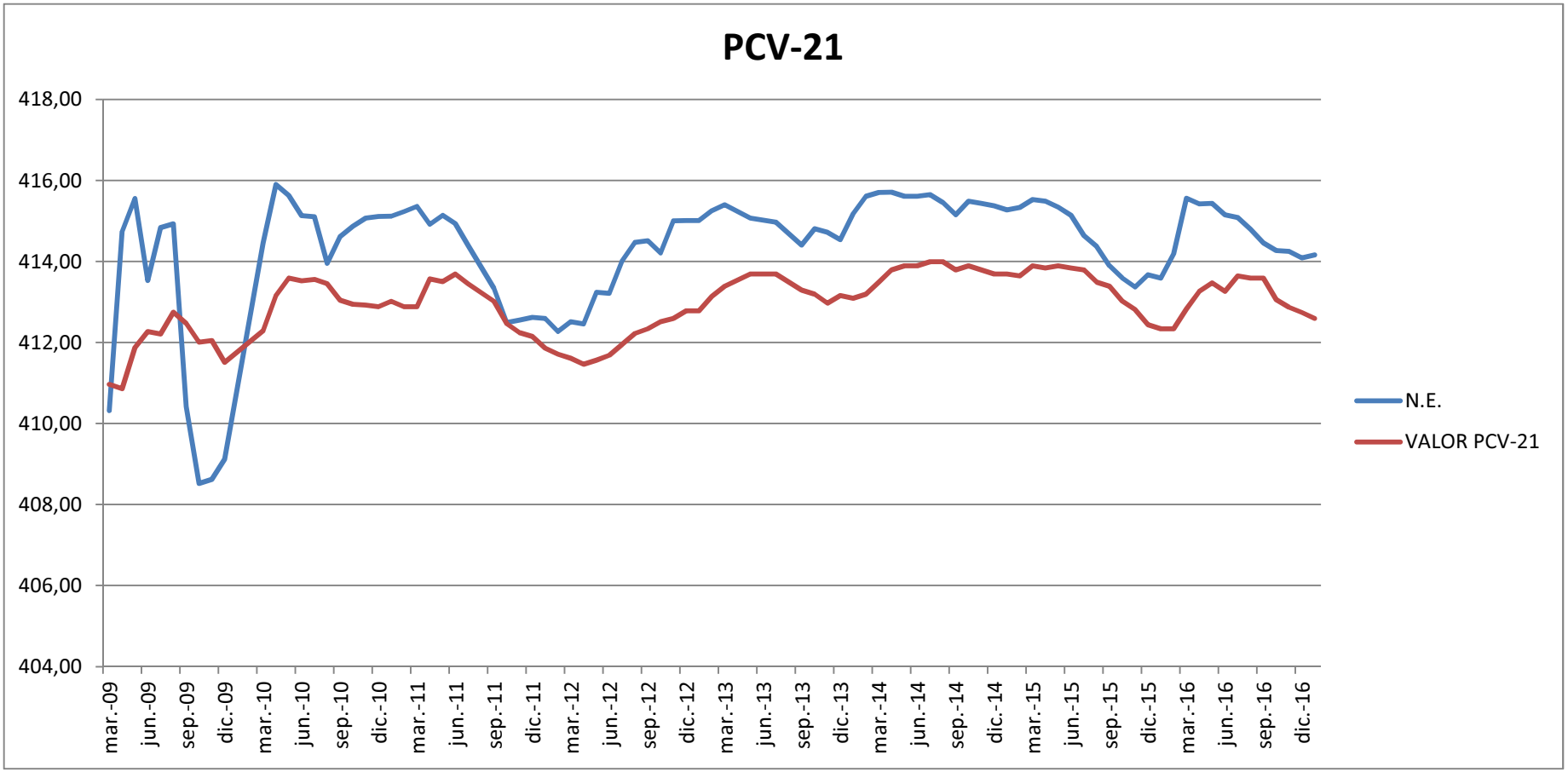

PCV-16
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-16

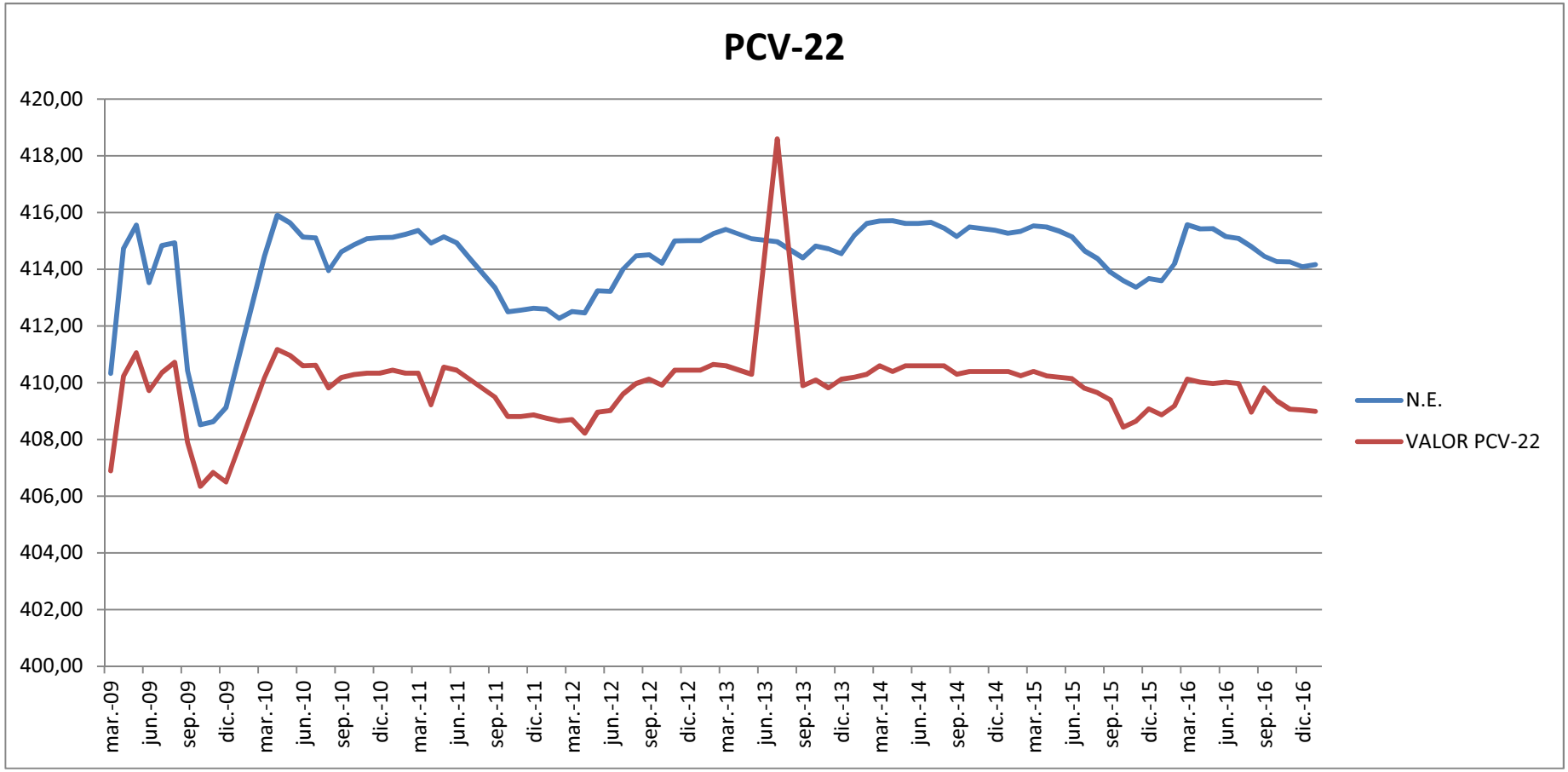

PCV-17
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-17

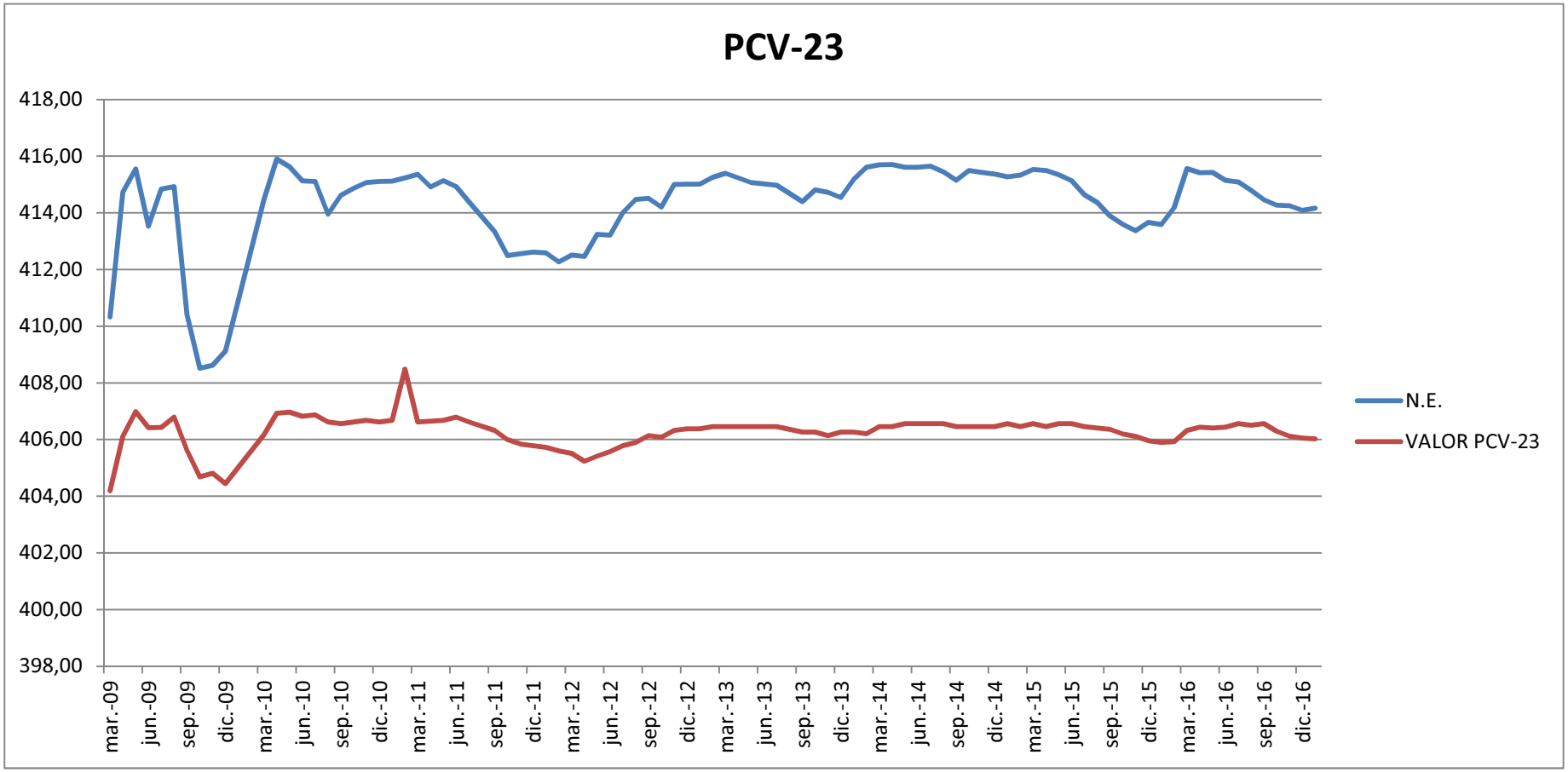

PCV-18
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-18

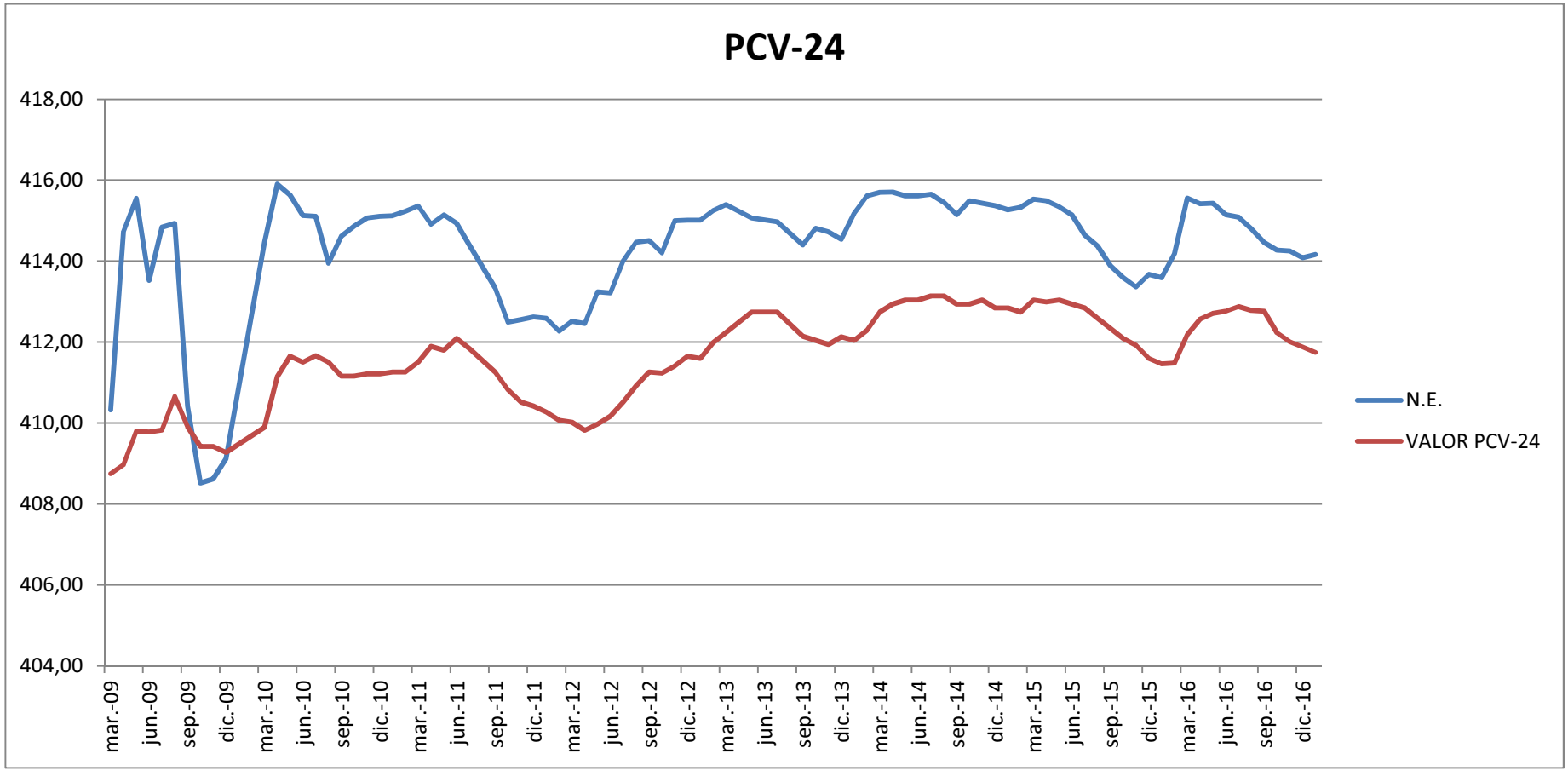

PCV-19
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-19


PCV-20
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-20


PCV-21
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-21


PCV-22
420,00
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-22


PCV-23
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
402,00
400,00
398,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-23


PCV-24
418,00
416,00
414,00
412,00
410,00
408,00
406,00
404,00
mar.-09
jun.-09
sep.-09
dic.-09
mar.-10
jun.-10
sep.-10
dic.-10
mar.-11
jun.-11
sep.-11
dic.-11
mar.-12
jun.-12
sep.-12
dic.-12
mar.-13
jun.-13
sep.-13
dic.-13
mar.-14
jun.-14
sep.-14
dic.-14
mar.-15
jun.-15
sep.-15
dic.-15
mar.-16
jun.-16
sep.-16
dic.-16
N.E.
VALOR PCV-24

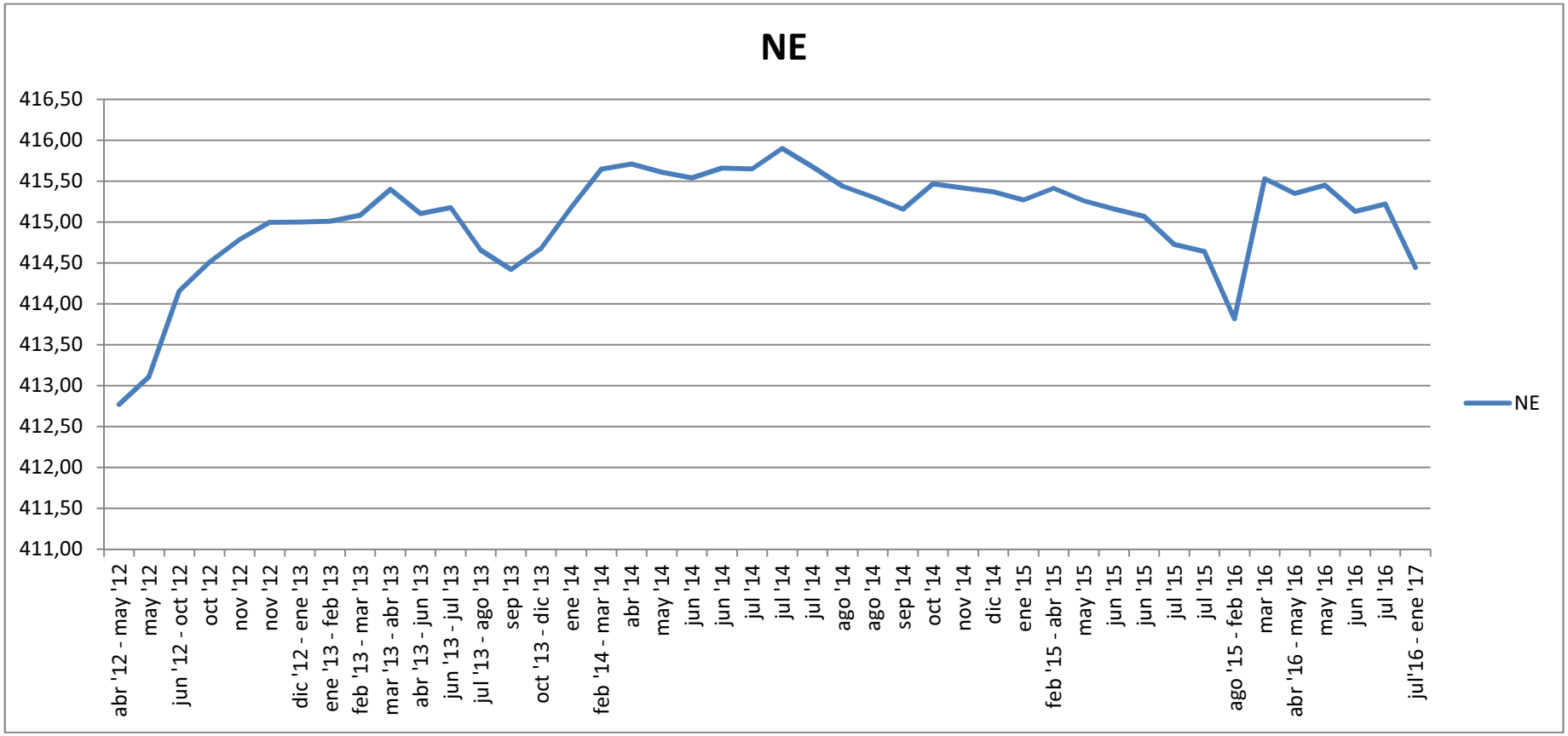
VALORES AFOROS

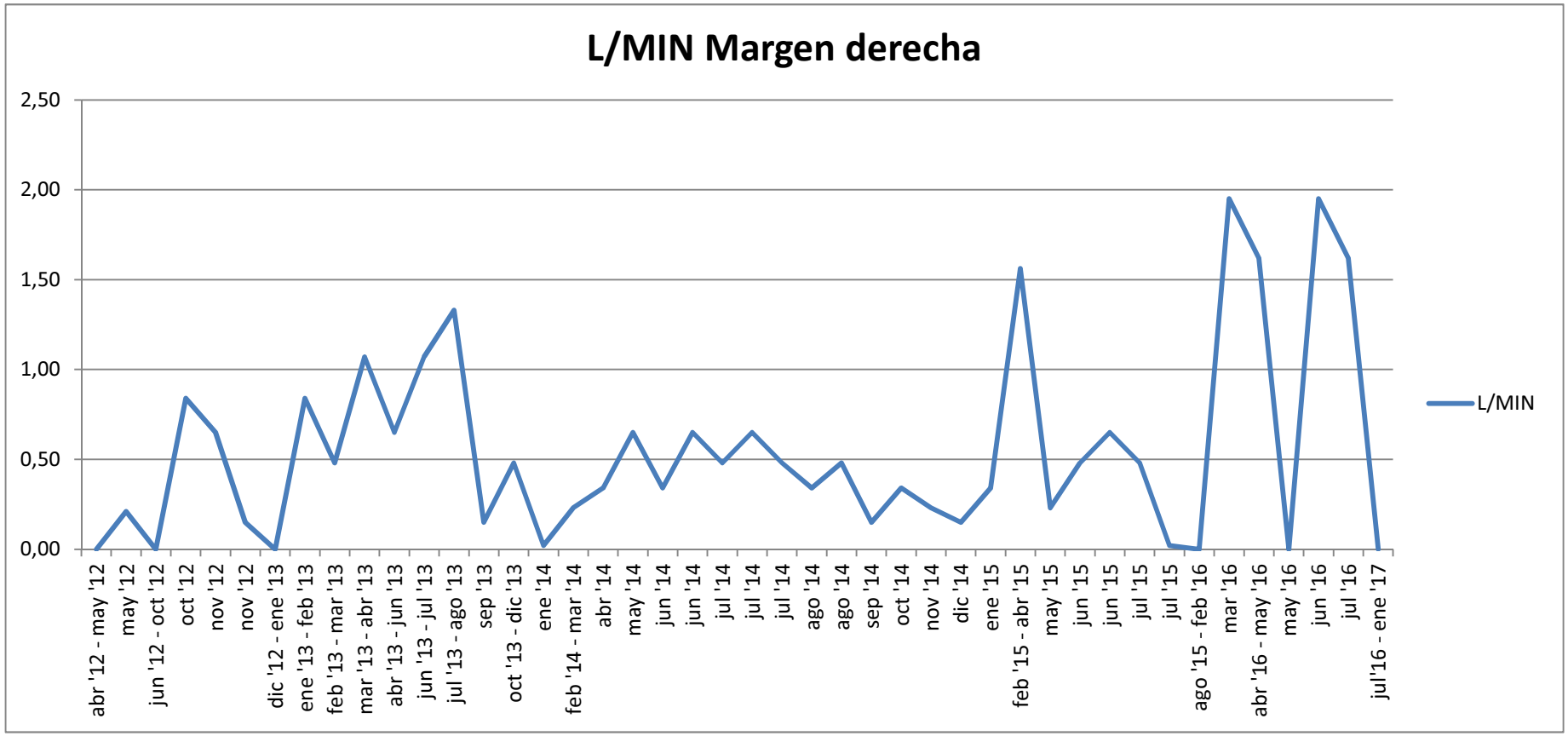
AFORO MARGEN DERECHA		
FECHA	**NE**	**Q (L/MIN)**
oct '10 - dic '10	415,04	265,63
ene '11	415,12	204,12
feb '11	415,23	265,63
abr '11 - may '11	415,05	204,12
may '11 - jun '11	415,21	265,63
abr '12 - may '12	412,77	0,00
may '12	413,11	0,21
jun '12 - oct '12	414,16	0,00
oct '12	414,51	0,84
nov '12	414,79	0,65
nov '12	415,00	0,15
dic '12 - ene '13	415,00	0,00
ene '13 - feb '13	415,01	0,84
feb '13 - mar '13	415,08	0,48
mar '13 - abr '13	415,40	1,07
abr '13 - jun '13	415,10	0,65
jun '13 - jul '13	415,18	1,07
jul '13 - ago '13	414,66	1,33
sep '13	414,42	0,15
oct '13 - dic '13	414,68	0,48
ene '14	415,18	0,02
feb '14 - mar '14	415,65	0,23
abr '14	415,71	0,34
may '14	415,61	0,65
jun '14	415,54	0,34
jun '14	415,66	0,65
jul '14	415,65	0,48
jul '14	415,90	0,65
jul '14	415,68	0,48
ago '14	415,44	0,34
ago '14	415,31	0,48
sep '14	415,16	0,15
oct '14	415,47	0,34
nov '14	415,42	0,23
dic '14	415,37	0,15
ene '15	415,27	0,34
feb '15 - abr '15	415,41	1,56
may '15	415,26	0,23
jun '15	415,16	0,48
jun '15	415,07	0,65
jul '15	414,73	0,48
jul '15	414,64	0,02
ago '15 - feb '16	413,82	0,00
mar '16	415,53	1,95
abr '16 - may '16	415,35	1,62
may '16	415,45	0,00
jun '16	415,13	1,95
jul '16	415,22	1,62
jul'16 - ene '17	414,44	0,00

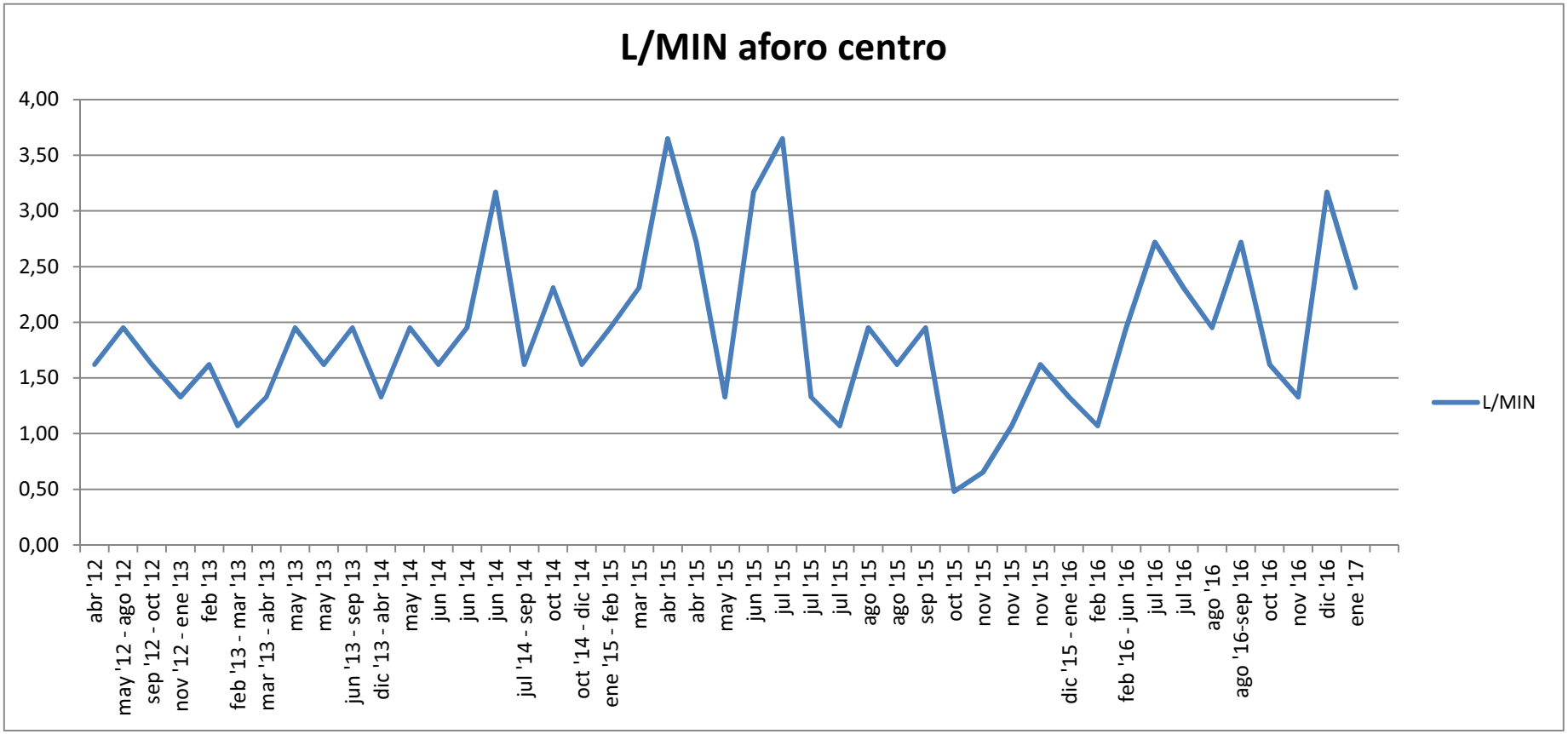
AFORO CENTRO		
FECHA	NE	Q (L/MIN)
oct '10 - feb '11	415,10	1.154,68
may '11	415,14	1.000,93
jun '11	415,27	860,16
abr '12	412,46	1,62
may '12 - ago '12	413,70	1,95
sep '12 - oct '12	414,26	1,62
nov '12 - ene '13	415,01	1,33
feb '13	415,25	1,62
feb '13 - mar '13	415,35	1,07
mar '13 - abr '13	415,45	1,33
may '13	415,43	1,95
may '13	415,07	1,62
jun '13 - sep '13	414,71	1,95
dic '13 - abr '14	415,40	1,33
may '14	415,61	1,95
jun '14	415,61	1,62
jun '14	415,54	1,95
jun '14	415,66	3,17
jul '14 - sep '14	415,51	1,62
oct '14	415,49	2,31
oct '14 - dic '14	415,41	1,62
ene '15 - feb '15	415,29	1,95
mar '15	415,36	2,31
abr '15	415,53	3,65
abr '15	415,44	2,72
may '15	415,26	1,33
jun '15	415,12	3,17
jul '15	414,75	3,65
jul '15	414,64	1,33
jul '15	414,64	1,07
ago '15	414,68	1,95
ago '15	414,20	1,62
sep '15	413,89	1,95
oct '15	413,59	0,48
nov '15	413,42	0,65
nov '15	413,37	1,07
nov '15	413,31	1,62
dic '15 - ene '16	413,55	1,33
feb '16	413,55	1,07
feb '16 - jun '16	415,25	1,95
jul '16	415,22	2,72
jul '16	415,12	2,31
ago '16	414,84	1,95
ago '16-sep '16	414,51	2,72
oct '16	414,29	1,62
nov '16	414,26	1,33
dic '16	414,01	3,17
ene '17	414,14	2,31

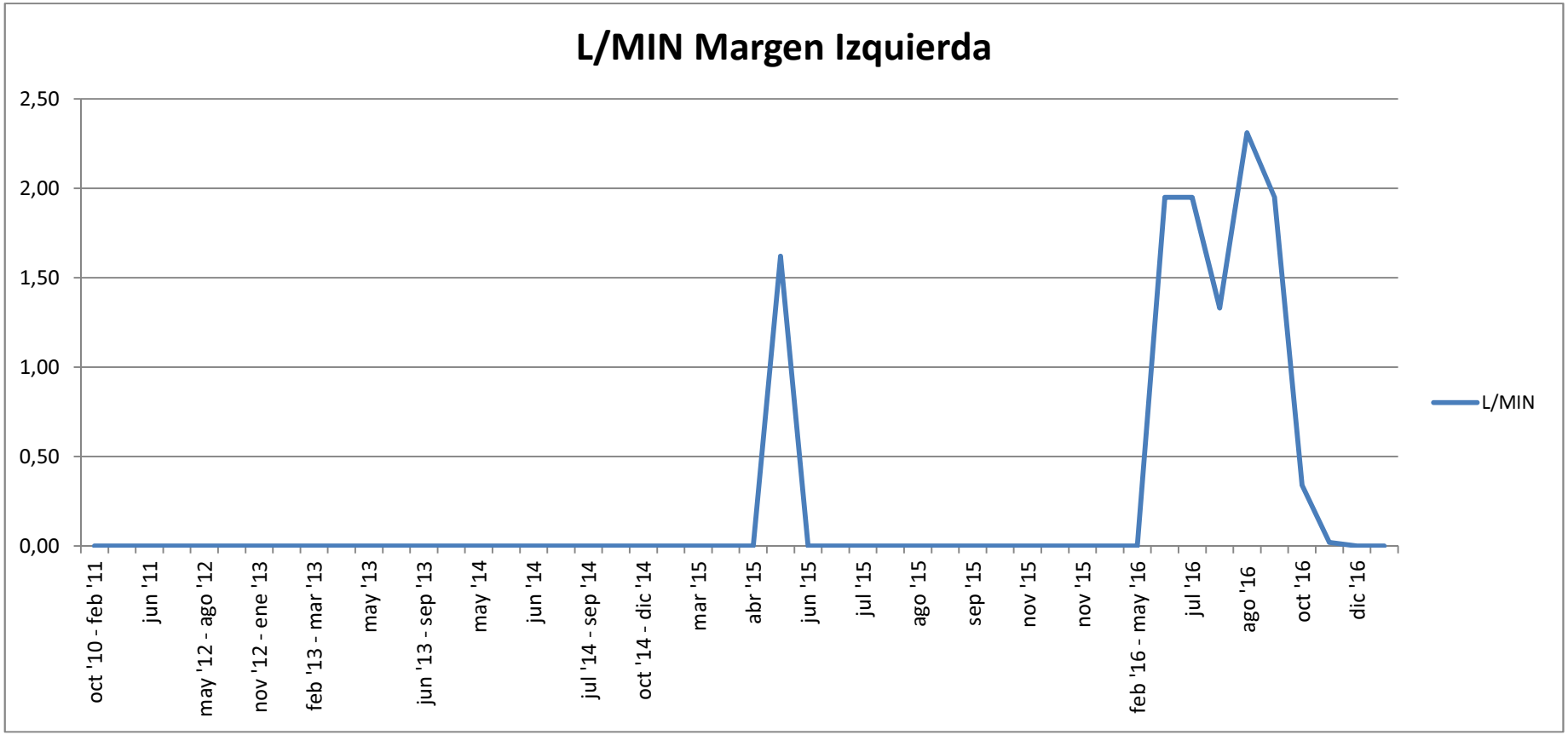
AFORO MARGEN IZQUIERDA		
FECHA	**NE**	**Q (L/MIN)**
oct '10 - feb '11	415,10	0,00
may '11	415,14	0,00
jun '11	415,27	0,00
abr '12	412,46	0,00
may '12 - ago '12	413,70	0,00
sep '12 - oct '12	414,26	0,00
nov '12 - ene '13	415,01	0,00
feb '13	415,25	0,00
feb '13 - mar '13	415,35	0,00
mar '13 - abr '13	415,45	0,00
may '13	415,43	0,00
may '13	415,07	0,00
jun '13 - sep '13	414,71	0,00
dic '13 - abr '14	415,40	0,00
may '14	415,61	0,00
jun '14	415,61	0,00
jun '14	415,54	0,00
jun '14	415,66	0,00
jul '14 - sep '14	415,51	0,00
oct '14	415,49	0,00
oct '14 - dic '14	415,41	0,00
ene '15 - feb '15	415,29	0,00
mar '15	415,36	0,00
abr '15	415,53	0,00
abr '15	415,44	0,00
may '15	415,26	1,62
jun '15	415,12	0,00
jul '15	414,75	0,00
jul '15	414,64	0,00
jul '15	414,64	0,00
ago '15	414,68	0,00
ago '15	414,20	0,00
sep '15	413,89	0,00
oct '15	413,59	0,00
nov '15	413,42	0,00
nov '15	413,37	0,00
nov '15	413,31	0,00
dic '15 - ene '16	413,55	0,00
feb '16 - may '16	413,55	0,00
may '16	415,25	1,95
jul '16	415,22	1,95
jul '16	415,12	1,33
ago '16	414,84	2,31
ago '16-sep '16	414,69	1,95
oct '16	414,44	0,34
nov '16	414,40	0,02
dic '16	414,29	0,00
ene '17	414,17	0,00

GRÁFICOS AFOROS


NE
416,50
416,00
415,50
415,00
414,50
414,00
413,50
413,00
412,50
412,00
411,50
411,00
abr '12 - may '12
may '12
jun '12 - oct '12
oct '12
nov '12
nov '12
dic '12 - ene '13
ene '13 - feb '13
feb '13 - mar '13
mar '13 - abr '13
abr '13 - jun '13
jun '13 - jul '13
jul '13 - ago '13
sep '13
oct '13 - dic '13
ene '14
feb '14 - mar '14
abr '14
may '14
jun '14
jun '14
jul '14
jul '14
jul '14
ago '14
ago '14
sep '14
oct '14
nov '14
dic '14
ene '15
feb '15 - abr '15
may '15
jun '15
jun '15
jul '15
jul '15
ago '15 - feb '16
mar '16
abr '16 - may '16
may '16
jun '16
jul '16
jul'16 - ene '17
NE


L/MIN Margen derecha
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
abr '12 - may '12
may '12
jun '12 - oct '12
oct '12
nov '12
nov '12
dic '12 - ene '13
ene '13 - feb '13
feb '13 - mar '13
mar '13 - abr '13
abr '13 - jun '13
jun '13 - jul '13
jul '13 - ago '13
sep '13
oct '13 - dic '13
ene '14
feb '14 - mar '14
abr '14
may '14
jun '14
jun '14
jul '14
jul '14
jul '14
ago '14
ago '14
sep '14
oct '14
nov '14
dic '14
ene '15
feb '15 - abr '15
may '15
jun '15
jun '15
jul '15
jul '15
ago '15 - feb '16
mar '16
abr '16 - may '16
may '16
jun '16
jul '16
jul'16 - ene '17
L/MIN


L/MIN aforo centro
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
abr '12
may '12 - ago '12
sep '12 - oct '12
nov '12 - ene '13
feb '13
feb '13 - mar '13
mar '13 - abr '13
may '13
may '13
jun '13 - sep '13
dic '13 - abr '14
may '14
jun '14
jun '14
jun '14
jul '14 - sep '14
oct '14
oct '14 - dic '14
ene '15 - feb '15
mar '15
abr '15
abr '15
may '15
jun '15
jul '15
jul '15
jul '15
ago '15
ago '15
sep '15
oct '15
nov '15
nov '15
nov '15
dic '15 - ene '16
feb '16
feb '16 - jun '16
jul '16
jul '16
ago '16
ago '16-sep '16
oct '16
nov '16
dic '16
ene '17
L/MIN


L/MIN Margen Izquierda
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
oct '10 - feb '11
jun '11
may '12 - ago '12
nov '12 - ene '13
feb '13 - mar '13
may '13
jun '13 - sep '13
may '14
jun '14
jul '14 - sep '14
oct '14 - dic '14
mar '15
abr '15
jun '15
jul '15
ago '15
sep '15
nov '15
nov '15
feb '16 - may '16
jul '16
ago '16
oct '16
dic '16
L/MIN

E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

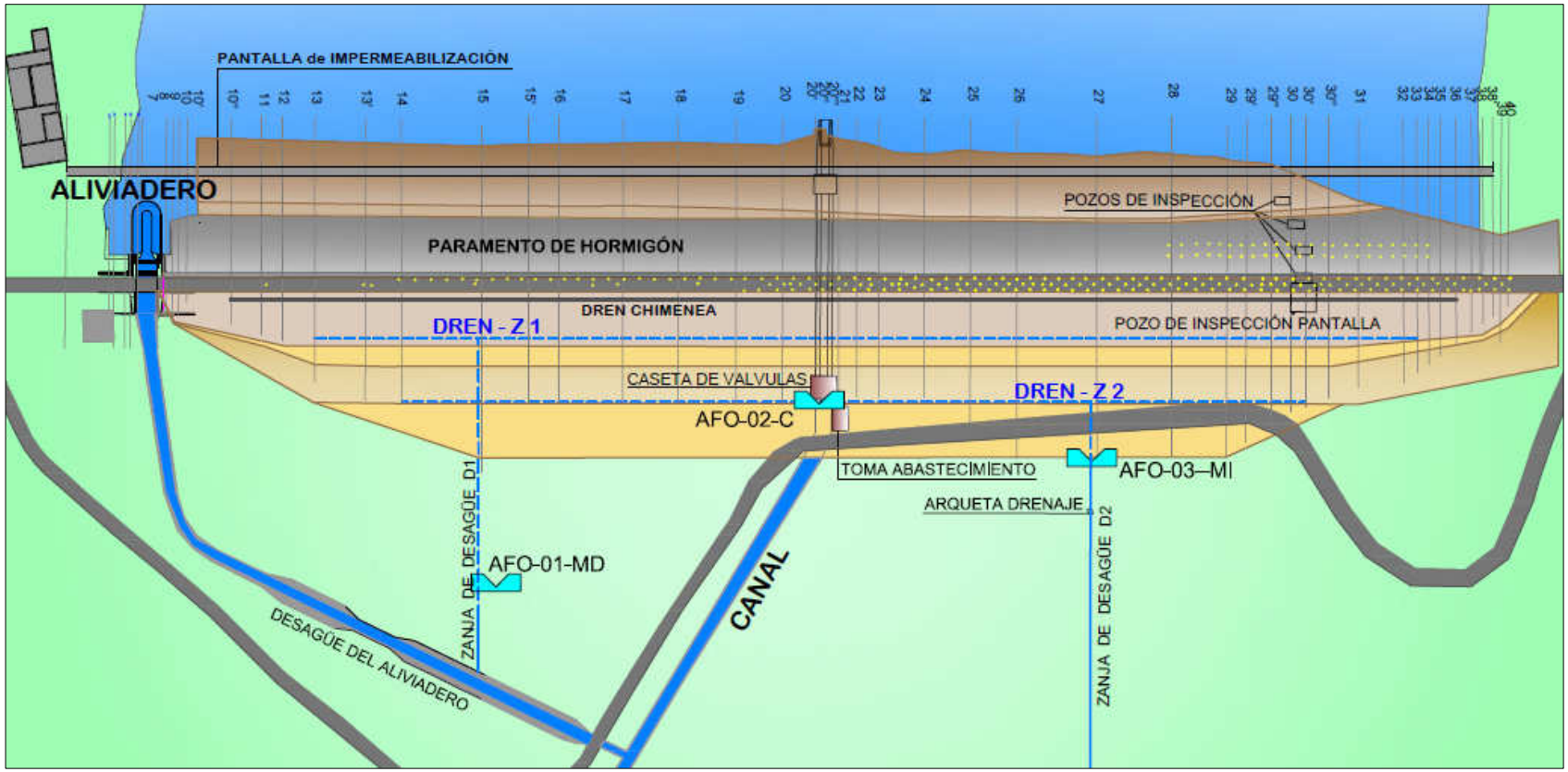
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

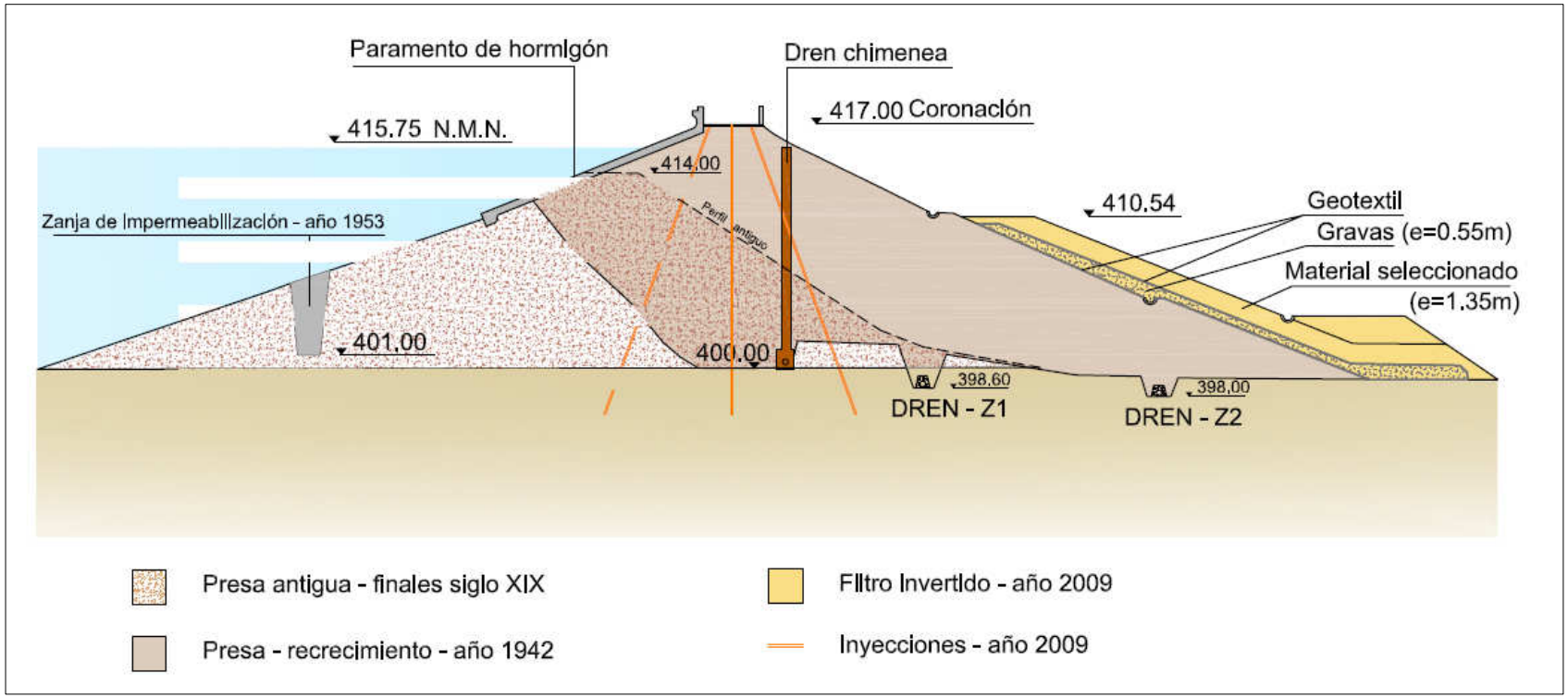
ANEJOS

Anejo Nº2: Planos

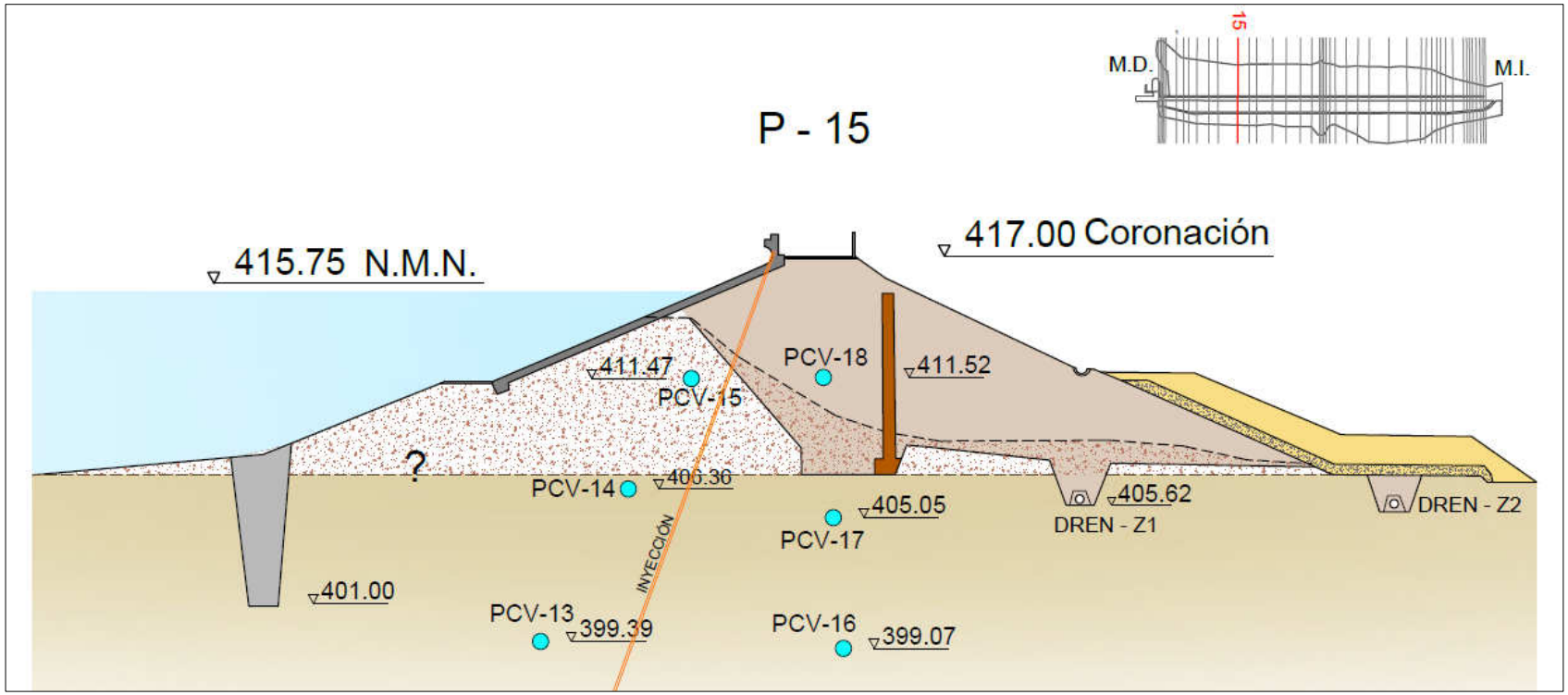
PLANO Nº1: PLANTA GENERAL DE LA PRESA SAN BARTOLOMÉ



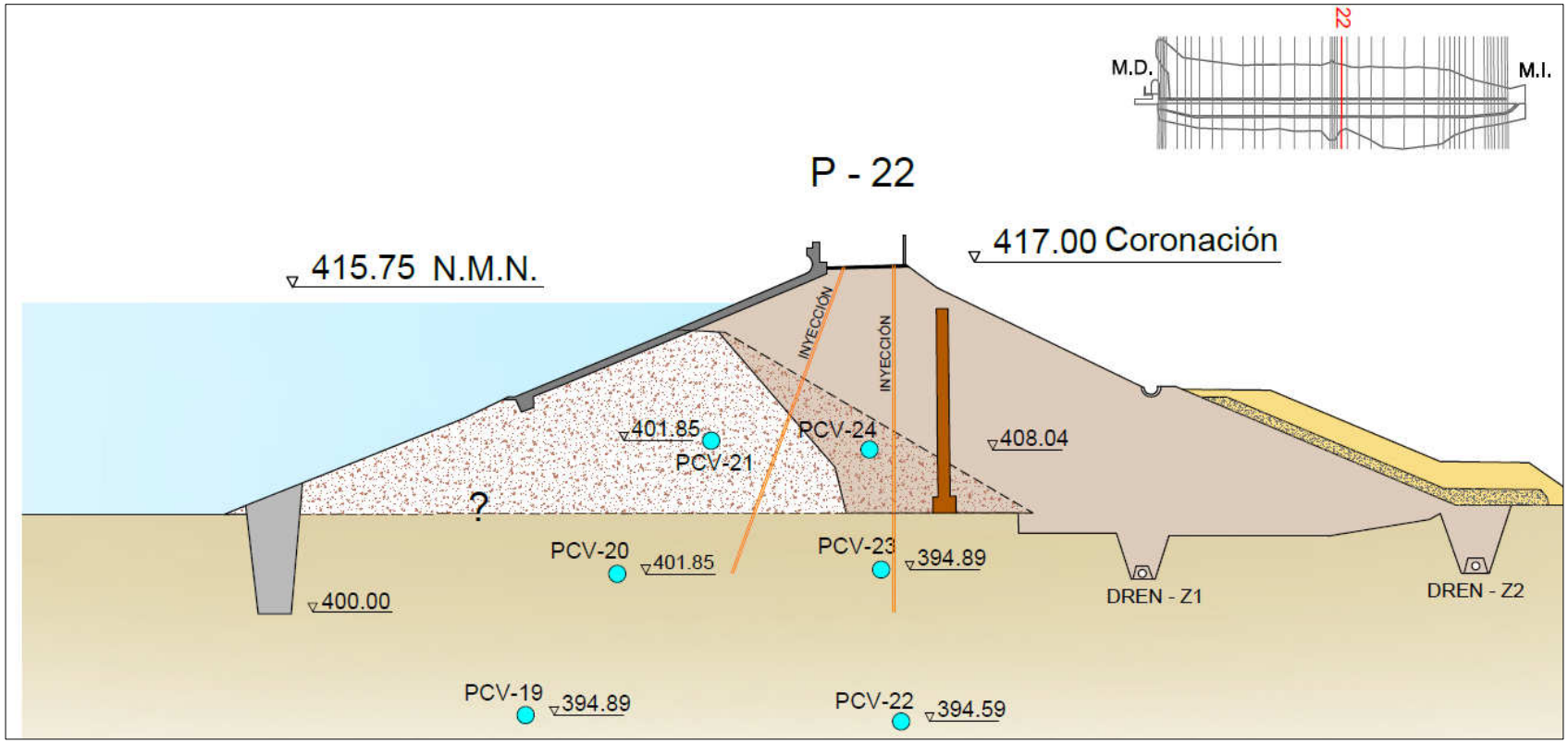
PLANO Nº2: SECCIÓN TIPO PRESA SAN BARLOMÉ



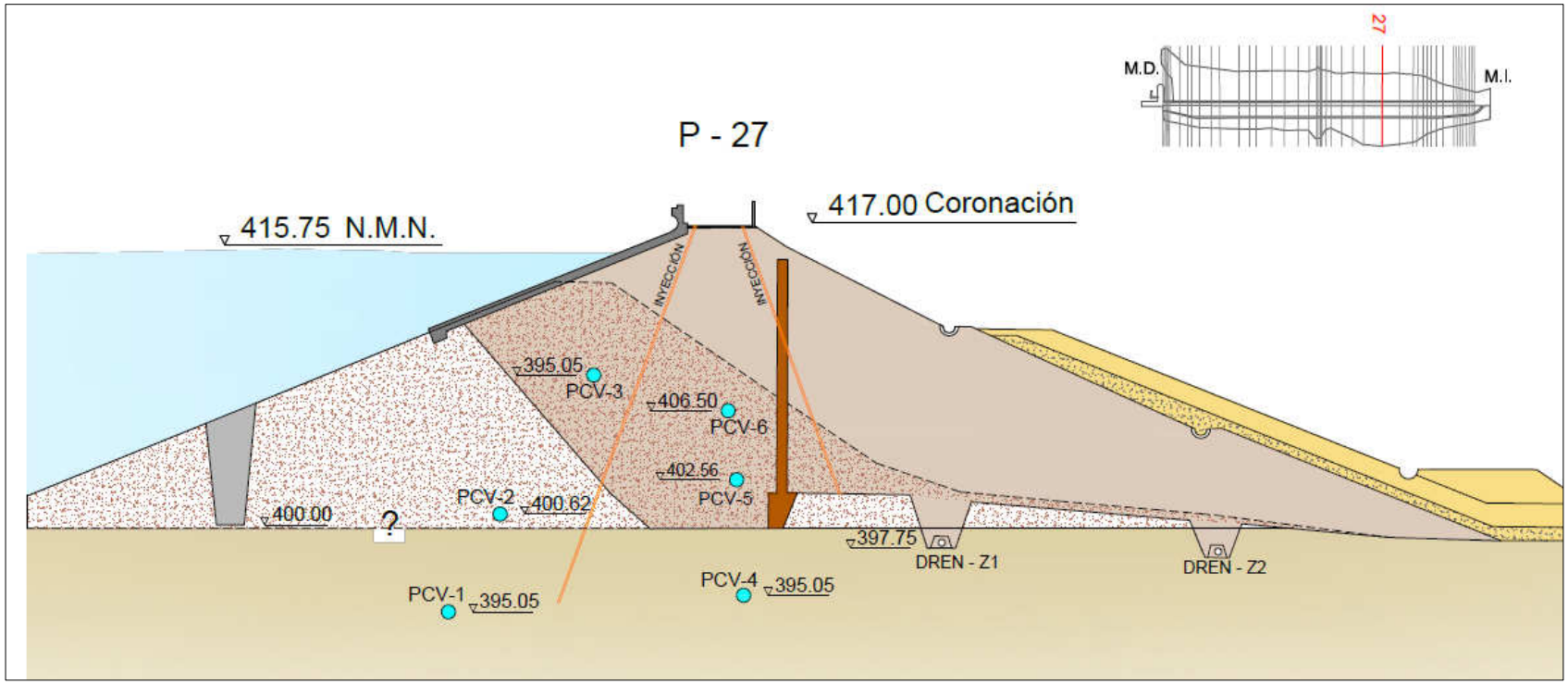
PLANO Nº3: PIEZÓMETROS SECCIÓN S-15



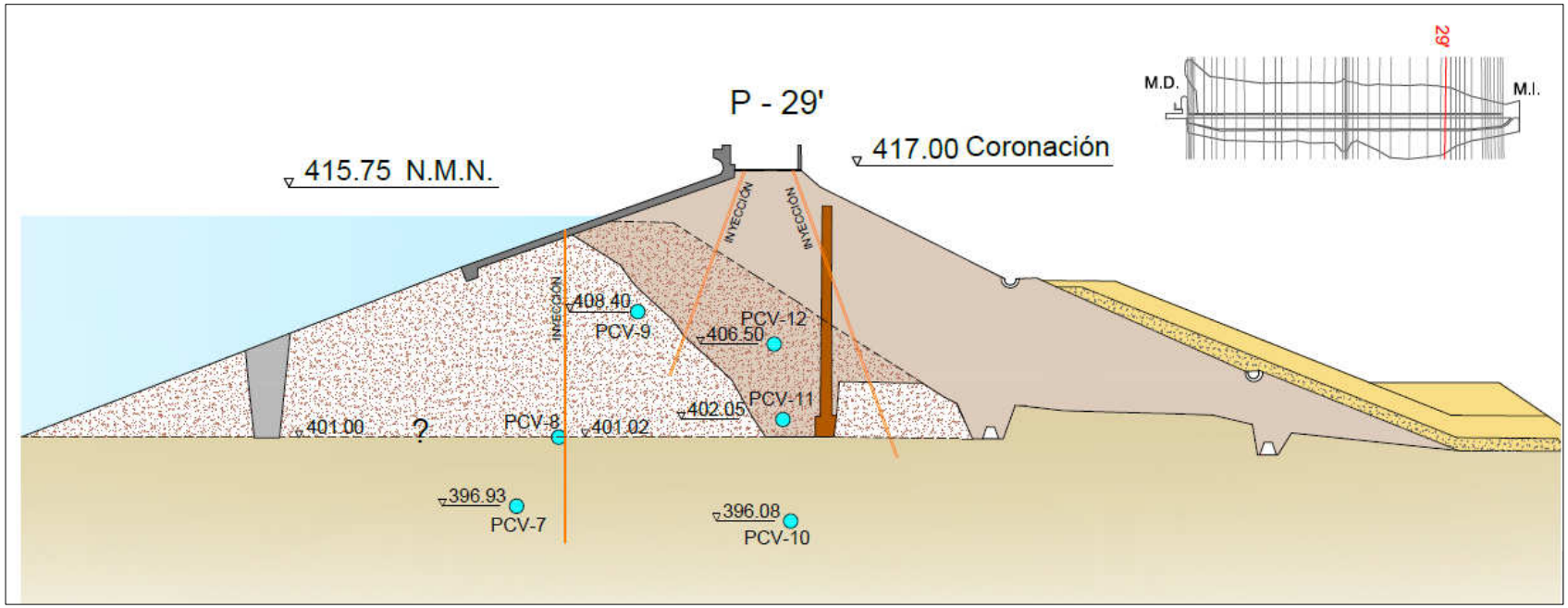
PLANO Nº4: PIEZÓMETROS SECCIÓN S-22



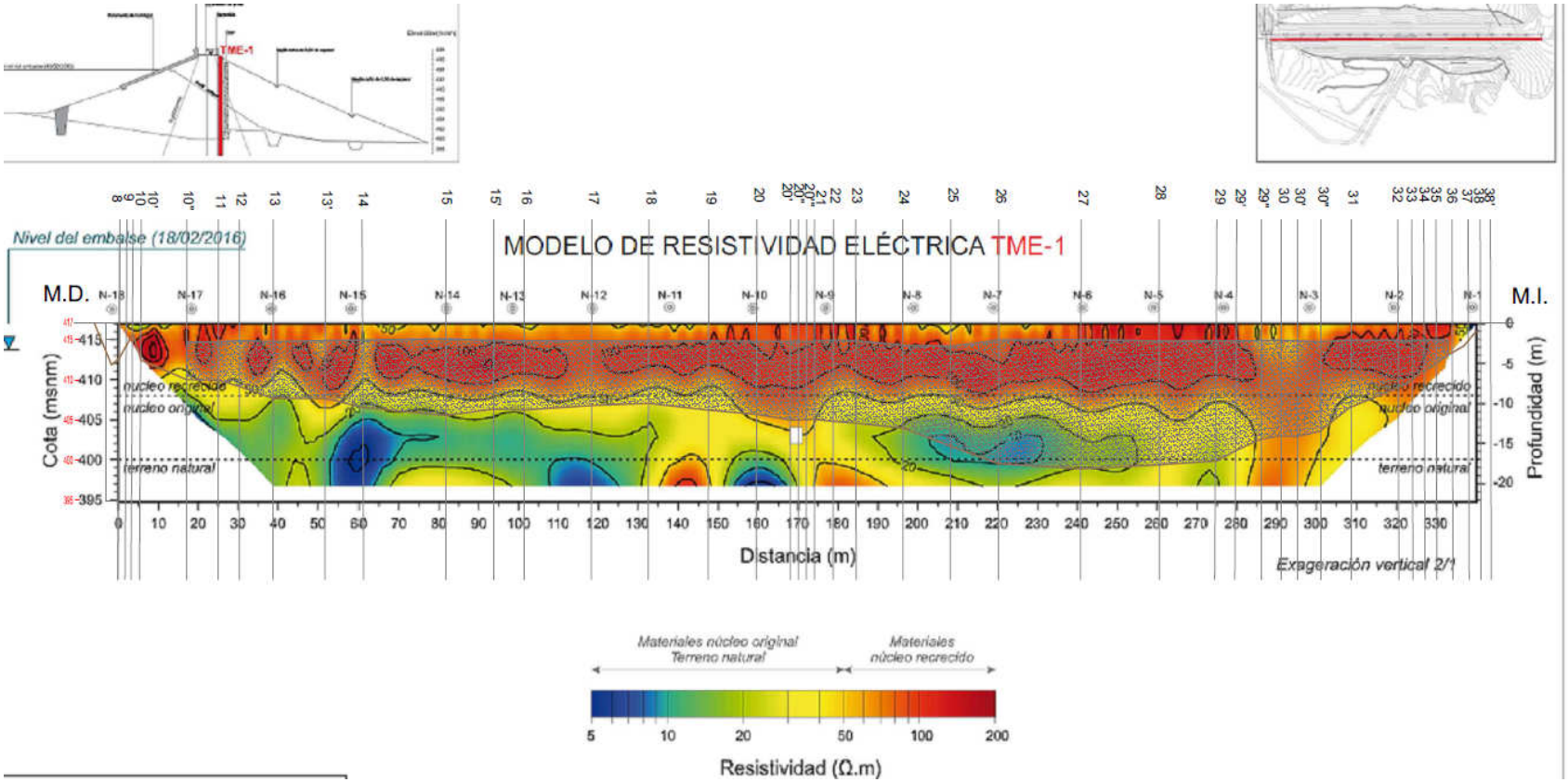
PLANO Nº5: PIEZÓMETROS SECCIÓN S-27



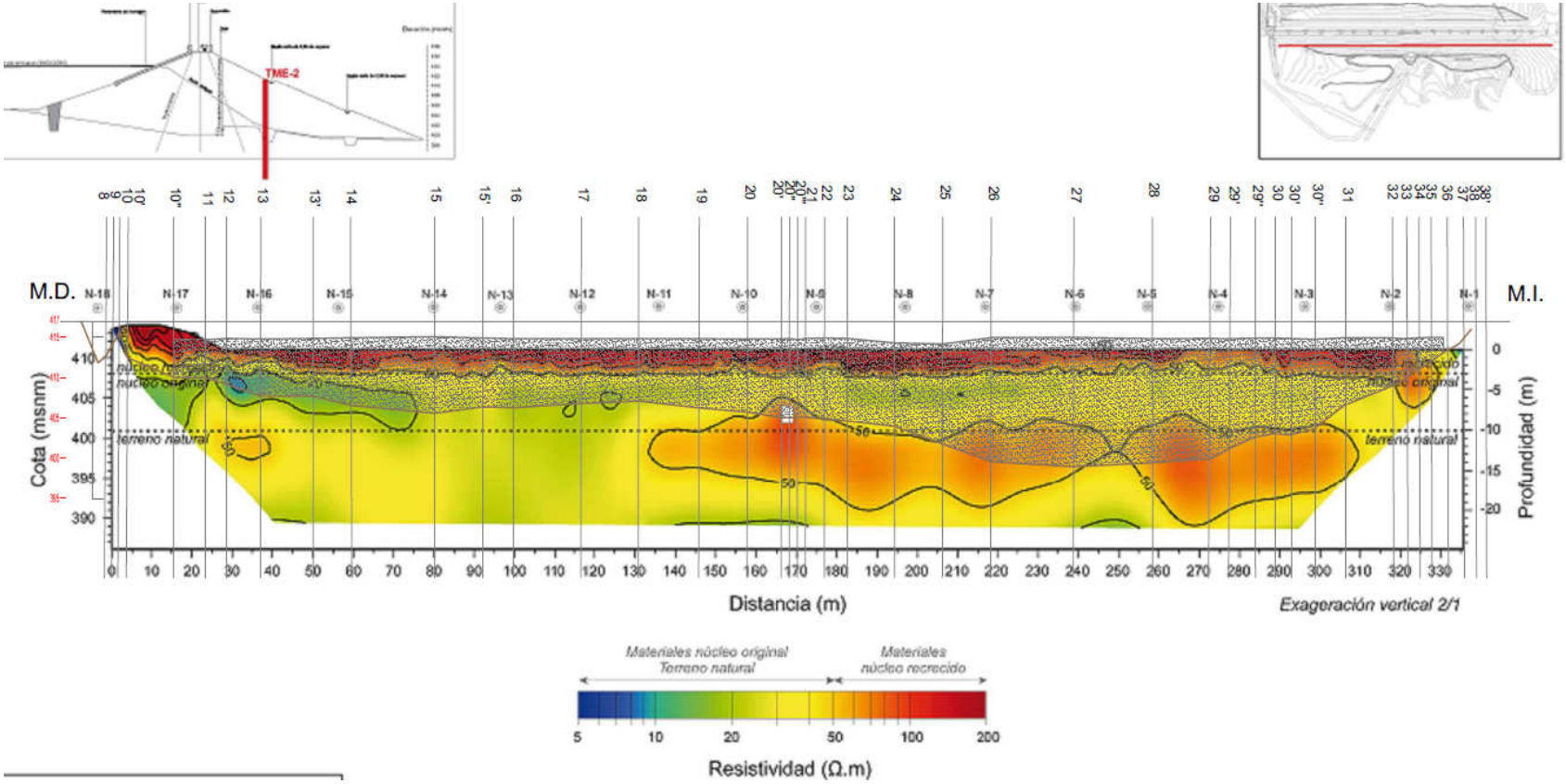
PLANO Nº6: PIEZÓMETROS SECCIÓN S-29



PLANO Nº7: TOMOGRAFÍA 1



PLANO Nº8: TOMOGRAFÍA 2



E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL

ANEJOS

Anejo Nº3: Resultados de las modelizaciones

SECCIÓN S-15

SECCIÓN 15 - MODELO INICIAL 15.0

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	413,5	3,7
PCV 14	414,76	413,25	1,5
PCV 15	413,77	414,25	0,5
PCV 16	410,07	411,8	1,7
PCV 17	411,95	412	0,1
PCV 18	411,42	412,75	1,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 1	0,23	3,8333E-06	1,085E-07	0,00001085	7,0167E-06
					0,42 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.1

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -6
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	414	4,2
PCV 14	414,76	414,1	0,7
PCV 15	413,77	414,75	1
PCV 16	410,07	412,5	2,4
PCV 17	411,95	412,75	0,8
PCV 18	411,42	413,25	1,8

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 1	0,23	3,8333E-06	1,192E-07	0,00001192	8,0867E-06
					0,485 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.2

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -6
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	412,25	2,5
PCV 14	414,76	412	2,8
PCV 15	413,77	413,5	0,3
PCV 16	410,07	409,5	0,6
PCV 17	411,95	409,75	2,2
PCV 18	411,42	411,6	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 1	0,23	3,8333E-06	6,7562E-08	6,7562E-06	2,9229E-06
					0,175 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.3

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -6
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410,25	0,5
PCV 14	414,76	411,75	3
PCV 15	413,77	414,5	0,7
PCV 16	410,07	410	0,1
PCV 17	411,95	411,5	0,4
PCV 18	411,42	413,5	2,1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 1	0,23	3,8333E-06	9,9451E-08	9,9451E-06	6,1118E-06
					0,367 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.4

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410	0,2
PCV 14	414,76	411,4	3,4
PCV 15	413,77	414,5	0,7
PCV 16	410,07	410	0,1
PCV 17	411,95	412	0,1
PCV 18	411,42	413,75	2,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	9,9725E-08	9,9725E-06	6,1392E-06
					0,368 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.5

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -6
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410,9	1,1
PCV 14	414,76	414,25	0,5
PCV 15	413,77	414,8	1
PCV 16	410,07	410,6	0,5
PCV 17	411,95	412,25	0,3
PCV 18	411,42	413,8	2,4

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	1,148E-07	0,00001148	7,6467E-06
					0,459 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.6

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410,8	1
PCV 14	414,76	414,5	0,3
PCV 15	413,77	415	1,2
PCV 16	410,07	410,5	0,4
PCV 17	411,95	412,5	0,6
PCV 18	411,42	414	2,6

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	1,1398E-07	0,000011398	7,5647E-06
					0,454 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.7

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410,8	1
PCV 14	414,76	414,5	0,3
PCV 15	413,77	414,8	1
PCV 16	410,07	410,75	0,7
PCV 17	411,95	412,25	0,3
PCV 18	411,42	413,5	2,1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	2,9199E-08	2,9199E-06	9,1343E-07
					0,055 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.8

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	5 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410,4	0,6
PCV 14	414,76	414,25	0,5
PCV 15	413,77	414,75	1
PCV 16	410,07	410,25	0,2
PCV 17	411,95	412	0,1
PCV 18	411,42	413,25	1,8

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	5,0905E-08	5,0905E-06	1,2572E-06
					0,075 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.9

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	5 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	409,8	0
PCV 14	414,76	414	0,8
PCV 15	413,77	414,5	0,7
PCV 16	410,07	409,5	0,6
PCV 17	411,95	411,25	0,7
PCV 18	411,42	413	1,6

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	5,8478E-08	5,8478E-06	2,0145E-06
					0,121 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.10

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	5 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410	0,2
PCV 14	414,76	414,4	0,4
PCV 15	413,77	414,7	0,9
PCV 16	410,07	410	0,1
PCV 17	411,95	412,3	0,4
PCV 18	411,42	413,2	1,8

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	5,8459E-08	5,8459E-06	2,0126E-06
					0,121 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.11

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	410	0,2
PCV 14	414,76	414,4	0,4
PCV 15	413,77	414,8	1
PCV 16	410,07	410	0,1
PCV 17	411,95	412	0,1
PCV 18	411,42	413	1,6

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	4,4186E-08	4,4186E-06	5,8527E-07
					0,035 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.12

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	409,8	0
PCV 14	414,76	414,4	0,4
PCV 15	413,77	414,8	1
PCV 16	410,07	410,1	0
PCV 17	411,95	412	0,1
PCV 18	411,42	412,9	1,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	4,423E-08	0,000004423	5,8967E-07
					0,035 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.13

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	408,8	409	0,2
PCV 14	412,6	413,1	0,5
PCV 15	412	413,4	1,4
PCV 16	408,5	409,3	0,8
PCV 17	410,3	411,1	0,8
PCV 18	410,85	411,8	0,9

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0	0	3,7042E-08	3,7042E-06	-
				0,222 L/min	

SECCIÓN 15 - MODELO 15.14

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	408,8	408,6	0,2
PCV 14	412,6	412,8	0,2
PCV 15	412	413,3	1,3
PCV 16	408,5	408,5	0
PCV 17	410,3	410,6	0,3
PCV 18	410,85	411,5	0,6

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0	0	3,512E-08	0,000003512	-
				0,211 L/min	

SECCIÓN 15 - MODELO 15.15

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	408,8	408	0,8
PCV 14	412,6	410,9	1,7
PCV 15	412	412,25	0,3
PCV 16	408,5	408	0,5
PCV 17	410,3	408,8	1,5
PCV 18	410,85	410,5	0,4

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0	0	2,6166E-08	2,6166E-06	-
				0,157 L/min	

SECCIÓN 15 - MODELO 15.16

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	408,8	408,8	0
PCV 14	412,6	411,25	1,4
PCV 15	412	412,4	0,4
PCV 16	408,5	408,4	0,1
PCV 17	410,3	409,25	1,1
PCV 18	410,85	410,6	0,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0	0	2,5985E-08	2,5985E-06	-
				0,156 L/min	

SECCIÓN 15 - MODELO 15.17

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	4 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	408,8	408,8	0
PCV 14	412,6	411,3	1,3
PCV 15	412	412,5	0,5
PCV 16	408,5	408,5	0
PCV 17	410,3	409,5	0,8
PCV 18	410,85	410,85	0

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0	0	3,223E-08	0,000003223	-
				0,193 L/min	

SECCIÓN 15 - MODELO 15.18

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	4 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	409,4	0,4
PCV 14	414,76	412,3	2,5
PCV 15	413,77	413,8	0
PCV 16	410,07	409	1,1
PCV 17	411,95	410,2	1,8
PCV 18	411,42	411,8	0,4

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	3,9585E-08	3,9585E-06	1,2517E-07
					0,008 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.19

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	**1 x 10^ -4**
Arcilla "original"	**5 x 10^ -8**
Arcilla "recrecido"	**1 x 10^ -9**
Suelo seleccionado	**1 x 10^ -5**
Gravas	**1 x 10^ -4**
Material drenante Dren	**1 x 10^ -5**
Material drenante 2	**1 x 10^ -4**
Terreno	**1 x 10^ -8**

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,79	409	0,8
PCV 14	414,76	414,3	0,5
PCV 15	413,77	414,6	0,8
PCV 16	410,07	409	1,1
PCV 17	411,95	411,5	0,4
PCV 18	411,42	412,5	1,1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,23	3,8333E-06	4,2107E-08	4,2107E-06	3,7737E-07
					0,023 L/min

SECCIÓN 15 - MODELO 15.20

N.E. (msnm)	413,24	FECHA	may-12

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 13	409,3	408,5	0,8
PCV 14	412,7	412,2	0,5
PCV 15	412,5	412,5	0
PCV 16	409,5	408,5	1
PCV 17	410,4	410,1	0,3
PCV 18	411,7	411	0,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia (m3/s)
AFO 1	0,21	0,0000035	3,0959E-08	3,0959E-06	4,041E-07
					0,024 L/min

SECCIÓN S-22

SECCIÓN 22 - MODELO INICIAL 22.0

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	414	5,7
PCV 20	411,95	413,8	1,9
PCV 21	413,49	414	0,5
PCV 22	410,59	412,4	1,8
PCV 23	406,46	412,6	6,1
PCV 24	412,74	412,9	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,217E-07	0,00002434	2,1733E-06
					0,130 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.1

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	413,1	4,8
PCV 20	411,95	412,6	0,7
PCV 21	413,49	412,8	0,7
PCV 22	410,59	410,5	0,1
PCV 23	406,46	409,9	3,4
PCV 24	412,74	410,6	2,1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	5,0624E-07	0,000101248	7,9081E-05
					4,745 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.2

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	414,2	5,9
PCV 20	411,95	414,6	2,7
PCV 21	413,49	415,1	1,6
PCV 22	410,59	411,7	1,1
PCV 23	406,46	411,5	5
PCV 24	412,74	413,4	0,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	8,4058E-08	1,68116E-05	5,3551E-06
					0,321 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.3

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	414	5,7
PCV 20	411,95	414	2,1
PCV 21	413,49	414	0,5
PCV 22	410,59	411	0,4
PCV 23	406,46	408	1,5
PCV 24	412,74	411	1,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	2,0454E-07	0,000040908	1,8741E-05
					1,124 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.4

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	411	2,7
PCV 20	411,95	413	1,1
PCV 21	413,49	414	0,5
PCV 22	410,59	410	0,6
PCV 23	406,46	408	1,5
PCV 24	412,74	411	1,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	2,2747E-07	0,000045494	2,3327E-05
					1,400 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.5

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	408,5	0,2
PCV 20	411,95	411	0,9
PCV 21	413,49	413	0,5
PCV 22	410,59	407	3,6
PCV 23	406,46	405,5	1
PCV 24	412,74	409,5	3,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,029E-07	0,00002058	1,5867E-06
					0,095 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.6

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	408,5	0,2
PCV 20	411,95	411,5	0,4
PCV 21	413,49	413,1	0,4
PCV 22	410,59	410,2	0,4
PCV 23	406,46	405,5	1
PCV 24	412,74	409,7	3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,1563E-07	0,000023126	9,5933E-07
					0,058 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.7

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	408,3	0
PCV 20	411,95	411,5	0,4
PCV 21	413,49	413,2	0,3
PCV 22	410,59	410,2	0,4
PCV 23	406,46	407	0,5
PCV 24	412,74	410	2,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,1563E-07	0,000023126	9,5933E-07
					0,058 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.8

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	408,29	408,5	0,2
PCV 20	411,95	411,7	0,3
PCV 21	413,49	413,5	0
PCV 22	410,59	410,3	0,3
PCV 23	406,46	406,5	0
PCV 24	412,74	412	0,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,3731E-07	0,000027462	5,2953E-06
					0,318 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.9

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	406,6	407	0,4
PCV 20	411	411	0
PCV 21	412,6	412,8	0,2
PCV 22	409	409,5	0,5
PCV 23	406	406	0
PCV 24	411,75	411,5	0,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,2068E-07	2,4136E-05	1,9693E-06
					0,118 L/min

SECCIÓN 22 - MODELO 22.10

N.E. (msnm)	413,24	FECHA	may-12

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 19	407,1	407	0,1
PCV 20	410,5	409,7	0,8
PCV 21	411,59	411,3	0,3
PCV 22	409	408,5	0,5
PCV 23	405,4	405,2	0,2
PCV 24	410	409,5	0,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Diferencia
AFO 2	1,33	2,2167E-05	1,0853E-07	2,1706E-05	4,6067E-07
					0,028 L/min

SECCIÓN S-27

SECCIÓN 27 - MODELO INICIAL 27.0

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	412,3	9,4
PCV 2	407,32	412,2	4,9
PCV 3	414,7	413,2	1,5
PCV 4	395,99	409	13
PCV 5	407,76	409,5	1,7
PCV 6	409	410	1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4671E-07	7,3355E-06	0,44013

SECCIÓN 27 - MODELO 27.1

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	5 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	412,1	9,2
PCV 2	407,32	412,3	5
PCV 3	414,7	412,3	2,4
PCV 4	395,99	409	13
PCV 5	407,76	409,5	1,7
PCV 6	409	410,5	1,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,0153E-07	5,0765E-06	0,30459

SECCIÓN 27 - MODELO 27.2

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	408	5,1
PCV 2	407,32	409	1,7
PCV 3	414,7	412	2,7
PCV 4	395,99	402	6
PCV 5	407,76	405	2,8
PCV 6	409	409	0

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,2497E-07	6,2485E-06	0,37491

SECCIÓN 27 - MODELO 27.3

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	402,95	0
PCV 2	407,32	404,5	2,8
PCV 3	414,7	410	4,7
PCV 4	395,99	394	2
PCV 5	407,76	400	7,8
PCV 6	409	406,5	2,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4537E-09	1,4537E-07	0,0087222

SECCIÓN 27 - MODELO 27.4

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -6
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	404	1,1
PCV 2	407,32	406	1,3
PCV 3	414,7	410,5	4,2
PCV 4	395,99	394	2
PCV 5	407,76	399	8,8
PCV 6	409	406,5	2,5

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	4,6426E-11	4,6426E-09	0,00027856

SECCIÓN 27 - MODELO 27.5

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -9
Arcilla "recrecido"	5 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	403	0,1
PCV 2	407,32	405,5	1,8
PCV 3	414,7	410,5	4,2
PCV 4	395,99	396,5	0,5
PCV 5	407,76	402	5,8
PCV 6	409	406	3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,0537E-12	1,0537E-10	6,3222E-06

SECCIÓN 27 - MODELO 27.6

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	405	2,1
PCV 2	407,32	407,3	0
PCV 3	414,7	411	3,7
PCV 4	395,99	397	1
PCV 5	407,76	402,5	5,3
PCV 6	409	407,7	1,3

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	4,6836E-09	4,6836E-07	0,0281016

SECCIÓN 27 - MODELO 27.7

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	405,7	2,8
PCV 2	407,32	408	0,7
PCV 3	414,7	412	2,7
PCV 4	395,99	397	1
PCV 5	407,76	402,5	5,3
PCV 6	409	408	1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	4,9623E-09	4,9623E-07	0,0297738

SECCIÓN 27 - MODELO 27.8

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	403,5	0,6
PCV 2	407,32	408	0,7
PCV 3	414,7	414	0,7
PCV 4	395,99	396,5	0,5
PCV 5	407,76	402,5	5,3
PCV 6	409	409	0

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	6,312E-09	6,312E-07	0,037872

SECCIÓN 27 - MODELO 27.9

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	402,95	0
PCV 2	407,32	407,8	0,5
PCV 3	414,7	414,5	0,2
PCV 4	395,99	397	1
PCV 5	407,76	403,5	4,3
PCV 6	409	409	0

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	6,211E-09	6,211E-07	0,037266

SECCIÓN 27 - MODELO 27.10

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	403	0,1
PCV 2	407,32	409	1,7
PCV 3	414,7	414,7	0
PCV 4	395,99	399	3
PCV 5	407,76	407	0,8
PCV 6	409	409	0

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	8,1482E-09	8,1482E-07	0,0488892

SECCIÓN 27 - MODELO 27.11

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,95	403,2	0,3
PCV 2	407,32	407,5	0,2
PCV 3	414,7	414,7	0
PCV 4	395,99	396,5	0,5
PCV 5	407,76	407,3	0,5
PCV 6	409	409,2	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4399E-09	1,4399E-07	0,0086394

SECCIÓN 27 - MODELO 27.12

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	401,75	402,2	0,4
PCV 2	406,43	406,3	0,1
PCV 3	413,5	414	0,5
PCV 4	412,61	396,5	16,1
PCV 5	411,62	406	5,6
PCV 6	408,6	408,5	0,1

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,3549E-09	1,3549E-07	0,00813

SECCIÓN 27 - MODELO 27.13

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	401,75	402	0,3
PCV 2	406,43	406,2	0,2
PCV 3	413,5	414	0,5
PCV 4	412,61	397	15,6
PCV 5	411,62	411,7	0,1
PCV 6	408,6	408,8	0,2

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,4866E-09	1,4866E-07	0,00892

SECCIÓN 27 - MODELO 27.14

N.E. (msnm)	413,24	FECHA	may-12

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8
Zona permeable núcleo	1 x 10^ -5

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 1	402,4	402	0,4
PCV 2	406,3	406	0,3
PCV 3	411	412	1
PCV 4	406,1	395,5	10,6
PCV 5	405	404,5	0,5
PCV 6	406,5	407,2	0,7

	Lectura real (L/min)	Lectura real (m3/s)	Lectura modelo (m3/s)	Caudal modelado total aprox	Caudal modelado (L/min)
AFO 3	0	0	1,2506E-09	1,2506E-07	0,0075036

SECCIÓN S-29

SECCIÓN 29 - MODELO INICIAL 29.0

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -8
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -7

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,83	412,8	4
PCV 8	401,02	412	11
PCV 9	412,2	413	0,8
PCV 10	409,28	409,3	0
PCV 11	406,95	409,7	2,8
PCV 12	408,5	410,2	1,7

SECCIÓN 29 - MODELO 29.1

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -7
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,8	414,2	5,4
PCV 8	401	414,4	13,4
PCV 9	412,2	414,6	2,4
PCV 10	409,3	412	2,7
PCV 11	407	413	6
PCV 12	408,5	413,5	5

SECCIÓN 29 - MODELO 29.2

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,83	414,2	5,4
PCV 8	401,02	414,4	13,4
PCV 9	412,2	414,6	2,4
PCV 10	409,28	411,3	2
PCV 11	406,95	412	5,1
PCV 12	408,5	412,5	4

SECCIÓN 29 - MODELO 29.3

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -4
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,8	408,5	0,3
PCV 8	401	411	10
PCV 9	412,2	412,5	0,3
PCV 10	409,3	391	18,3
PCV 11	407	400	7
PCV 12	408,5	407,5	1

SECCIÓN 29 - MODELO 29.4

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -5
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,83	409	0,2
PCV 8	401,02	410	9
PCV 9	412,2	411	1,2
PCV 10	409,28	401	8,3
PCV 11	406,95	404	2,9
PCV 12	408,5	407	1,5

SECCIÓN 29 - MODELO 29.5

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,8	411	2,2
PCV 8	401	411	10
PCV 9	412,2	411,7	0,5
PCV 10	409,3	408	1,3
PCV 11	407	407,5	0,5
PCV 12	408,5	408	0,5

SECCIÓN 29 - MODELO 29.6

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	5 x 10^ -8
Arcilla "recrecido"	1 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -4
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,83	409,5	0,7
PCV 8	401,02	410	9
PCV 9	412,2	410,8	1,4
PCV 10	409,28	408,2	1,1
PCV 11	406,95	406	0,9
PCV 12	408,5	407	1,5

SECCIÓN 29 - MODELO 29.7

N.E. (msnm)	415,7	FECHA	mar-14

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,8	409	0,2
PCV 8	401	411,5	10,5
PCV 9	412,2	412,2	0
PCV 10	409,3	409	0,3
PCV 11	407	407,3	0,3
PCV 12	408,5	408,7	0,2

SECCIÓN 29 - MODELO INICIAL 29.8

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,16	408	0,2
PCV 8	401	410	9
PCV 9	411,7	411	0,7
PCV 10	413	407	6
PCV 11	407,55	406	1,6
PCV 12	408	408	0

SECCIÓN 29 - MODELO 29.9

N.E. (msnm)	414,16	FECHA	ene-17

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	408,16	408,2	0
PCV 8	401	412	11
PCV 9	411,7	412,5	0,8
PCV 10	413	412	1
PCV 11	407,55	408,2	0,6
PCV 12	408	408,8	0,8

SECCIÓN 29 - MODELO INICIAL 29.10

N.E. (msnm)	413,24	FECHA	may-12

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	406	407,2	1,2
PCV 8	536,84	409,4	127,4
PCV 9	409,6	410,1	0,5
PCV 10	404,35	407	2,6
PCV 11	404,6	408,5	3,9
PCV 12	406,5	407	0,5

SECCIÓN 29 - MODELO 29.11

N.E. (msnm)	413,24	FECHA	may-12

MATERIAL	PERMEABILIDAD (m/s)
Hormigón	1 x 10^ -4
Arcilla "original"	1 x 10^ -7
Arcilla "recrecido"	2 x 10^ -9
Suelo seleccionado	1 x 10^ -5
Gravas	1 x 10^ -4
Material drenante Dren	1 x 10^ -7
Material drenante 2	1 x 10^ -5
Terreno	1 x 10^ -8

	Valor Real (mca)	Valor Modelado (mca)	Variación
PCV 7	406	406,5	0,5
PCV 8	536,84	409,5	127,3
PCV 9	409,6	410,1	0,5
PCV 10	404,35	404,3	0,1
PCV 11	404,6	405	0,4
PCV 12	406,5	407	0,5