DOCUMENTO III: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PROYECTO DE AUSCULTACIÓN

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO 9

1.1. Objeto del Pliego 9

1.2. Documentos que definen las Obras 9

1.3. Compatibilidad y relación entre documentos 9

1.4. Normas de aplicación 10

2. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS 26

2.1. Representantes de la Administración y del Contratista 26

2.2. Personal del Contratista 26

2.3. Órdenes al Contratista 27

2.4. Contradicciones, omisiones y modificaciones del Proyecto 28

2.5. Alteraciones y/o modificaciones del programa de trabajo 28

2.6. Plan de autocontrol 29

2.7. Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras 31

2.8. Señalización de las obras durante su ejecución 31

2.9. Mantenimiento de servidumbre y servicios 31

2.10. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos 32

2.11. Accesos a las obras 33

2.12. Reutilización de materiales 34

2.13. Acopios 34

2.14. Equipos, maquinarias y medios auxiliares a aportar por el Contratista 35

2.15. Facilidades para la inspección 36

2.16. Trabajos a cargo del contratista 36

2.17. Obligaciones y responsabilidades 37

2.18. Gastos de carácter general a cargo del contratista 37

2.19. Obras cuya ejecución no está totalmente definida en el proyecto 39

2.20. Obras que quedan ocultas 39

2.21. Obligaciones del contratista en casos no previstos en este Pliego 40

2.22. Seguridad y salud 40

2.23. Conservación del medio ambiente 41

2.24. Medición y abono 43

2.25. Condiciones para fijar los precios 46

2.26. Obras defectuosas o mal ejecutadas 47

2.27. Construcciones auxiliares y provisionales 47

2.28. Conservación de las obras, recepción y plazo de garantía 48

2.29. Obligaciones sociales 49

2.30. Extinción del contrato 49

2.31. Comprobación del replanteo e inicio de las obras 49

2.32. Gastos de replanteo y liquidación 50

2.33. Facilidades para la inspección 50

2.34. Ensayos, control y vigilancia 50

3. CONDICIONANTES DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LOS SISTEMAS DE CONTROL 51

3.1. Sistema de control hidráulico 51

3.2. Sistema de control deformacional 54

3.3. Sistema de control térmico 61

3.4. Sistema de control tensional y de cargas 62

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....63

4.1. Piezómetros de cuerda vibrante.....63

4.2. Aforadores.....71

4.3. Péndulos.....79

4.4. Extensómetros de varillas.....100

4.5. Medidores tridimensionales de juntas.....107

4.6. Termómetros pt-100.....112

4.7. Control de sismicidad.....115

4.8. Escalas limnimétricas.....118

4.9. Telecoordímetro.....118

4.10. Caja de centralización de lectura.....121

4.11. Medidor de nivel freático.....122

4.12. Elengómetro telescópico con comparador digital. (medidor de Juntas Externo).....123

4.13. Equipo portatil de lectura de sensores de cuerda vibrante.....124

4.14. Control topográfico.....126

4.15. Automatización. Unidad de lectura automática.(ULM).....129

4.16. Manguera óptica de dos pares.....131

4.17. Software servidor auscultación.....132

5. EDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....133

5.1. Condiciones generales.....133

5.2. Taladros.....134

5.3. Inyecciones.....134

5.4. Perforación de drenes.....134

5.5. Perforación para péndulos.....135

5.6. Cableado.....135

5.7. Piezómetros de cuerda vibrante 136

5.8. Extensómetros de varillas 136

5.9. Aforadores de filtraciones 136

5.10. Escala milimetrada para lectura de aforadores 136

5.11. Sensor ultrasonidos para medida de calados 136

5.12. Péndulos 136

5.13. Plancheta XY para lectura visual de péndulo 137

5.14. Medidores de juntas 137

5.15. Reloj comparador 137

5.16. Equipos de lectura portátiles 137

5.17. Estación meteorológica 138

5.18. Estación remota 138

5.19. Armario de centralización 138

5.20. Sistema de alimentación eléctrica para automatización 138

5.21. Equipamiento centro de control del sistema automático 138

5.22. Emplazamiento para taladro de piezómetro 138

5.23. Implantación y retirada de maquinaria de perforación de ϕ=300 mm 139

5.24. Implantación y retirada de maquinaria de perforación de ϕ<300 mm 139

5.25. Implantación y retirada de maquinaria de perforación de ϕ=56 mm 139

5.26. Perforación para péndulo de ϕ=300 mm 139

5.27. Perforación para piezómetro de cuerda vibrante DE ϕ=76 mm 140

5.28. Perforación para extensómetro de varillas de ϕ=100 mm 140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación del sellado del empalme inicial 65

Figura 2. Piezómetros de cuerda vibrante siendo saturados de agua 65

Figura 3. Preparación de la bolsa de geotextil 66

Figura 4. Lectura manual del piezómetro 66

Figura 5. Medición de la longitud necesaria de cable 67

Figura 6. Introducción del piezómetro en el taladro 67

Figura 7. Esquema de instalación de un piezómetro de cuerda vibrante 68

Figura 8. Método de inyección de lechada para el sellado de un taladro de 18 m 69

Figura 9. Instalación completa de un aforador automatizado 76

Figura 10. Calibración del aforador con nivel láser 78

Figura 11. Detalles instalación péndulo directo 83

Figura 12. Esquema de montaje del péndulo invertido 87

Figura 13. Dispositivo de tensión 88

Figura 14. Instalación y fijación de angulares 91

Figura 15. Esquema de emplazamiento de la plancheta 93

Figura 16. Esquema de lectura manual de un péndulo 100

Figura 17. Esquema general de instalación del extensómetro de varillas 102

Figura 18. Esquema de verificación de sensores embebidos 114

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es definir las obras comprendidas en el **Proyecto de Adecuación de los sistemas de Auscultación de las presas de la zona de Sevilla (Sevilla)**. Describiendo con detalle las distintas partes de que se componen, los documentos que, además de este Pliego, serán de aplicación, los representantes de ambas partes contratantes (Administración y Adjudicatario), las condiciones obligatorias impuestas al Plan de Trabajo a seguir en la ejecución de las obras, las características de los materiales, formas en que se ha previsto la realización de las obras y su medición y abono así como otras disposiciones de carácter general impuestas al contrato de ejecución.

1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Las obras se definen en los documentos incluidos en el presente Proyecto que se compone de los siguientes documentos:

- Documento nº 1. Memoria y Anejos
- Documento nº 2. Planos
- Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Documento nº 4. Presupuesto

1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean

manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por uso y costumbre, deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, serán ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Contratista informará por escrito a la Dirección de Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase. Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, sólo podrá ser realizada por la Dirección de Obra, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

En caso de discrepancia entre los precios de una unidad, los Cuadros de Precios prevalecerán sobre el Presupuesto.

1.4. NORMAS DE APLICACIÓN

El Contratista se atendrá en todo aquello que no esté en contradicción con lo establecido en este Pliego a las siguientes Normas:

1.4.1. Condiciones generales

La licitación de las obras definidas por este Proyecto se regirá por las Condiciones que al efecto establezca la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Una vez resuelta la adjudicación del Contrato de las obras, éste se regulará según lo preceptuado en las normas que a continuación se relacionan:

- Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

- Normas de Derecho Administrativo, Mercantil, Civil o Laboral, salvo en las materias en que sea de aplicación la Ley anterior
- Contrato de obras entre la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y el adjudicatario

Además, la ejecución de las obras quedará sujeta a las prescripciones legales en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad y salud, contenidas tanto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales con las modificaciones realizadas por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, y en sus normas de desarrollo, como en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción. Igualmente se tendrán en cuenta, cuantas disposiciones de carácter técnico, general y obligatorio estén vigentes, en materia de seguridad y salud en el momento de la adjudicación, o se publiquen durante la vigencia del contrato, si tienen trascendencia para la seguridad de las obras.

En dicha normativa están incluidas las siguientes normas:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, de 8 de noviembre, con las modificaciones realizadas por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997 de 17 de enero).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 4 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección Individual. (BOE 28/12/92. Corrección de erratas BOE 24/2/93).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos. En particular dorso lumbar para los trabajadores. (BOE 23/4/97).

1.4.2. Condiciones particulares

En aquellas cuestiones que no se hallen explícitamente reguladas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, serán de aplicación aquellas prescripciones aplicables al tipo de obra de que se trate contenidas en:

- Pliego de Licitación que se establezca para la contratación de estas obras.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- UNE-EN 805:2000 Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX, 2003).
- Norma API-5L:2000 Specification for line pipes.
- AWWA M11, Steel pipe. A guide for design and installation.
- UNE-EN-10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- UNE-EN 10020:2001 Definición y clasificación de los tipos de acero.
- UNE-EN 10025:1994 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- Norma ISO-4200:1991 Plain and steel tubes, welded and seamless; general tables of dimensions and masses per unit length.
- Norma ISO-559:1991 Steel tubes for water and sewage.
- Norma ISO-9691-1:2003 Soldeo y procesos afines. Recomendaciones para la preparación de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, Soldeo

por arco protegido con gas y electrodo de aporte, Soldeo por llama, Soldeo por arco con gas inerte y electrodo de volframio y Soldeo por haz de alta energía de aceros.

- Norma UNE 14612:1980 Práctica recomendada para el examen de las uniones soldadas mediante la utilización de líquidos penetrantes.
- Norma UNE 14618:2000 Inspectores de soldadura. Cualificación y certificación.
- Norma UNE 36801:1992 (EN 10204:1991) Productos metálicos. Tipos de documentación de inspección.
- UNE-EN 288-1-2-3:1993/A1:1997 Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Partes 1, 2 y 3.
- UNE EN 439:1995 Productos de aportación para el soldeo. Gases de protección para el soldeo y para el corte con arco eléctrico.
- UNE EN 440:1995 Productos de aportación para el soldeo. Alambres y depósitos para el soldeo por arco con protección gaseosa de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 449:2003 Productos de aportación para el soldeo. Electrodos revestidos para el soldeo por arco de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 473:2001 Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos.
- UNE EN 571-1: 1997 Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales.
- UNE EN 719:1995 Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.
- UNE EN 729 1:1995 Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 1: Directrices para su selección y utilización.
- UNE EN 729 2:1995 Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 2: Requisitos de calidad completos.
- UNE EN 757:1997 Consumibles para el soldeo. Electrodos revestidos para el soldeo manual por arco de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- UNE EN 758:1997 Consumibles para el soldeo. Alambres tubulares para el soldeo por arco con o sin gas de protección de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 970:1997 Examen no destructivo de soldaduras por fusión. Examen visual.

- UNE EN 1418:1998 Personal de soldadura. Ensayos de cualificación de los operadores de soldeo para el soldeo por fusión y de los ajustadores de soldeo por resistencia para el soldeo automático y totalmente mecanizado de materiales metálicos.
- UNE EN 1435:1998/1M:2002 Examen no destructivo de soldaduras. Examen radiográfico de uniones soldadas.
- UNE EN 1668:1998 Consumibles para el soldeo. Varillas alambres de aportación y depósitos para el soldeo bajo atmósfera inerte con electrodo de volframio de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 1713:1998/1M:2002 Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo ultrasónico. Caracterización de las indicaciones en las uniones soldadas.
- UNE EN 1714:1998/1M:2002 Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo ultrasónico de uniones soldadas.
- UNE EN 10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE EN 12062:1997/1M:2002 Ensayo no destructivo de soldaduras. Reglas generales para los materiales metálicos.
- UNE EN 12534:2000 Consumibles para el soldeo. Electrodos de alambre, alambres, varillas y depósitos para el soldeo por arco de metal con protección gaseosa de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- UNE EN 12535:2000 Consumibles para el soldeo. Alambres tubulares para el soldeo por arco con protección gaseosa de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- ISO-559:1991 Tubos de acero para agua y saneamiento ISO-4200.
- UNE EN 25817:1994 Uniones soldadas por arco de aceros. Guía sobre los niveles de calidad en función de las imperfecciones.
- UNE EN ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos.
- UNE EN ISO 13916:1996 Soldeo. Guía para la medida de temperaturas de precalentamiento, entre pasadas y de mantenimiento del precalentamiento.
- AWWA C210-97 Liquid epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines.

- UNE-EN 10290:2003 Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos de poliuretano modificado aplicados en estado líquido.
- UNE-EN ISO 8501-1:2002 Preparación de los sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.
- UNE-EN 12954:2002 Protección Catódica de estructuras metálicas enterradas o sumergidas. Principios generales y aplicación para tuberías.
- NACE TMO 186-94 Método para la detección de poros en revestimientos “tubular” de 250 a 750 micras.
- NACE RP0188-99 Método estándar para la detección de poros en una superficie conductiva protegida con un revestimiento.
- Real Decreto 866/2008, de 23 de mayo, por el que se aprueba la lista de sustancias permitidas para la fabricación de materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con los alimentos y se regulan determinadas condiciones de ensayo
- SSPC-PA2 Método para la medición del espesor de una película seca con un medidor electromagnético.
- SSPC-SP1 Limpieza con disolventes.
- UNE EN 10290:2003 Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos de poliuretano o poliuretano modificado aplicados en estado líquido.
- UNE-EN ISO 2409:1996 Ensayo de corte por enrejado.
- UNE-EN ISO 2808:2000 Determinación del espesor de película húmeda.
- UNE-EN ISO 4624:2003 Ensayo de adherencia por tracción.
- UNE EN ISO 8501/1:2002 Preparación de los sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.
- UNE-EN ISO 8502-3:2000 Determinación de polvo para las superficies preparadas antes de ser revestidas.
- UNE-EN ISO 8502-6:2001 Determinación de impurezas solubles en superficies que se deben pintar.
- UNE-EN ISO 8502-9:2000 Determinación de sales solubles en agua.
- UNE-EN ISO 8503-2:1996 Características de rugosidad del acero chorreado.

- UNE-EN ISO 8504-1/2/3: 2002 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas.
- UNE 48274:2003 Pintura de poliuretano alifático de acabado brillante de dos componentes.
- Manual de corrosión y protección de tuberías (AEAS, 2001).
- UNE-EN 1295:1998-1 Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1. Requisitos generales.
- UNE-EN 736-1:1996 Válvulas. Terminología.
- UNE-EN 1074:2001 Valvulería para abastecimiento de agua. Prescripciones de aptitud al empleo y ensayos de verificaciones aplicables.
- UNE-EN 545:2002 Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 545:2002/AC:2005 Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1092-1:2002 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- UNE-EN 1092-2:1998 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.
- UNE-EN 1092-3:2004 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 3: Bridas de aleación de cobre.
- UNE-EN 1092-3:2004/AC:2004 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 3: Bridas de aleación de cobre.
- UNE-EN 1092-4:2002 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 4: Bridas de aleaciones de aluminio.
- UNE-EN 681-1:1996 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-1:/A1:1999 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

- UNE-EN 681-1:/A2:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-1:/AC:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-2:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: elastómeros Termoplásticos.
- UNE-EN 681-2/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: elastómeros Termoplásticos.
- UNE-EN 681-3:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-3:2001/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-4:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado.
- UNE-EN 681-4:2001/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado.
- UNE-EN 1610:1998 “Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento”
- UNE 127916:2004 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio
- UNE-EN 1916:2003/AC:2005 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio
- UNE-EN 1916:2003 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio

- UNE-EN 12201-1:2003 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)”. Conducciones con presión. Parte 1
- UNE-EN 12201-2:2003 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)”. Conducciones con presión. Parte 2
- UNE-EN 12201-3:2003 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)”. Conducciones con presión. Parte 3
- UNE-EN 12201-4:2002 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)”. Conducciones con presión. Parte 4
- UNE-EN 12201-5: “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)”. Conducciones con presión. Parte 5
- UNE 13244-1:2003 “Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno(PE) Parte 1 : Generalidades”
- UNE 13244-2:2003 “Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno(PE) Parte 2 : Tubos”
- UNE 13244-3:2003 “Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno(PE) Parte 3 : Accesorios”
- UNE 13244-4:2003 “Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno(PE) Parte 4 : Válvulas”
- UNE 13244-5:2003 “Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno(PE) Parte 5 : Aptitud del sistema a la función”
- UNE 53394:1992 IN “Código de instalación y manejo de tubos de PE para conducciones de agua a presión. Técnicas recomendadas”
- UNE 53365:1990 “Plásticos. Tubos y accesorios de PE de alta densidad para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, y empleadas para la elevación y desagüe. Características y métodos de ensayo”

- UNE 53331:1997 IN “Plásticos, tuberías de Poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterios para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas)
- UNE-EN 1452-1:2000 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 1: Generalidades”
- UNE-EN 1452-2:2000 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 2Tubos”
- UNE-EN 1452-3:2000 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 3: Accesorios
- UNE-EN 1452-4:2000 IN “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 4: Válvulas y equipo auxiliar”
- UNE-EN 1452-5:2000 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
- UNE-EN 1452-6:2000 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica recomendada.
- UNE-EN 1452-7:2001 “Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica para la evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 1448:1997 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de plástico termoestable reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Métodos de ensayo para verificar el diseño de juntas macho-hembra rígidas trabadas, con juntas de estanqueidad elastoméricas-
- UNE-EN 1449:1997 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de plástico termoestable reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Métodos de ensayo para verificar el diseño de juntas macho-hembra pegadas-

- UNE-EN 1450:1997 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de plástico termoestable reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Métodos de ensayo para comprobar el diseño de uniones con bridas atornilladas-
- UNE 53323:2001 EX Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP).
- UNE-EN 1115-1:1998 Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento con presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP). Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 1115-3:1997 Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento con presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP). Parte 3: Accesorios.
- UNE-EN 1115-5:1997 Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento con presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP). Parte 5: Aptitud de las juntas para su utilización.
- UNE-EN 1636-3:1998 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento sin presión. Plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturado (UP). Parte 3: Accesorios.
- UNE-EN 1636-5:1998 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina poliéster insaturada (UP). Parte 5: Aptitud de las juntas para su utilización
- ANSI/AWWA C950-01 Fiberglass pressure pipe
- AWWA Manual M45-01 Fiberglass pipe design
- Código Técnico de la Edificación.
- Eurocódigos:
- ENV 1991: EC 1 – Bases de diseño y acciones.
- ENV 1992: EC 2 – Estructuras de hormigón.
- ENV 1993: EC 3 – Estructuras metálicas.

- ENV 1994: EC 4 – Estructuras mixtas.
- ENV 1996: EC 6 – Estructuras de fábrica de ladrillo.
- ENV 1997: EC7 – Proyecto geotécnico.
- ENV 1998: EC8 – Estructuras resistentes al sismo.
- ENV 1999: EC9 – Estructuras de aluminio.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras
- Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994, de 2 de Septiembre.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.
- Normas 6.1 IC, de la Dirección General de Carreteras, sobre secciones de firmes.
- Norma 5.2 IC, de la Dirección General de Carreteras, “Drenaje superficial”.
- Orden Circular de la Dirección General de Carreteras 257/75 N.T. Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras (1999).
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera. MOPTMA.1995.
- O.C. 5/2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
- O.C. 318/91 T y P de 10 de Abril de 1991 sobre galvanizado en caliente de elementos de acero empleados en equipamiento vial.
- O.C. 325/97 T sobre señalización, balizamiento y defensa de las carreteras en lo referente a sus materiales constituyentes.
- O.C. 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanadas y drenaje.
- O.C. 15/03 sobre señalización de obras.
- O.C. 304/89 MV de 21 de Julio sobre proyectos de marcas viales.
- O.C. 309/90 C y E de 15 de Enero sobre hitos de arista.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados..

- Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado. Orden de 31 de agosto de 1987 (B.O.E. de 18 de septiembre de 1987)
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSR-02) aprobada por Real Decreto nº 997/2002 de 27 de septiembre.
- British Standard Code of Practice for Design of concrete structures for retaining aqueous liquids. BS8007.
- ACI 318. Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- ACI 307-95. Standard Practice for the Design and Construction of Reinforced Concrete Chimneys.
- CEB. Recomendaciones internacionales unificadas en el cálculo y ejecución de obras de hormigón.
- Design standards nº 3 canals and related structures" del Bureau of Reclamation.
- Design standards nº 11 canals and related structures" del Bureau of Reclamation.
- Recomendaciones para el proyecto de canales" del CEDEX.
- Standards 101-108" de la International Commission of Irrigation and Drainage (ICID).
- Orden de 19 noviembre 1998 por la que se aprueba la instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS-98).
- Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses (O.M. de 12 de mayo de 1996).
- Guías Técnicas de seguridad de presas (Ministerio de Medio Ambiente y Comité Nacional Español de Grandes Presas).
- Ley de Minas 22/1973.
- Real Decreto 2857/1978, Reglamento de la Ley de Minas.
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. (BOE núm. 140 de 12 de junio).
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE núm. 240 de 7 de octubre).
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Texto Refundido de la Ley de Aguas 1/2001, de 20 de Julio
- Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica. Títulos II y III de la Ley de Aguas. Real Decreto 927/1988 de 29 de Julio (B.O.E. 31 de Agosto de 1988).
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Títulos I, IV, V, VI y VII de la Ley de Aguas. Real decreto 849/1986 de 11 de Abril (B.O.E. 30 de Abril de 1986).
- Ley 3/1995 de Vías Pecuarias.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones, Real Decreto 7/2004 de 23 de enero.
- Normas ISO 9000 sobre Sistemas de Calidad e ISO 14.000 sobre Sistemas de Gestión Medioambiental.
- Pliego de Prescripciones Técnicas que habrán de regir en las obras de acondicionamiento paisajístico, de la Dirección General de Medio Ambiente del MOPU (Marzo 1985).
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- Normas Tecnológicas NTE-EGG y NTE-ECV.
- Código Técnico de la Edificación (CTE). Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo del Ministerio de la Vivienda. BOE 28 de Marzo de 2006.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto (O.M. de 18 de septiembre de 2002).

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Reglamento equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias aprobado por Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre.
- Normativa vigente de cada una de las compañías de servicios cuyas infraestructuras se repongan o protejan.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua aprobada por O.M. de 28 de Julio de 1974 (B.O.E. nº. 236 y 237 de 2, 3 y 30 de Octubre 1974)
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (B.O.E. nº 228/86 del 23 de Septiembre de 1986).
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de Noviembre. BOE Nº 269 de 10 de Noviembre.
- Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas fiscales, Administrativas y de Orden Social (B.O.E. de 31 de diciembre).
- R. D. Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Ley 54/03, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R. D. 1879/1996 de 2 de agosto, por el que se aprueba la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (B.O.E. de 9 de agosto).
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de Actividades Empresariales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- Reglamento de Aparatos Elevadores para obras (O.M. 23-5-77 B.O.E. 14-6-77)
- UNE 104300:2000 EX Materiales sintéticos. Láminas de polietileno de alta densidad (PEAD) para la impermeabilización en obra civil. Características y métodos de ensayo.
- UNE-EN ISO 527-1:1996 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Principios Generales. (ISO 527-1:1993 y Corrigendum 1:1994).

- UNE-EN ISO 527-2:1997 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión. (ISO 527-2:1993, incluyendo Corrigendum 1:1994).
- UNE-EN-ISO 527-3:1996 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Condiciones de ensayo para películas y hojas. (ISO 527-3:1995).
- UNE-EN ISO 527-4:1997 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 4: Condiciones de ensayo para plásticos compuestos isotrópicos y ortotrópicos reforzados con fibras. (ISO 527-4:1997).
- UNE-EN ISO 527-5:1997 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 5: Condiciones de ensayo para plásticos compuestos unidireccionales reforzados con fibras. (ISO 527-5:1997).

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con las obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

2. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

2.1. REPRESENTANTES DE LA ADMINISTRACIÓN Y DEL CONTRATISTA

El Director de Obra, como representante de la ADMINISTRACIÓN concedente, resolverá sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le conceda la ADMINISTRACIÓN y que serán conocidas por el Contratista. El Director de Obra será nombrado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación del medio ambiente que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

2.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA

El Jefe de Obra y Delegado del Contratista tendrán la capacidad y competencia necesaria para el desempeño de los trabajos objeto del presente proyecto.

El jefe de obra ejercerá de representante del Contratista frente a la ADMINISTRACIÓN concedente. Será formalmente propuesto por el Contratista al Ingeniero Director de Obra, para su aceptación, que podrá ser denegada por el Director, en un principio y en cualquier momento del curso de la obra, si hubiere motivos para ello a juicio de este.

No podrá ser sustituido por el Contratista sin la conformidad por escrito del Director de Obra.

El Director de Obra podrá exigir que no se ejecute la obra si no ha sido nombrado, aceptado y presentado un Jefe de Obra del Contratista, siendo en tal caso el Contratista responsable de la demora y de sus consecuencias.

2.3. ÓRDENES AL CONTRATISTA

El Jefe de Obra será el interlocutor del Director de Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas que dé el Director, directamente o a través de otras personas, debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que el Director pueda comunicar directamente con el resto del personal subalterno, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Jefe de Obra es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de Obra, incluso planos de obra, ensayos y mediciones, estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento.

El Jefe de Obra tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y del desarrollo de los trabajos de la obra e informará al Director de Obra a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento, si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección de Obra.

Se abrirá el libro de Órdenes, que será diligenciado por el Director y permanecerá custodiado en obra por el Contratista.

Se abrirá el libro de Incidencias. Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportunos y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales y la temperatura ambiente máxima y mínima, con indicación de su localización dentro del ámbito de la obra.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados, con resumen de los resultados o relación de los documentos en que éstos se recogen.
- Relación de maquinaria en obra, diferenciando la activa, la meramente presente y la averiada o en reparación.

- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de la obra.

Como simplificación, el Ingeniero Director de Obra podrá disponer que estas incidencias figuren en partes de obra diarios, que se custodiarán ordenados como anejo al Libro de Incidencias.

El Libro de Incidencias debe ser custodiado por la Dirección de Obra.

2.4. CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el presente Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego, la Legislación vigente sobre la materia y las atribuciones asignadas por la ADMINISTRACIÓN concedente.

2.5. ALTERACIONES Y/O MODIFICACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO

La ejecución de las obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo. A tales efectos, dentro del plazo que se consigne en el contrato, que no podrá ser superior a un mes desde la fecha de su formalización, salvo casos excepcionales justificados, La Dirección de Obra procederá, en presencia del Contratista, a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la licitación, extendiéndose acta del resultado, que será firmada por

ambas partes interesadas, remitiéndose un ejemplar de la misma a la ADMINISTRACIÓN concedente.

El Contratista presentará un programa de trabajo en el plazo máximo de treinta días contados desde la formalización del contrato.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales establecidos. Solo se podrán modificar estos plazos con el consentimiento, por escrito, de la Dirección de Obra y la aprobación de la ADMINISTRACIÓN concedente.

La falta de cumplimiento de dicho programa y sus plazos parciales, en el mismo momento en que se produzcan, podrá dar lugar a la inmediata propuesta de resolución y al encargo de ejecución de las obras a otros contratistas, así como a las sanciones económicas que correspondan.

Cuando el contrato se resuelva por incumplimiento del Contratista le será incautada la garantía y deberá, además, indemnizar a la ADMINISTRACIÓN concedente los daños y perjuicios ocasionados en lo que excedan del importe de la garantía incautada.

En todo caso, el acuerdo de resolución contendrá pronunciamiento expreso acerca de la procedencia o no de la pérdida, devolución o cancelación de la garantía constituida.

Iniciado el expediente de resolución de un contrato cuyas obras hayan de ser continuadas por otro contratista o por la ADMINISTRACIÓN concedente, se preparará seguidamente la propuesta de liquidación de las mismas.

La liquidación comprenderá la constatación y medición de las obras ya realizadas, especificando las que sean de recibo y fijando los saldos pertinentes en favor o en contra del Contratista.

La liquidación se notificará al Contratista al mismo tiempo que el acuerdo de resolución.

2.6. PLAN DE AUTOCONTROL

El Contratista es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación de la ADMINISTRACIÓN concedente el Plan de Autocontrol de Calidad (PAC) que haya previsto, con especificación detallada de los medios humanos y materiales que se compromete a utilizar durante el desarrollo de las obras para este fin.

En este Plan, que se redactará respetando los requisitos de las Normas ISO 9002 y 14002, se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad y pruebas a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por el Contratista en su Plan de Autocontrol en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto. Dicho nivel de intensidad se mantendrá también en el control de calidad del material de las barras de acero corrugado y de cualquier elemento metálico que suministre el Contratista y en el control de calidad de la puesta en obra de cualquier elemento metálico.

En las demás unidades de obra, el Contratista se comprometerá con este Plan a la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Dirección de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por el Contratista en el Plan de Autocontrol.

El Plan de Autocontrol (P.A.C.) deberá indicar claramente el proceso de generación de no conformidades y su cierre. Se debe hacer una mención expresa a la ISO 9002. Asimismo se recogerán en el P.A.C. los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros.

La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados del Contratista. Igualmente podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Autocontrol, incluyendo sus respectivos "Curricula Vitae" y experiencias en actividades similares.

2.7. PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adoptará bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que diere, a este respecto, la Dirección de las Obras.

Especialmente, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial. Además, pondrá especial cuidado en implantar y cumplir todas y cada una de las medidas de Integración Ambiental durante la ejecución de las obras incluidas en el presente Proyecto.

2.8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN

El Contratista adjudicatario de las obras, está obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad las señalizaciones necesarias, balizamiento, iluminación y protecciones adecuadas para las obras, tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

El tipo de vallas, iluminación, pintura y señales circulatorias, direccionales, de precaución y peligro, se ajustará a los modelos reglamentarios, debiendo en las obras que por su importancia lo requieran mantener permanentemente un vigilante con la responsabilidad de la colocación y conservación de dichas señales.

2.9. MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS

Para el mantenimiento de servidumbres y servicios preestablecidos, el Contratista dispondrá todos los medios que sean necesarios, sometiéndose en caso preciso a lo que ordene la Dirección de Obra, cuyas resoluciones discrecionales a este respecto serán inapelables, siendo el Contratista responsable de los daños y perjuicios que por incumplimiento de esta prescripción puedan resultar exigibles. El abono de los gastos que este mantenimiento ocasione se encuentra comprendido en los precios de las distintas unidades de obra.

La determinación, en la zona de las obras, de la situación exacta de las servidumbres y servicios públicos para su mantenimiento en su estado actual, es obligación del Contratista y serán de su cuenta todos los daños y perjuicios que el incumplimiento de esta prescripción ocasione.

El tráfico, tanto de peatones como rodado, será restituido en cada parte de obra tan pronto como sea posible, debiendo siempre permitir el acceso a las fincas y lugares de uso público y sin que ello altere los plazos parciales y totales del Plan de Obra.

El Contratista está obligado a permitir a las Compañías de Servicios Públicos (Gas, Teléfonos, Electricidad, etc.) la inspección de sus tuberías y la instalación de nuevas conducciones en la zona de la obra, de acuerdo con las instrucciones que señale la Dirección de la Obra, con objeto de evitar futuras afecciones a la obra terminada.

El Contratista queda obligado a dejar libres las vías públicas debiendo realizar los trabajos necesarios para dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras, así como las operaciones requeridas para desviar acequias, tuberías, cables eléctricos y, en general, cualquier instalación que sea necesario modificar.

2.10. TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Si fuera necesario el Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra que no se hayan expropiados. La provisión de estos espacios y accesos provisionales que se decidiera utilizar para la ejecución de las obras será totalmente de cuenta del Contratista que también se ocupará de la tramitación administrativa y medio ambiental para obtener las autorizaciones.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar en las propiedades.

2.11. ACCESOS A LAS OBRAS

2.11.1. Construcción de caminos de acceso

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y a su cargo. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes del inicio de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, oleoductos, etilenoductos, obras de drenaje, depósitos de agua, combustible ó de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada ó no, estructuras, muros pantalla, zapatas y cualquier otro elemento, construcción ó canalización que se ven afectados por la construcción de los caminos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

2.11.2. Conservación y uso

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y

conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista. La Dirección de Obra, en caso de discrepancia, realizará el reparto de los citados gastos, abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta.

2.11.3. Ocupación temporal de terrenos para construcción de caminos de acceso a las obras

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

2.12. REUTILIZACIÓN DE MATERIALES

El Contratista estará obligado a reutilizar los materiales de excavación, previo cribado y/o trituración para obtener las granulometrías exigibles a los materiales excavables.

Asimismo, estará obligado a la reutilización de la tierra vegetal extraída de los suelos de mayor capacidad agrológica para el recubrimiento de los terrenos por las obras.

Estará obligado a la reutilización de los equipos e instalaciones de auscultación existente en el caso de estar operativas o que requieran pequeñas reparaciones. Todo esto bajo el control y dirección de la Dirección de Obra.

2.13. ACOPIOS

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de Obra, sobre el lugar a efectuar dichos acopios y el motivo que lo justifique.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma en que el Director de Obra prescriba.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos, al ser utilizados como lugares de acopio, serán a cargo del Contratista, no responsabilizándose la ADMINISTRACIÓN concedente ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

2.14. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MEDIOS AUXILIARES A APORTAR POR EL CONTRATISTA

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista y responsabilidad de éste para la correcta ejecución de las Obras deberán reunir las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar la Dirección de Obra cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso del Director de Obra.

En caso de avería, por causas meteorológicas, actos de vandalismo, robo o cualquier otra causa, deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que no alteren el Programa de Trabajo que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por el Contratista, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que, aunque en los Cuadros de Precios no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad y cargo del Contratista.

2.15. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de las Obras y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

En la obra deberá existir permanentemente a disposición de la Dirección de las Obras, un Proyecto de la misma, un ejemplar del Plan de Obra y un Libro de Órdenes, el cual constará de 100 hojas foliadas por duplicado, numeradas, con el título impreso de la obra y con un espacio en su parte inferior para fecha y firma de la Dirección de las Obras y del representante de la Contrata.

2.16. TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA

El Contratista construirá las obras y suministrará y montará cada una de las obras y/o equipos definidos en este Pliego y en los Planos del Proyecto junto con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

Aquellos equipos cuyo diseño y proyecto definitivo sean de cuenta del Contratista, serán proyectados de acuerdo con las normas vigentes en cada caso, dando debida justificación toda vez que sus bases de cálculo se aparten de las normas vigentes o de las prescripciones contenidas en este Pliego.

El Contratista notificará a la Dirección de las Obras la fecha y el lugar en que se realizarán las pruebas con suficiente anticipación en cada caso.

El Contratista suministrará los servicios de un equipo técnico de montaje, experimentado y competente, necesario para la realización de los ajustes que pudieran ser requeridos en obra, e inspección de la instalación terminada, como también los servicios del personal técnico competente, necesario para la instrucción del personal que estará a cargo de las instalaciones.

Asimismo suministrará los planos de conjunto y detalle necesarios para la correcta interpretación de la ejecución y funcionamiento de los equipos.

2.17. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

El Contratista obtendrá a su costa todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas de ubicación de las mismas o a permisos de ocupación temporal o permanente de las obras.

Será responsable, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencia del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

Serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones por interrupción de servicios públicos o privados, daños causados por apertura de zanjas o desvío de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras o establecimiento de instalaciones necesarias para la ejecución de las obras.

El Contratista dará cuenta de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de los trabajos a la Dirección de las Obras y los colocará bajo su custodia.

También queda obligado al cumplimiento de lo establecido en las Reglamentaciones de Trabajo y disposiciones reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

2.18. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine la comprobación del replanteo general de las obras y los de replanteos parciales de las mismas; los de construcción, remoción o retirada de toda clase de instalaciones y construcciones auxiliares; los de

alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, los de limpieza y evacuación, durante el plazo de su utilización, de desvíos provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados cuya construcción responda a conveniencia del Contratista; los de conservación durante el plazo de toda clase de desvíos prescritos en el Proyecto y ordenados por la Dirección de las Obras que no se efectúen aprovechando carreteras existentes, los de conservación de desagües, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de remoción de las instalaciones, herramientas; materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas; los de instalación y conservación del laboratorio de pié de obra; los de construcción de caminos necesarios para la ejecución de las obras, no incluidos en el presupuesto.

Igualmente, serán de cuenta del Contratista las diversas cargas fiscales derivadas de las disposiciones legales vigentes y las que determine el correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, así como todos los gastos originados por los ensayos de materiales y de control y pruebas de ejecución de las obras y equipos que se especifican en este Pliego.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del Contratista todos los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de todos los materiales acopiados en la obra, la desmantelación de todas las instalaciones de obra, la retirada del campamento de la obra, la restitución completa si así lo considera conveniente la ADMINISTRACIÓN concedente de los préstamos, vertederos, pistas de obra, caminos de acceso, zona de acopio de materiales, desvíos provisionales de cauces, carreteras y caminos que hayan sido utilizados para la obra y en general cualquier elemento o construcción provisional que haya realizado dicho contratista dentro y fuera de la zona de obra.

Asimismo el Contratista finalizará en el plazo más breve posible los tajos que en esos momentos estuviera ejecutando y que por motivos de seguridad o cualquier otro que considere la Dirección de Obra sea necesario terminar.

Llegado este caso el Contratista deberá abandonar la obra en un plazo que será fijado por la ADMINISTRACIÓN concedente, debiendo mantener hasta ese momento todos los equipos necesarios para realizar los trabajos arriba mencionados.

2.19. OBRAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTÁ TOTALMENTE DEFINIDA EN EL PROYECTO

Las obras cuya ejecución no está definida ni contemplada en el presente Proyecto se abonarán a los precios del Contrato y según las condiciones recogidas en el presente Pliego que serán de aplicación en cualquier caso.

El Contratista está obligado a la ejecución de las mismas cuando el Director de Obra considere que son necesarias para la continuidad de la obra, su seguridad, o por cualquier otro motivo que aquel considere.

De la misma manera se abonará la extracción de escombros y desprendimientos que ocurran durante el plazo de garantía siempre que sean debidos a movimiento evidente de los terrenos y no a faltas cometidas por el Contratista.

2.20. OBRAS QUE QUEDAN OCULTAS

Sin autorización del Director de Obra o personal en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de las excavaciones abiertas de las obras que queden ocultas. Cuando el Contratista haya procedido a dicho relleno sin la debida autorización, podrá el Director de Obra ordenar la demolición de los ejecutados siendo a cargo del Contratista que también será responsable de los eventuales errores de ejecución y acabado de dicha unidad y, en todo caso, el Contratista será responsable de las equivocaciones que hubiese cometido.

2.21. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito la Dirección de las Obras.

2.22. SEGURIDAD Y SALUD

En anejo a la Memoria del presente proyecto se adjunta el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud en las obras en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Por aplicación del mencionado Decreto, el Contratista está obligado a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en las obras en el que se analicen, estudien y contemplen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el citado Estudio, con las alternativas de prevención que la Empresa Adjudicataria proponga y con la correspondiente valoración económica que no podrá implicar disminución de su importe total, ni de los niveles de protección previstos en dicho Estudio.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de las obras. Para ello el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá realizar un informe, el cual elevará para su aprobación, al Servicio correspondiente de la Administración Pública adjudicataria de la Obra. El Plan se considerará aprobado una vez que haya sido autorizado por el Órgano competente de conceder la apertura del Centro de Trabajo.

El abono del presupuesto del Estudio citado se realizará de acuerdo con los correspondientes Cuadros de Precios que figuran en este proyecto, o en su caso, en los del Plan de Seguridad y Salud en las Obras aprobado por la Administración y que se consideran documentos del Contrato a dichos efectos.

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anejo a la Memoria.

2.23. CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La ADMINISTRACIÓN concedente y el Contratista se comprometen a colaborar en la mejora del medioambiente en las instalaciones, y a la búsqueda de soluciones adecuadas a los problemas comunes.

El Contratista está obligado a que todo su personal conozca todas las normas establecidas, y en ningún caso se podrá alegar ignorancia o desconocimiento de las mismas.

El Contratista contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos ambientales legales que en cada momento se establezcan en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. En todo caso el Contratista será responsable de cualquier incumplimiento legal que se pueda derivar de la mala gestión ambiental, relativa a la actividad o servicio desarrollado en las instalaciones ejecutadas.

El Contratista deberá suscribir un seguro de responsabilidad civil que cubra cualquiera de los daños que pudiera ocasionar al Medio Ambiente en el desarrollo de la actividad contratada.

En el caso de contratación de obras o servicios por parte del Contratista, las empresas contratadas bajo su control deberán asumir las obligaciones, cumplir los requisitos en materia ambiental y seguir las pautas de actuación existentes en el entorno de la Cuenca del Guadalquivir, en las actividades que efectúen, siendo aplicables las estipuladas en el presente Proyecto.

El Contratista establecerá junto con el Director de Obra las líneas de comunicación entre los organismos implicados, con objeto de solicitar y comunicar toda la información en materia medioambiental necesaria: requisitos ambientales, consultas, datos, aclaraciones, incidentes o medidas adoptadas, informes, etc., antes, durante o previa finalización de sus actividades.

El Contratista elaborará y presentará un Plan de Vigilancia Ambiental para el control de las actividades con repercusión medioambiental, el cual estará sometido a la aprobación por

parte de la ADMINISTRACIÓN concedente, del Director de Obra o Responsables de Medio Ambiente, previa consulta no vinculante, con el compromiso de actualización y adecuación constante a la normativa y requisitos medioambientales vigentes. En este documento se contemplarán las actuaciones a desarrollar por el Contratista para realizar el seguimiento, control medición y gestión de residuos, vertidos y emisiones de ruido o de gases a la atmósfera, o cualquier otra incidencia ambiental que pudieran generar sus actividades. El Contratista asumirá los posibles costes derivados de la aplicación del Plan de Vigilancia Medioambiental.

En caso de incumplimientos de la normativa legal o requisitos medioambientales por parte del Contratista, la ADMINISTRACIÓN concedente ostenta el derecho de adoptar las medidas adecuadas para resolver dicha situación, incluida la resolución del contrato, en función de la reiteración o gravedad de la infracción, a cuyo efecto un incumplimiento de la normativa legal o requisitos medioambientales o de las cláusulas medioambientales será considerado infracción grave. La comisión de otra falta grave en el plazo de duración del contrato será considerada como falta muy grave, pudiendo dar lugar a resolución del contrato con pérdida de fianza, dependiendo de la naturaleza del perjuicio causado, todo de acuerdo con la cláusula correspondiente sobre incumplimientos. El Contratista estará obligado a asumir los costes derivados de las acciones de control, medición, gestión, prevención y corrección, originados por los citados incumplimientos.

A requerimiento de la ADMINISTRACIÓN concedente, el Contratista asumirá la obligación y el coste de la reposición del medio a la situación previa al suceso o actividad no conforme a requisitos medioambientales. Al margen del posible coste de reposición, la ADMINISTRACIÓN concedente se reserva el derecho de solicitar resarcimientos y compensaciones al Contratista en caso de incumplimientos que generen costes económicos adicionales, degradación ambiental, sanciones o denuncias de las administraciones competentes o el deterioro de la imagen pública.

El Contratista informará al Director de Obra, Coordinador, Supervisor o Responsable de medio ambiente de la ADMINISTRACIÓN concedente asignado, de todos los incidentes con repercusión medioambiental que tengan lugar en el desarrollo de las actividades.

La ADMINISTRACIÓN concedente podrá efectuar inspecciones sobre los aspectos medioambientales de las actividades a realizar, al inicio de los trabajos, al finalizar y con

carácter discrecional durante el desarrollo de los mismos, debiendo el Contratista facilitar el acceso a sus instalaciones al personal de la ADMINISTRACIÓN concedente.

El Contratista se responsabilizará que las instalaciones utilizadas en el desarrollo del contrato como: oficinas, aparcamiento de coches y maquinaria, almacenes y acopio de materiales, estén dispuestas de forma ordenada y exenta de basuras.

El Contratista procurará que la percepción visual de las instalaciones provisionales de las obras, sea la menor posible.

El Contratista es responsable, de que cuando los trabajos finalicen, se restituyan y restauren los terrenos de los caminos interrumpidos o construidos como consecuencia de las obras.

2.24. MEDICIÓN Y ABONO

2.24.1. Medición de las diversas fases de las obras

Todas las fases de obra se medirán por las unidades que figuran en el Cuadro de Precios Número 1, y se abonarán las que se hayan ejecutado según las órdenes e instrucciones del Ingeniero Director de las obras a los precios que aparecen en dicho Cuadro.

El Ingeniero Director de las obras, antes del inicio de los trabajos, señalará al Contratista el proceso que ha de seguirse para la ordenada toma de datos y consiguiente medición de las sucesivas fases de obra.

Sin perjuicio de particularizaciones que se hagan en este Pliego, el sistema a seguir será tal que no se iniciará una fase de obra sin que previamente esté medida y conformada la anterior. Las formas y dimensiones de las distintas obras a ejecutar, serán las establecidas en los planos incluidos en el Proyecto. Las modificaciones que, sobre ellas, hayan de introducirse serán ordenadas por escrito, mediante la correspondiente orden de ejecución, por el Ingeniero Director de las obras o persona en quien delegue. En estos casos el Contratista firmará el ENTERADO en el original que quedará en poder del Ingeniero Director de las Obras, debiendo éste entregar a aquél una copia firmada por dicho Ingeniero Director, o persona en quien delegue.

Finalizada una fase de obra y antes de pasar a la fase siguiente, el Contratista habrá de firmar el CONFORME a la medición correspondiente, que inexcusablemente será consecuente con los planos del Proyecto o los entregados por el Ingeniero Director de las obras o persona en quien delegue, con la consiguiente orden de ejecución. Si el Contratista iniciara la fase de obra siguiente sin haber conformado la fase anterior, se entenderá que presta implícitamente su conformidad a las mediciones del Ingeniero Director de las Obras.

Se hace especial advertencia al Contratista de que no será tenida en cuenta reclamación alguna que pueda hacer sobre modificaciones realizadas, aumentos de unidades, cambios en el tipo de unidad, obras complementarias o accesorias, exceso de volúmenes, etc., que no hayan sido ordenados por escrito por el Ingeniero Director de las Obras o persona en quien delegue, sea cualesquiera que sean los problemas o dificultades surgidos durante la construcción de una determinada clase de obra. El Contratista, antes de comenzar a ejecutar cualquier fase de obra, recabará del Ingeniero Director de las Obras o persona en quien delegue, la correspondiente orden de ejecución firmada por éste. Tan pronto se finalice esa fase de obra, y una vez conformadas las mediciones correspondientes, el Contratista recabará del Ingeniero Director de las obras una copia de dichas mediciones firmadas por dicho Ingeniero Director o persona en quien delegue. Este podrá ordenar, si lo estima oportuno, la paralización de un determinado tajo, hasta tanto el Contratista haya conformado las mediciones de la fase anterior, sin que dicho Contratista tenga derecho a reclamación alguna de daños y perjuicios. Las mediciones parciales así efectuadas, y aún en el caso antes considerado de aceptación implícita por parte del Contratista, tendrán carácter de definitivas.

Como consecuencia, no procederá reclamación alguna por parte del Contratista con posterioridad a la conformación de la medición parcial correspondiente, o sobre la medición de una fase de obra en la que se haya iniciado la fase siguiente. Cualquier reclamación que sobre la medición correspondiente pretenda hacer el Contratista, ha de ser efectuada en el acto de la medición parcial.

El medio normal para la transmisión e instrucciones al Contratista, será el Libro de Órdenes que se hallará bajo su custodia en la Oficina de obra.

En cualquier caso la normativa será la obligada por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos y mediciones o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono lo excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

2.24.2. Abono de las obras

Condiciones generales

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenida en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluya alguno en el artículo correspondiente.

Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas y todas cuantas operaciones directas o incidentales sean necesarios para que las unidades de obra, terminadas con arreglo a lo especificado en este Pliego y en los Planos, sean aprobadas por la Administración.

Aplicación del cuadro de precios Nº 2

En caso de liquidación de obra por rescisión de contrato o cualquier otro motivo, de las partidas, excepto "materiales" que figuran en el Cuadro de Precios Nº 2, no se abonará nada al Contratista a no ser que se trate de una unidad de obra completa y acabada, en cuyo caso se abonará íntegramente.

Tan sólo podrá ser objeto de abono la parte correspondiente a materiales básicos constitutivos de la unidad de obra, siempre que sean aceptados por el Ingeniero Director. En este caso al importe de dichos materiales aceptados les será de aplicación el porcentaje del 6% correspondiente a "coste indirecto", tal y como queda reflejado en el Cuadro de Precios nº 2.

Partidas alzadas

El abono de dichas partidas alzadas se realizará en la certificación de la liquidación, sin que las mismas puedan ser variadas por modificación del Presupuesto Total, salvo en el supuesto de rescisión del Contrato, que serán abonadas en la proporción que el Ingeniero Director de la Obra establezca de forma inapelable respecto a la totalidad de las partidas previstas

Se incluyen también partidas alzadas a justificar.

2.25. CONDICIONES PARA FIJAR LOS PRECIOS

Si se considerase necesaria la formación de precios contradictorios entre la ADMINISTRACIÓN concedente y el Contratista, este precio deberá fijarse con arreglo a las unidades del cuadro de precios del presente Proyecto siempre que sea posible.

La fijación del precio deberá hacerse obligatoriamente antes de que se ejecute la obra a la que debe aplicarse. Si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de cumplir este requisito, el Contratista quedará obligado a aceptar el precio que para la misma señale la ADMINISTRACIÓN concedente.

En caso de falta de acuerdo entre la ADMINISTRACIÓN concedente y el Contratista ambas partes se someterán a arbitraje de acuerdo con lo establecido en los párrafos siguientes:

- Cualquier cuestión, disputa o diferencia que pudiera surgir entre las partes proveniente de la interpretación y/o ejecución del Contrato y sus anejos, se resolverá mediante el arbitraje que prevé Ley 60/2003, de 23 de diciembre, de Arbitraje, sin perjuicio de la plena efectividad de los compromisos contractuales contrato y sus anejos que, no obstante, habrán de acomodarse a la decisión del arbitraje.
- Las partes se someten al arbitraje institucional de la Corte Civil y Mercantil de Arbitraje (CIMA), a quien se le encarga la designación del Árbitro o Árbitros y la administración del arbitraje, obligándose desde el momento de la firma del contrato dichas partes al cumplimiento de la decisión arbitral.
- El arbitraje será de derecho. El plazo para dictar el laudo será de 180 días desde la aceptación del arbitraje. Su regulación y el procedimiento aplicable quedarán

sometidos a la mencionada Ley, o a la posterior que la sustituya, y al Reglamento de Procedimiento de la Corte Civil y Mercantil de Arbitraje.

2.26. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Si alguna unidad de obra no cumpliera las prescripciones que para la misma se establecen en el presente Pliego, deberá ser demolida y reconstruida a costa del Contratista, sin embargo, si aún con menor calidad que la exigida resultase aceptable, a juicio de la Dirección de las Obras, se fijará por ésta el precio a abonar por la misma en función del grado de deficiencia. El Contratista podrá optar por aceptar la decisión de aquella o atenerse a lo especificado al principio de este artículo.

Cuando se sospeche la existencia de vicios ocultos de construcción o de materiales de calidad deficiente, la Dirección de las Obras podrá ordenar la apertura de catas correspondientes, siendo de cuenta del contratista todos los gastos de apertura, ensayos, etc. que se originen de esta comprobación, en caso de confirmarse la existencia de dichos defectos.

2.27. CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y a retirar y desmantelar al final de las obras todas las instalaciones de obra, el campamento, la restitución completa de los préstamos, vertederos, pistas de obra, caminos de acceso, zona de acopio de materiales y su retirada completa, almacenes, desvíos provisionales de cauces, carreteras y caminos que hayan sido utilizados para la obra y en general cualquier elemento o construcción auxiliar o provisional que haya realizado dicho contratista dentro y fuera de la zona de obra.

Las instalaciones auxiliares de obra no ubicadas en el Proyecto, se localizarán en las zonas de menor valor ambiental.

El Contratista evitará todo vertido potencialmente contaminante, en especial en cauces y vaguadas, en las áreas de repostaje de combustible, en el parque de maquinaria si lo hubiere, en el campamento de obra, en el almacén o zona de acopio de sustancias tóxicas y peligrosas tales como desencofrantes, pinturas y disolventes, aceites y de cualquier tipo, y

en general en cualquier zona de la obra o externa a ella donde pueda haber presencia de algún material contaminante.

2.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta, hasta que sean recibidas, todas las obras que integran el Contrato.

Transcurrido el plazo de ejecución y si las obras resultasen construidas con arreglo a las condiciones estipuladas y a satisfacción la ADMINISTRACIÓN concedente, ésta lo constatará en un acto formal y positivo de Recepción o Conformidad dentro del mes siguiente de haberse producido la entrega o realización del objeto del contrato.

Para la recepción y liquidación de las obras, se seguirá lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y en la Legislación vigente.

Sólo serán objeto de recepción parcial las partes de la obra que específicamente indique la Dirección de las Obras.

El plazo de garantía será el indicado en el Pliego de Condiciones Administrativas Particulares y empezará a contar a partir de la fecha de la citada Recepción, durante el cual será de cuenta del Contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

Terminado el plazo de garantía, se procederá a un reconocimiento de las obras, y si del mismo resultan que se encuentran en perfecto estado, se procederá a su recepción de las mismas. En caso contrario, se aplazará la misma hasta que se hayan corregido los desperfectos observados, levantando entonces el Acta de Recepción.

Una vez terminadas las obras, se procederá a realizar su limpieza final. Asimismo, todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos o edificios con carácter temporal, serán removidos, salvo prescripción en contra de la Dirección de las Obras.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con la zona circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se considerarán incluidas en el Contrato, y por tanto su realización no será objeto de ninguna clase de abono.

2.29. OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no excusará en ningún caso la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

2.30. EXTINCIÓN DEL CONTRATO

El contrato se entenderá cumplido cuando el Contratista haya realizado, de acuerdo con los términos establecidos en aquel y a satisfacción de la ADMINISTRACIÓN concedente, el objeto de dicho contrato.

2.31. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS

Antes de dar comienzo a las obras, la Dirección de las Obras, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la comprobación del replanteo.

Del resultado de esta comprobación general se levantará Acta que suscribirán la Dirección de las Obras y el Contratista. Este Acta se elevará a la Superioridad para su aprobación y en ella constará la conformidad entre el proyecto y el terreno o las variaciones existentes en su caso.

El Contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Las obras objeto del presente Proyecto, se iniciarán al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo, empezando a contar el plazo a partir de dicha fecha.

En el período comprendido entre la adjudicación definitiva y la de replanteo de las obras, el Contratista podrá, bajo su responsabilidad, proceder a la organización general de las mismas, gestión de suministros de materiales y medios auxiliares necesarios y en general, a todos los trámites previos necesarios para que una vez comenzada la obra, no se vea interrumpida por obstáculos derivados de una deficiente programación.

2.32. GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Serán de cuenta del adjudicatario de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas, cuyos importes no excederán del uno y medio por ciento (1,5%), los de replanteo y del uno por ciento (1%) los de liquidación, todo ello referido al presupuesto de las obras y con sujeción a las disposiciones vigentes.

2.33. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El contratista proporcionará a la Dirección de Obra toda clase de facilidades tanto para la comprobación de los replanteos como para la inspección de las obras, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o equipos o se realicen trabajos para las obras.

2.34. ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA

Los ensayos y pruebas, tanto de materiales como de unidades de obra, serán realizados por laboratorios especializados en la materia y reconocidos oficialmente, que en cada caso serán propuestos por el Contratista para su aceptación por la Dirección de las Obras, debiendo aportarse tarifa de precios de dichos laboratorios.

De los gastos de ensayo y control de materiales será a cargo del Contratista hasta un uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución Material, el resto de los gastos por este capítulo será a cargo de la Administración.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente en el acta del reconocimiento final, pruebas de recepción o plazo de garantía.

3. CONDICIONANTES DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LOS SISTEMAS DE CONTROL

En el siguiente capítulo, se especifican las características técnicas que deberán tener los equipos que conformarán cada uno de los sistemas de control instalados en el conjunto de los trabajos que conforman la ejecución de este proyecto.

El conjunto de los equipos se dividirá según la variable que controlen en las diferentes presas. Por lo tanto, se van a tratar por separado los equipos que controlen variables hidráulicas, deformacionales, o térmicas.

El contratista presentará al Director de Obra con antelación mínima de tres meses a la fecha de inicio del comienzo del montaje de los equipos de auscultación, diferentes ofertas de casas especializadas en las que deberán figurar las características técnicas de los aparatos y materiales que está previsto colocar en cada presa, así como instrucciones detalladas para su montaje, utilización y mantenimiento. Presentará asimismo, de cada uno de los diferentes dispositivos, referencias de las presas en que se han instalado.

Una vez ponderadas las diferentes ofertas, el Director de las Obras elegirá los aparatos que considere más idóneos, aunque su elección no exime al Contratista de la obligación y responsabilidad que tiene de que funcionen adecuadamente.

3.1. SISTEMA DE CONTROL HIDRÁULICO

Para realizar un efectivo seguimiento y control de las variables hidráulicas, se tomarán como referencia 2 variables:

- Presiones intersticiales y subpresiones
- Caudales de las filtraciones
-

3.1.1. Control de las presiones intersticiales y de las subpresiones

Para el seguimiento de las presiones intersticiales o subpresiones, se utilizarán piezómetros de cuerda vibrante los cuales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Tiempo de respuesta muy corto trabajando a volumen constante.
- Todos sus materiales serán inoxidables. En zonas de contacto con agua salada los materiales para el diafragma y la carcasa serán especiales para estas concentraciones especiales en el agua.
- Su rango de medida será de cero a diez kilogramos por centímetro cuadrado (0-10 kg/cm²), para todos los piezómetros que se coloquen en la presa.
- La sensibilidad será igual o superior a una milésima del rango.
- La resistencia a la entrada del aire de las piedras porosas podrán definirse en función del grado de saturación del suelo o cimiento, alcanzando hasta cuatro con cinco kilogramos por centímetro cuadrado (4,5 kg/cm²).
- El sistema de lectura será electrónico y digital.
- Se utilizará un cable protegido, impermeable y provisto de alma de acero para absorber tracciones.
- Posibilidad de efectuar lecturas negativas.

A su vez, las características técnicas de estas unidades de control deberán tener los siguientes valores:

- Rango de medición: 350-700 kPa
- Sobrecarga: 100%
- Sensibilidad: 0,025%
- Precisión: <0,5%
- Tipo de señal de salida: Frecuencia
- Material: acero inoxidable
- Diámetro: 28 mm
- Longitud: 200 mm

3.1.2. Control de filtraciones

Para el seguimiento de los caudales de las filtraciones, se utilizará el aforador de pared delgada sin contracción lateral con vertedero de sección triangular o rectangular. Las filtraciones internas de una presa normalmente se controlan con aforadores Thomson, es decir los de pared delgada con vertedero triangular (en general con ángulo de 90º). Estos vertederos, serán de acero inoxidable, y sus dimensiones irán en función del canal o cuneta en el que hayan de ser instalados.

Si las características del canal o cuneta lo permiten, se instalará un cajón aforador con una válvula de desagüe o limpieza en la parte inferior del vertedero, de 10 cm de diámetro aproximadamente, para de esta forma favorecer las labores de limpieza y mantenimiento del aforador, evitando la acumulación de residuos en el fondo del canal.

También se instalarán escalas milimetradas para el control manual de la altura del nivel de agua, estas escalas se fijarán en el hastial del canal y parcialmente sumergidas en el agua. La escala milimetrada será de Acero Inoxidable con las marcas en negro y el fondo de la misma en blanco o amarillo. Deberán apreciarse perfectamente las divisiones de la escala cada 5 y 10 mm, así como el nivel de la lámina de agua sobre la escala. Esta escala se encontrará fijada con pegamento industrial sobre una fina plancha de acero inoxidable con un orificio en su parte superior. A través de este agujero, la lámina se fijará sobre una guía de acero inoxidable mediante un mecanismo de tornillo-tuerca de palomilla. Gracias a esta guía, la escala será completamente regulable, y podrá extraerse del agua siempre y cuando no se esté realizando lectura manual alguna.

Estos aforadores se situarán perpendiculares al canal o cuneta en los puntos previstos, obligando a que la corriente de agua circule a través del vertedero y de esta manera obtener dicho caudal mediante una expresión matemática.

Además, se tiene la posibilidad de automatizar estos aforadores, mediante la instalación de un sensor de ultrasonidos. Los sensores de ultrasonidos trabajan midiendo el eco. Si el impulso de ultrasonido enviado por el sensor, encuentra un obstáculo, éste lo refleja. Seguidamente, el sensor calcula la distancia al objeto, midiendo el tiempo transcurrido desde que se envía el impulso hasta la recepción del eco.

Las principales características técnicas que deberán tener estos dispositivos automáticos, serían las siguientes:

- Zona ciega: 30 mm.
- Extensión de exploración de trabajo: 250 mm.
- Límite de exploración: 350 mm.
- Frecuencia ultrasónica: 320 Hz.
- Resolución, frecuencia de exploración: 0,36 mm.
- Reproducibilidad (condiciones ambientales constantes): ± 1 mm.
- Deriva de temperatura: compensada interiormente, puede ser apagada (0,17% K en compensación).
- Alimentación V_B: 12 V. 30 V DC.
- Rizado: ± 10%.
- Consumo: ≤ 60 mA.
- Salida digital: pnp, V_B-2V, Imax=500 mA.
- Salida analógica: Salida de corriente = 4-20 mA (RL ≤ 500Ω/VB ≥ 12V). Salida de tensión = 0-10 V (RL ≥100 kΩ, VB≥15V). Reconocimiento de carga automático.
- Carcasa de latón niquelado o de acero inoxidable fijada con tuerca roscada de M30x1,5.
- Elemento instalado (Touch Control) con 2 botones accesibles en la carcasa.
- Indicación de estado: 2 Leds tricolor
- Temperatura de funcionamiento: -20ºC a +70ºC
- Temperatura de almacenamiento: -40ºC a +85ºC
- Tipo de conexión: Conector M12 con 5 pines, material PBTP
- Conexión y descripción de pines: Conector macho M12 de 5 pines, como accesorio. Se incluirá el cable de conexión.

3.2. SISTEMA DE CONTROL DEFORMACIONAL

Para el control deformacional de la estructura, se toman en consideración las siguientes variables:

- Desplazamientos horizontales

- Deformaciones en el cimiento
- Desplazamientos relativos de juntas y fisuras

Para cada una de estas variables se efectúa el seguimiento mediante un tipo concreto de sistema

3.2.1. Desplazamientos horizontales

Los desplazamientos horizontales pueden controlarse mediante la instalación de péndulos que registren estos desplazamientos a lo largo del eje vertical en el que se instale el hilo del mismo.

Existen 2 tipologías de péndulos, por un lado los péndulos directos, los cuales registran desplazamientos horizontales relativos, y por el otro, los péndulos invertidos, que registran desplazamientos horizontales absolutos siempre y cuando su anclaje se encuentra a una profundidad mayor o igual a 1/3 de la altura total de la estructura.

Por lo tanto, el péndulo directo se emplea para el control de los desplazamientos horizontales relativos. Este péndulo se encuentra íntegramente fabricado en materiales inoxidables y esencialmente se encuentra formado por los siguientes elementos:

- Soporte corredero superior para anclaje y centrado del hilo.
- Depósito de acero inoxidable contenedor de aceite. Las dimensiones estándar del depósito son: 320 mm de diámetro exterior, 300 mm de diámetro interior y 400 mm de altura.
- Las dimensiones del peso del péndulo son: de 120 mm de diámetro y 200 mm de longitud. Dotado de aletas longitudinales que facilitan su estabilidad y de un sistema especial de sujeción del hilo.

Por otra parte, se tiene el péndulo invertido, el cual se utiliza para controlar los desplazamientos horizontales absolutos, tal y como se ha descrito anteriormente. Este péndulo se encuentra íntegramente fabricado en acero inoxidable y esencialmente formado por los siguientes elementos:

- Depósito contenedor de aceite provisto de visor y válvula o grifo. Las dimensiones estándar del depósito son 550 mm de diámetro y 500 mm de altura.

- Flotador con aletas longitudinales que facilitan la estabilidad y dimensionado para proporcionar un empuje de 60 Kg.
- Tapa con asa.
- Dispositivo para dar tensión al hilo.
- Hilo de acero inoxidable de 1.0 mm de diámetro.
- Anclaje de fondo (20 Kg) con sistema especial para suspensión del anclaje (contrapeso), provisto de estrías horizontales para facilitar su adherencia al ser inyectado con lechada.
- Bridas planas de sujeción del hilo.

Para el registro de lecturas manuales de estos péndulos, se instalará un coordinómetro biaxial óptico en cada punto de lectura montado sobre una consola instalada en obra. Las principales características que deben cumplir estas unidades de control manual, son las siguientes:

- Rango: X = 100 mm / Y = 150 mm
- Indicación: Digital
- Resolución: 0,01 mm
- Precisión: 0,1 mm
- Iluminación integrada: Batería de recambio tipo 3 V CR2477N
- Calibre: Posición del punto cero permanente, batería de recambio tipo 1,5 V SR44
- Lectura: Métrica
- Óptica estándar: Óptica angular para el eje X / Óptica recta para el eje Y

La lectura automática del péndulo se realiza, simultáneamente a la manual de las planchetas fijas PFH, con las TELEPLANCHETAS para la medición de desplazamientos de péndulos mod. TLPC-002 .

Esta teleplancheta está diseñada para la medición a distancia de desplazamientos horizontales al eje de un hilo de péndulo directo o invertido, mediante una varilla palpadora.

La plancheta está construida con gran robustez y con materiales inoxidables de alta calidad, así como protegida contra humedades que puedan degradar el material (con protecciones IP-67(DIN 40050) para la electrónica).

Cada teleplancheta realiza medidas según un eje de un plano horizontal, y dispone de los ajustes necesarios para las tres direcciones del espacio.

La teleplancheta consta de tres partes bien definidas.

- Sensores de alta precisión.
- Sistema de ajustes de instalación, con absoluto grado de libertad, y que permiten una excelente nivelación de la plancheta, así como orientación adecuada a la dirección de control.

El sensor es tipo óptico y por tanto no tiene contacto de fricción que origine desgaste mecánico con el uso. También, debido a un cojinete especial, se consigue muy bajo par, no provocando la desviación del hilo del péndulo. Este sensor incluye un convertidor de corriente con salida normalizada de 4-20 mA.

Las características generales de la teleplancheta son:

Rango:	25 mm (+/- 12.5 mm)
Precisión:	+/- 0.2% del rango (0.1 mm)
Linealidad:	+/- 0.05%
Tensión de alimentación:	24 Vcc ± 10% con 10 % de rizado máximo
Repetibilidad:	+/- 0.2%
Tiempo de respuesta:	2 ms
Consumo máximo:	1,6 W
Coeficiente térmico:	* +/- 0.5% / 10ºC desde –25º a 70ºC +/- 0.3% / 10ºC desde 0º a 40ºC
Máxima temperatura de trabajo:	-25ºC a + 70ºC
Protección del Sensor:	IP-67
Protección del Equipo:	IP-67
Ajuste de corrección de cero	
Ajuste del factor de escala	
Medidas aproximadas:	* alto 260 mm * ancho 160 mm * profundo 390 mm

El suministro incluirá los soportes de acero inoxidable para las teleplanchetas.

Calefactor o climatizador

La teleplancheta se suministra dotada de un dispositivo interno de climatización del sensor. Normalmente la humedad relativa del captor no debe exceder del 75%, a una temperatura entre -25 ºC y 70 ºC. Para una humedad superior o igual al 90% y para el rango de temperaturas entre –25ºC a 70ºC, se precisa la incorporación de este calentador de resistencia de película.

La alimentación de este climatizador se realiza desde una fuente de alimentación (FA) independiente y externa a la teleplancheta, ya que, aunque la tensión de alimentación es también de 24 VDC, su funcionamiento debe ser contínuo, regulado por un termostato, e independiente al de la teleplancheta. El consumo del calefactor es de 0.5 Watios.

Cable

Las características del cable son:

- Conductores de cobre electrolítico pulido.
- Aislamiento en PVC y apantallado.
- Conductores cableados.
- Pantalla común de trenza de hilo de cobre estañado.
- Cubierta exterior en PVC.
- Temperatura de servicio de -15 a 80 ºC.

El cable para una (1) teleplancheta es de 4 * 0.5 mm², de los cuales dos (2) hilos corresponden al propio sensor, y los otros dos (2) al calefactor interno.

Del mismo modo, para un conjunto XY de teleplanchetas (2 uds.), se precisará cable o manguera de 8 * 0.5 mm., así como una caja de interconexión para realizar la derivación de la línea a ambas teleplanchetas.

Protector de sobretensiones

Cada teleplancheta se encuentra protegida frente a sobretensiones mediante un EGU-3 de 24 VDC. Dichos dispositivos se encuentran instalados, sobre carril, en las cajas de interconexión correspondientes a los distintos puntos de control.

3.2.2. Deformaciones en el cimiento

Para el control de las deformaciones en el cimiento, se emplean los extensómetros de varillas. El extensómetro de varillas es un aparato mecánico que consta esencialmente de los siguientes elementos:

- Uno o más anclajes en función de los puntos a controlar.
- Varillas de acoplamiento.
- Tubo de revestimiento del varillaje.
- Cabeza detectora de deformaciones.
- Aparato de lectura.

Por lo tanto, el extensómetro de varillas está formado por uno o más anclajes, según los puntos que se deseen controlar. Se utilizan para controlar longitudes máximas de 40 m. Se basa en la detección de deformaciones o desplazamientos entre el anclaje o anclajes, introducidos en un taladro, y una cabeza sensible, emplazada en la boca del referido taladro. Cada anclaje va unido a la cabeza por medio de varillas, las cuales van recubiertas con tubo plástico. Los anclajes van sujetos a la roca por medio de lechada de cemento. Los desplazamientos de los anclajes con respecto a la cabeza, se transforman en desplazamientos de los terminales, los cuales se miden manualmente con un comparador cuya sensibilidad es 0,01 mm, o con un sistema electrónico automático que se describirá más adelante.

Las cabezas de estos extensómetros se encuentran por lo tanto acondicionadas para la introducción del comparador manual, gracias a lo cual, se pueden realizar las lecturas manuales.

Además, tal y como se ha comentado anteriormente, existe la posibilidad de automatizar la señal proporcionada por las varillas del extensómetro. Esta automatización se llevaría a cabo mediante la instalación de sensores de desplazamiento del tipo LVDT, ya que se requieren medidas de posición de alta precisión, con muy bajos rangos de medida y a frecuencias medias.

Estos sensores de desplazamiento inductivo ofrecen ventajas de medidas tales como una resolución infinita y un elevadísimo tiempo de vida debido a la tecnología sin contacto de la que hacen uso, no produciendo desgaste en el elemento sensible. Además de todo ello, este tipo de sensores, resisten entornos húmedos y condiciones de funcionamiento adversas. Sus principales características son las siguientes:

- Rango de medida desde ± 0,25 mm hasta ± 470 mm.
- Precisiones de medida de hasta ± 0,1 %FS
- Frecuencias de trabajo de hasta cientos de Hz.
- Salidas eléctricas configurables (4-20 mA, 0-10V, ±10V, AC).
- Alimentación AC o DC.
- Sensores sumergibles
- Entornos ATEX
- Bajo coste (aplicaciones OEM)

3.2.3. Control de los desplazamientos relativos de juntas y fisuras

Para el control de los desplazamientos relativos de juntas y fisuras se utilizan los medidores tridimensionales de juntas, los cuales están conformados por 2 piezas enfrentadas, de manera que cada una de ellas pueda instalarse a cada lado de la junta a controlar.

Ambas piezas consisten en una barra cuadrada retorcida, de acero inoxidable, de modo que se enfrentan en las tres direcciones del espacio XYZ. Una de ellas presenta unas placas circulares de acero inoxidable formando un triedro, sobre las cuales palpa el comparador de lectura.

La instalación de las dos piezas se realiza con una plantilla especial que permite la fijación de los soportes al hormigón, de forma que las caras del triedro queden paralelas a las del dado y a una distancia determinada.

Las lecturas se realizan con comparador mecánico de las características siguientes:

- Rango: 0-50 mm.
- Resolución: 0.01 mm.
- Precisión: +/- 0.015 mm.

El comparador se calibra con una pieza especial (en forma de tubo) de acero inoxidable o invar, que se suministra con él para tal fin.

3.3. SISTEMA DE CONTROL TÉRMICO

Para establecer el control de la temperatura interna del hormigón, se utilizan termorresistores de platino PT-100, que cumplen la norma DIN 43760. Poseen una cabeza de protección especial, preparada para tener una alta conductibilidad y una baja inercia térmica.

Las principales características de los termorresistores, y de sus elementos auxiliares como el cableado y el equipo de lectura, son las siguientes:

- Termorresistor de platino tipo PT-100:
    - Resistencia: 100 ohm a 0 ºC y 138,5 ohm a 100 ºC
    - Vaina de protección de latón, rellena con material de alto poder conductor
    - Temperaturas de utilización: Desde –220 ºC hasta 500 ºC
    - Diámetro: 12 mm
    - Longitud: 80 mm
    - Coeficiente de autocalentamiento máximo: 3,2 K.W/ ºC
- Cable individual del termorresistor:
    - Material: cobre electrolítico pulido con aislamiento de PVC.
    - Sección del conductor: 0,5 mm²
    - Diámetro exterior del cable: 7,1 mm
    - Tensión de servicio: 500 V
    - Intensidad admisible: 7,5 A
    - Resistencia lineal del conductor de cobre a 20 ºC; 27 ohm/km
    - Temperatura de servicio: -5 ºC a 80 ºC
    - Resistencia del aislamiento: 20 ohm/kw

El equipo manual de lectura será un medidor digital de temperaturas basado en un puente de Wheatstone de alta precisión, estabilizado en temperatura y tensión. Las características mínimas de este aparato serán:

- Rango de temperaturas: -20 ºC a 100 ºC
- Precisión de ± 0,2 ºC
- Contendrá un sistema automático indicador de baja tensión
- Temperatura de almacenamiento: Desde 0 ºC hasta 50 ºC

3.4. SISTEMA DE CONTROL TENSIONAL Y DE CARGAS

Para el control tensional y de cargas en terreno, se utilizan las células de carga de cuerda vibrante, las cuales está diseñadas para la obtención de información sobre la dirección, distribución y magnitud de las presiones totales dentro de una masa de tierra. La célula puede aplicarse igualmente para la medición de presiones en la superficie de contacto en el cimiento. Las principales aplicaciones son las siguientes:

- Distribuciones de las presiones totales en terraplenes y presas.
- Presiones de contacto en los muros de contención, muelles y contrafuertes.
- Presiones de carga en los cimientos.
- Presiones en las paredes en roca.

Las características de estas unidades son las siguientes:

- Precisión, fiabilidad y robustez con estabilidad duradera.
- Fabricadas en acero inoxidable.
- Variedades de los rangos de medida.
- Buena transferencia de señal con longitudes que exceden el kilómetro de distancia.
- Monitorización manual o automática.

Finalmente, se listan las especificaciones técnicas más destacadas de estas unidades de control:

- Rangos: desde 300 hasta 15.000 kPa
- Resolución: 0,025% escala de medida completa (como mínimo)
- Precisión: ±0,1 escala de medida completa
- Linealidad: ±0,1 escala de medida completa
- Rango de temperatura: -20 a +80ºC
- Capacidad de sobre rango: 150% escala de medida completa
- Material: Acero inoxidable o con recubrimiento de acero en polvo

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

En el siguiente capítulo se describen las especificaciones técnicas de instalación de cada uno de los sistemas de control indicados en el apartado anterior, y que han venido detallándose a lo largo del presente documento

4.1. PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE

Los piezómetros de cuerda vibrante propuestos son del modelo 4500S de la marca Geokon Inc. o similar del rango adecuado para esta aplicación (350 y 700 kPa).

Este tipo de sensor presenta una alta fiabilidad y precisión, sin deriva a largo plazo, con muy baja susceptibilidad a la influencia de variaciones térmicas, al tiempo que admite la posibilidad de centralizar las señales de los distintos sensores instalados e integrar estas señales en un sistema automatizado de control. El piezómetro está constituido principalmente por los siguientes elementos:

- Transductor: Está constituido por componentes de acero inoxidable, seleccionados para minimizar los efectos de los cambios de temperatura. Sus componentes se sueldan dejando en su interior una cámara herméticamente sellada en la que se aloja la cuerda vibrante. Los extremos de la cuerda se fijan utilizando una técnica específica de forjado que asegura una alta estabilidad en el tiempo y que permite, además, la miniaturización de sus componentes.

- Entrada de agua: En ambientes geotécnicos es necesario utilizar un filtro para prevenir que las partículas de tierra golpeen directamente el diafragma. El filtro estándar se fabrica de acero inoxidable sinterizado y el tamaño de los poros es de 50 micras. Para su montaje en cabeza de dren, se utilizarán piezómetros con cabeza dotada de rosca, apta para su conexión directa a la línea de presión, en este caso, el tubo del que está provisto el obturador.

El sensor lleva incorporada un termistor para el caso de que se considerase conveniente medir la temperatura en el punto de colocación del mismo.

Las características técnicas fundamentales son:

Piezómetros de cuerda vibrante	Especificaciones técnicas
Rango nominal	Variable de 0,35 a 3 MPa
Sobrerango	200% F.E.
Resolución	0,025% F.E.
Precisión	±0,1% F.E.
Linealidad	<0,5% F.E.
Rango de operatividad térmica	-20ºC a +80ºC
Cable	4 conductores apantallados

En el presente capítulo, se describen los pasos a realizar en la instalación de los piezómetros de cuerda vibrante, desde su montaje y preparación del cableado, hasta su instalación y sellado. La denominación de los piezómetros de cuerda vibrante de aquí en adelante, se realizará del siguiente modo: PCV.

4.1.1. Instalación

PRUEBAS PRELIMINARES.

Cuando se reciba el piezómetro, se debe verificar que la lectura esté en cero. Las lecturas cero en el sitio de recepción deben coincidir con la lecturas de fábrica contenidos en los 20 dígitos después de efectuar las correcciones atmosféricas y de temperatura, según incluyen los datos de calibración que proporciona el fabricante con cada medidor.

ESTABLECIMIENTO DE UNA LECTURA INICIAL CERO

Se empalman los cables del piezómetro con los cables de conexión. Dicho empalme será sellado en el interior de un cilindro plástico que será rellenado de una resina epoxi, la cual se vierte a través de unos embudos que se instalan en dos orificios del cilindro, antes de endurecer dentro del mismo, asegurando así el completo sellado del empalme.

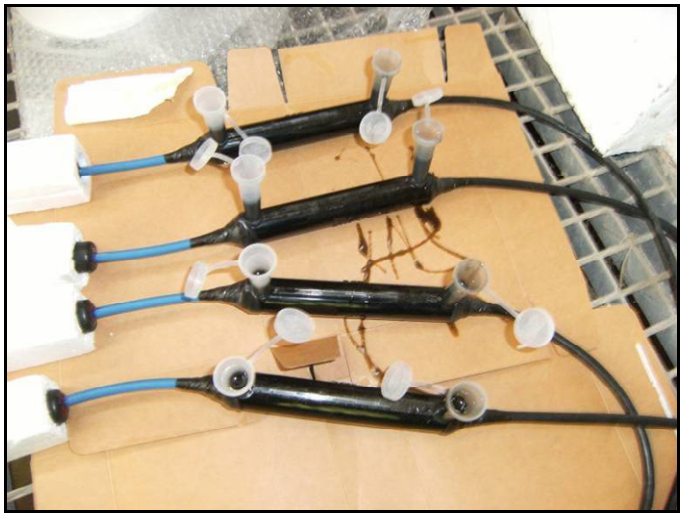


Figura 1. Preparación del sellado del empalme inicial

Seguidamente han de dejarse introducidos en agua durante 24h. Con ello se consigue que el filtro poroso del piezómetro se sature de agua para así tomar la primera medida del mismo sin columna de agua sobre él, pero sí saturado.

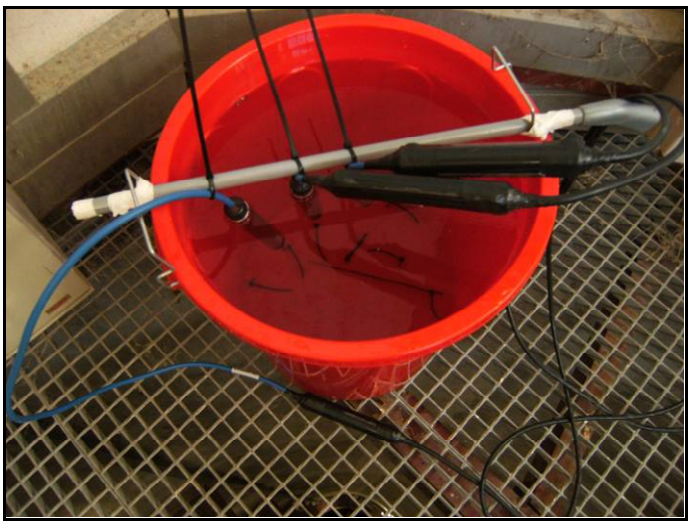


Figura 2. Piezómetros de cuerda vibrante siendo saturados de agua

Es entonces cuando se toma la primera lectura (lectura inicial) del piezómetro, utilizando los cables empalmados y un equipo de lectura manual de cuerda vibrante.

Sin ser extraídos del agua (dentro del mismo cubo), se sitúan cercanos al lugar de instalación. Una vez allí, se introduce dentro del agua una bolsa de geotextil en la que se introduce el PCV. A su vez, una vez introducido el PCV, se rellena la bolsa con arena y se embrida el cierre de la misma. La arena cumple una función de filtro del agua entrante.



Figura 3. Preparación de la bolsa de geotextil

Una vez embridado el conjunto, se toma una medida de la frecuencia registrada por el PCV para continuar confirmando la funcionalidad de la unidad.

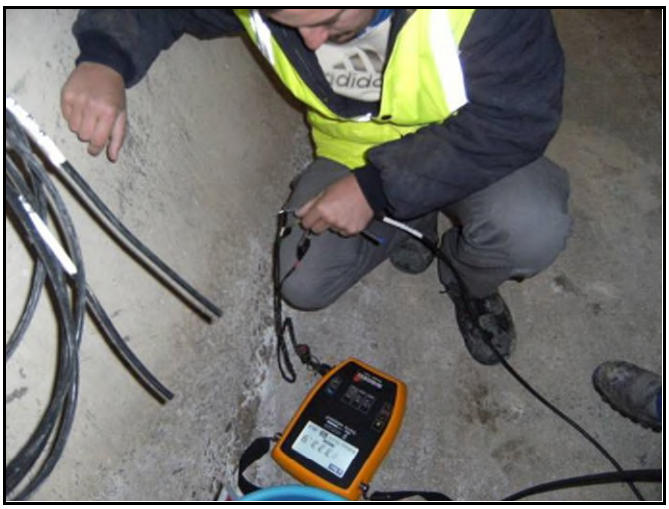


Figura 4. Lectura manual del piezómetro

En estos momentos se toma la medida de instalación del PCV sobre el cable de conexionado, y se corta a la longitud adecuada (longitud de instalación + distancia

desde la boca del taladro a la caja de empalme que se situará como muy lejos en el hastial contrario al del taladro ± 5 m).



Figura 5. Medición de la longitud necesaria de cable

Para conocer la cota de instalación final del PCV, se realizan marcas de distancias sobre el cable (cada 2 o 5 metros, según la profundidad total a controlar).

Se toma por el cable, en un lugar cercano al empalme, y se introduce el conjunto por el taladro correspondiente, y se va dejando suavemente que el conjunto deslice a través del taladro.



Figura 6. Introducción del piezómetro en el taladro

Llega un momento que el PCV tocará el final del taladro (que habrá sido ejecutado hasta la profundidad convenida). Habrá quedado en este momento el PCV a la profundidad indicada. En ocasiones la fragilidad de las paredes del taladro es tal, que pueden darse diferentes desprendimientos de material, los cuales irán a parar al fondo del taladro, o lo que es peor, si el PCV se encuentra ya ubicado, sobre el propio PCV.

Cuando se den estos desprendimientos y para evitar sus posibles consecuencias, se introduce en el taladro una tubería de PVC que asegure la consistencia de las paredes del taladro.

Una vez haya quedado el PCV en su ubicación, ha de tomarse una nueva lectura, donde se registrará la medida del PCV con el agua existente en el propio taladro.

En el taladro, una vez haya quedado ubicado el PCV, se dejará caer una cierta cantidad de arena lavada y calibrada (que cubra unos 20 cm de taladro). Esta arena cumple de nuevo una función de filtro para el agua entrante. Seguidamente, se dejarán caer unas bolas de bentonita, las cuales cumplen una función de sellado. En la siguiente figura se muestra un esquema resumen de la instalación de un piezómetro en un taladro de 20 metros de longitud y de 45º de inclinación:

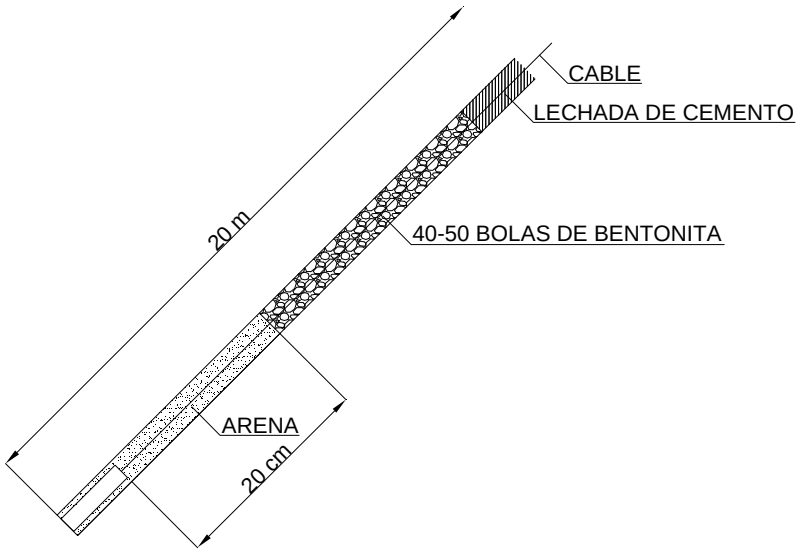


Figura 7. Esquema de instalación de un piezómetro de cuerda vibrante

La utilidad de las bentonitas como material de sellado, se basa fundamentalmente en algunas de sus propiedades características, como son: su elevada superficie específica, gran capacidad de hinchamiento, buena plasticidad y lubricidad, alta impermeabilidad, y baja compresibilidad. Las bentonitas más utilizadas para este fin son las sódicas, por tener mayor capacidad de hinchamiento.

Finalmente se completa el sellado con la inyección de una lechada de cemento que cubrirá toda la longitud del taladro desde las bolas de bentonita hasta la boca del mismo. La inyección de esta lechada se llevará a cabo mediante la utilización de 2 tubos instalados en el hueco libre del taladro.

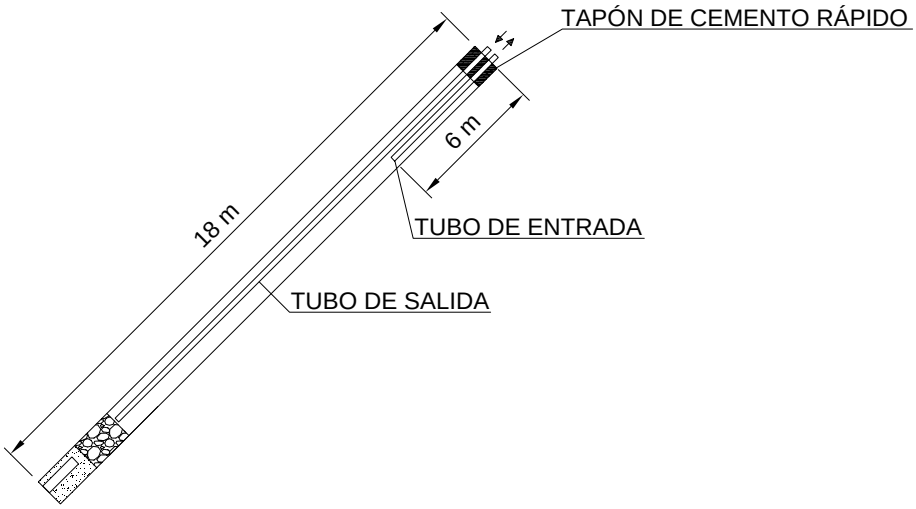
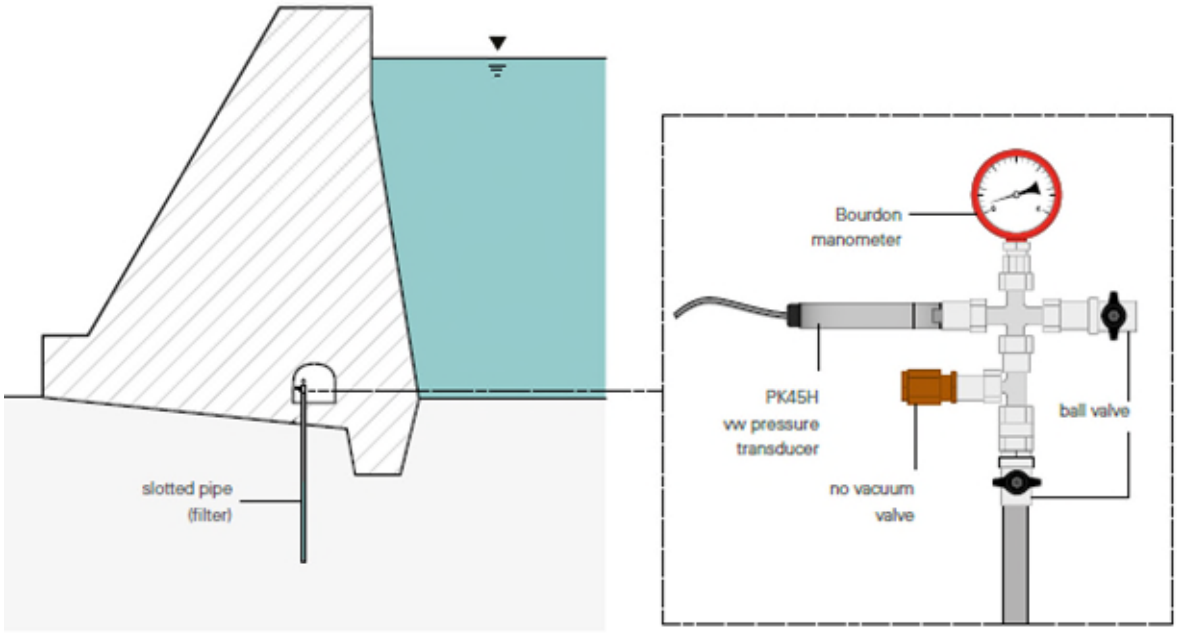


Figura 8. Método de inyección de lechada para el sellado de un taladro de 18 m

El primero de ellos tendrá una longitud de aproximadamente un tercio de la longitud del taladro, y el segundo será más largo, llegando hasta donde llega la capa de bolas de bentonita. La lechada será inyectada por el tubo más largo, e irá rellenando todo el hueco del taladro hasta que finalmente llegue hasta la entrada del tubo más corto, entre en él, y salga por su boca a la entrada del taladro. Si todo el proceso se desarrolla adecuadamente y no existen fisuras en el taladro por las que pueda colarse la lechada, ésta debería salir normalmente por la boca del taladro a través del tubo más corto.

La relación de agua empleada en la mezcla podrá variar según la densidad requerida para sellar efectivamente el taladro, ya que cuánto más densa sea, mejor resultado para taponar posibles vías de escape a lo largo del taladro. En las secciones que por ejemplo, puedan presentar mayor caudal de agua se puede llegar a utilizar mezclas cemento/agua de 2/1.

Para la lectura de se puede realizar mediante un sistema automático mediante un sensor de cuerda vibrante o mediante una llave de paso y otra de drenaje, que permite comprobar su correcto funcionamiento, facilitan la instalación y convierten el piezómetro, en caso de necesidad, en un dren.



4.1.2. Verificación y puesta en marcha

Una vez completados los trabajos de instalación, y el taladro haya sido sellado convenientemente, se procederá a la realización de una nueva lectura de verificación, para de esta forma comprobar el adecuado funcionamiento de la unidad recién instalada. La fijación del cable de señal del PCV se realizará a través del hastial y hasta la caja de empalme cercana, donde se conectará al sistema de centralización instalado, sea este manual o automático.

Una vez realizado el empalme y conectado el cable de señal al cable de centralización que conducirá la señal hasta el armario correspondiente donde se toma su lectura, se realizará una nueva medida de verificación, desde dicho armario de lectura, comprobando de esta forma que el cableado que conecta esta unidad funciona también adecuadamente. De esta forma, el PCV habrá sido incorporado al sistema centralizado y su funcionamiento habrá sido verificado por el personal responsable de su instalación.

4.1.3. Mantenimiento

El mantenimiento de este tipo de sensores, consiste básicamente en la verificación del adecuado estado de conservación del cableado, desde que sale de la boca sellada del

taladro, mientras recorre la distancia hasta la cercana caja de empalme, y hasta que alcanza el armario de centralización.

Deber verificarse que el cable no recibe caída de agua alguna, y que se encuentra adecuadamente fijado a lo largo de todo su recorrido, comprobando la estabilidad de las fijaciones que lo mantienen firmemente asegurado al hastial.

En lo que respecta a las conexiones y empalmes, deberá verificarse que la señal recibida en el punto de lectura, es correcta y no se obtienen valores anómalos. También deben ser comprobados las denominaciones de cada cable, verificando que coinciden exactamente con la unidad a la que están identificando.

4.2. AFORADORES

Para conocer el caudal que circula por una sección determinada y en la mayor parte de los casos para controlar filtraciones, se utiliza el aforador de pared delgada sin contracción lateral, con vertedero de sección triangular o rectangular, dependiendo del caudal a controlar.

Las filtraciones internas de una presa normalmente se controlan con aforadores Thomson, es decir los de pared delgada con vertedero triangular (en general con ángulo de 90º).

Estos aforadores se sitúan perpendiculares al canal o cuneta en los puntos previstos, obligando a que la corriente de agua circule a través del vertedero y de esta manera obtener dicho caudal mediante una expresión matemática.

Las ventajas que presentan los vertederos Thomson son:

- Que pueden medir pequeños caudales, ya que por su forma triangular incrementan la altura de vertido facilitando su lectura en la escala y/o sensor eléctrico. Normalmente se utilizan hasta caudales de 10 l/sg.
- Que en ellos se pueden instalar fácilmente sensores eléctricos que permiten la lectura a distancia y consecuentemente la automatización.
- Que son muy adecuados en localizaciones con poco desnivel, donde los aforadores de tubo no serían cómodos para el control.

El control de filtraciones se basa en la instalación de aforadores de filtraciones tipo vertedero Thompson de acero inoxidable con las dimensiones adecuadas para su

lugar de instalación, efectuándose el registro del caudal de forma automática y manual.

El registro automático a realizar por el sistema integrado de Siemens o marca similar consistente en emisores – receptores de ultrasonidos modelo Echomax XRS 5 o similar, en combinación con la electrónica de medida y gestión LUT400. El equipo permite mostrar los datos en nivel de vertido y en caudal.

Éste equipo permite la centralización de la medida de nivel o caudal al sistema automático de adquisición, presentando la ventaja de poder visualizar dicha medida en la electrónica LUT400 o similar hasta distancias de 150 metros del registro realizado por el sensor Echomax XRS 5.

En las siguientes tablas se detallan las características técnicas:

Sensores tipo Echomax o similar	**Especificaciones técnicas**
Alcance mínimo	0,3 m
Alcance máximo	8,0 m
Frecuencia	13-44 kHz
Ángulo del haz	5º - 12º
Rango de temperatura	-20ºC a +65ºC

Controlador LUT 400 o similar	**Especificaciones técnicas**
Precisión	± 1 mm + 0,17% distancia
Interface	Back-lit LCD 60x40 mm
Comunicaciones	HART, USB
Salidas	3 relés + 1 4-20 mA
Grado de protección	IP67

Además de la posibilidad descrita anteriormente, también se podrán efectuar lecturas de forma manual mediante reglilla graduada de acero inoxidable fijada sobre una placa de metacrilato grabado mediante fresado al laser, con rango apropiado y 1 mm de apreciación. La reglilla de medida se instala unos 60 cm aguas arriba del vertedero, fuera de la zona de perturbaciones en el flujo, fijándose firmemente de modo que su posición sea vertical y el cero coincida con el vértice o con el borde superior del vertedero.

- EQUIPO DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE.

Para la toma de lecturas manuales en los piezómetros de cuerda vibrante, se utilizará un equipo de lectura para sensores de cuerda vibrante de la firma Geokon Inc, modelo GK-405 o similar, con bornas de conexionado apropiadas a las centrales manuales de lecturas o terminales cocodrilos si ésta se realizan de forma provisional en los terminales de los cables.



Consta de una batería recargable que se comunica por Bluetooth®a una computadora de campo Field PC que funciona para las aplicaciones de la GK-405. El Modelo GK-405 puede también leer los termistores que se incluyen en casi todos los sensores de cuerda vibrante y muestra en pantalla directamente la temperatura en °C. Cuando se toman lecturas de celdas de carga un multiplexor integrado escanea de forma automática todos los sensores de cuerda vibrante en ella considerados, promedia las lecturas y aplica el factor de calibración e indica la carga directamente en unidades de ingeniería. Todas las lecturas se pueden guardar y exportar a números diferentes de formatos de archivos. La sincronización con un equipo host es simple y sencillo, permitiendo carpetas de proyectos y archivos de datos que se guardan fácilmente. El modelo GK-405 de lectura está disponible con Pc de campo en virtud de que esta Field PC se solicita como FPC-1.

Especificaciones

Rango de excitación :	450 Hz a 6000 Hz, 5 Volt Square Wave
Resolución	0.001 Hz
Tiempo base Precisión	±50 ppm
Rango de Temperatura	−10°C a +50°C
L × W × H =	210 × 165 × 185 mm

4.2.1. Instalación

En cada una de las localizaciones previstas para el control de filtraciones, se realizarán todas las obras necesarias para la canalización y recogida de las mismas, así como para la ejecución de unas estaciones de aforo que permitan su medición en las mejores condiciones posibles: sección y longitud adecuada al caudal a aforar, mínima pendiente, máxima regularidad de la lámina de agua y mínimas turbulencias, entre otras.

Una vez realizadas las obras de acondicionamiento de las localizaciones de control de filtraciones se procederá a la colocación del vertedero, para lo cual, y como normas muy generales, se observarán las siguientes:

- La cara vertical de aguas arriba (en contacto con el agua) del vertedero debe estar situada lo más perpendicular posible a la dirección de la corriente de agua.
- Los lados del vertedero triangular deben ser rectos y lisos, sin rugosidad, salientes e imperfecciones.
- La placa aforadora se instalará nivelada.
- El aire deberá circular libremente por debajo y lados de la lámina vertiente.
- La solera en la zona de encauzamiento del aliviadero debe dejarse lisa, plana y si fuera posible horizontal.

Es recomendable que como zona de encauzamiento mínima se considere la distancia comprendida entre la placa aforadora y 8 veces la altura del vertedero triangular.

- Los lados del vertedero triangular deben estar biselados, de forma que la arista en contacto con la lámina vertiente quede situada aguas arriba.
- La medida de la altura de la lámina de vertedero, tanto de forma manual como automática, debe realizarse lógicamente aguas arriba del vertedero y a una distancia mínima de 4 a 6 veces la altura del vertedero triangular.
- Será recomendable instalar una válvula que posibilite el vaciado del agua acumulada en el vertedero, para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento del sistema.

Si se instala una escala para la medida manual, ésta:

- Será metálica, inoxidable e indeformable y a ser posible de acero inoxidable.
- Estará graduada en milímetros, diferenciándose netamente las divisiones cada 5 y 10 mm.
- Permitirá la apreciación clara de la lectura del nivel de la lámina de agua.
- Se instalará lo más vertical posible, sólidamente fijada al hastial, y evitando alteraciones en el flujo de agua.
- Dispondrá de un sistema de fijación que posibilite la extracción del agua de la escala de medida mientras no se esté realizando lectura alguna.

Respecto a la instalación del sensor automático, cabe tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El sensor se instalará sobre una zona en la que el agua se encuentre totalmente calmada, sin perturbación alguna que pueda afectar a la precisión de la medida automática.
- La altura de instalación del sensor, es decir, la altura a la que quedará respecto al nivel del agua, deberá ser acorde al rango del sensor.
- El sensor deberá ser instalado en el interior de una caja de PVC que lo proteja del agua y la humedad, y a través de un orificio practicado en su base, se podrá efectuar la medida mediante ultrasonidos.
- Se puede instalar el sensor mediante escuadra de fijación.



Figura 9. Instalación completa de un aforador automatizado

En algunos casos, en los que la solera del vertedero tenga una pendiente significativa, y con las lógicas reservas, se podría realizar una pequeña captación en la zona inferior de la placa aforadora utilizando un tubo de nylon de 8 x 6 mm (diámetros), el cual se conectará a un pequeño panel hidráulico con escala graduada que se instalaría aguas abajo del aforador. En este caso se tendrían en cuenta todas las recomendaciones dadas para las escalas graduadas.

El rango de medida se halla limitado por el rango de medida del sensor. El rango de medida del sensor depende, a su vez, de las condiciones de trabajo. En este caso debe estar en torno a 20 Db la atenuación.

4.2.2. Verificación y puesta en marcha

Antes de iniciar la toma de lecturas regular, se deberá realizar una pequeña calibración para obtener el cero del aforador. Esta operación consiste en determinar la lectura correspondiente al vértice del aforador en la escala graduada y/o en el sensor ultrasónico.

En el caso de disponer solamente de escala graduada para el control de las filtraciones en el aforador recién instalado, se podrán utilizar distintos métodos de calibración:

- Una primera opción consistirá en colocar en la cresta del aforador una chapa metálica que no se deforme, que tenga dos superficies planas y paralelas y que alcance la escala. Si se nivela esta placa con gran precisión fácilmente se obtendrá la lectura correspondiente al lado horizontal teórico del vertedero triangular y consecuentemente la lectura del vértice, pues se conocerá la altura H del referido vertedero.
- Otro sistema consiste en recoger en un depósito graduado el agua vertida por el aforador sin alterar el régimen estacionario de la lámina, y cronometrar el tiempo de recogida. De esta forma se determinará el caudal y a partir de la expresión determinada la altura del vértice del vertedero, lo cual se podrá referir a la escala de medición obtenida con la escala, lo que permitirá obtener la lectura de referencia correspondiente al transductor.

En el caso de disponer además, de un sensor automático para el registro de las lecturas de filtraciones en el aforador instalado, y una vez fijado sólidamente éste al hastial, se tomarán varias lecturas con el mismo. Posteriormente se medirá el caudal de agua vertida por el aforador, para lo cual se utilizará un depósito y un cronómetro, si fuera posible.

Por último, utilizando las curvas o ecuación para determinar caudales en el aforador, se obtendrá la altura de agua en el vertedero, la cual se descontará al valor (mm) medido con el sensor. Este valor será el cero del sensor o lectura correspondiente al vértice del aforador.

Una vez verificado el correcto funcionamiento del sensor y del sistema automático de adquisición de datos que muestre el valor registrado, se podrá proceder a calibrar el sistema de forma conjunta de la siguiente forma:

- Una vez afilado el vertedero, situar sobre el vértice del mismo, una escala manual portátil.
- Utilizar un equipo láser de nivel para trazar una línea recta en una medida cualquiera de dicha escala.
- Ajustar la escala fijada en el hastial hasta que la marca láser indique la misma medida sobre ella que sobre la escala portátil situada sobre el vertedero.

- Configurar el sistema automático para que la medida registrada coincida con la indicada en la escala manual (ajuste de parámetros en el sistema automático de adquisición de datos).



Figura 10. Calibración del aforador con nivel láser

4.2.3. Mantenimiento

Tanto el vertedero como la escala y la zona de remanso situada aguas arriba del mismo deben mantenerse limpios, eliminándose, con periodicidad mensual, los depósitos que se originen. La cresta del vertedero y la escala se limpiará quincenalmente y en todos los casos siempre que se tengan depósitos de carbonatos, algas u otros componentes.

No se deben realizar mediciones inmediatamente después de efectuar una limpieza del aforador, se deberá esperar algunos minutos a que el régimen hidráulico vuelva a ser estacionario. Además, deberá tenerse un cuidado especial en aforadores situados en localizaciones donde existan heladas, ya que es muy posible que las mediciones sean erróneas. Evitar realizar mediciones con vientos de componente fuerte, o en su defecto anotarlo como observación.

Respecto al sensor automático, se deberá cuidar de forma especial la calibración del sensor. Por ello es muy recomendable:

- Recalibrar el sensor una vez cada año.
- Proceder a una limpieza general una vez cada año.

Cada vez que se desmonte el sensor deben tomarse lecturas antes y después de realizar esta operación, con el fin de obtener un nuevo valor (en mm) correspondiente al vértice del vertedero. Si fuera necesario se procederá a efectuar una nueva calibración del aforador.

Deberá tenerse un cuidado especial en aforadores situados en localizaciones donde existan heladas, ya que es muy posible que las mediciones sean erróneas, especialmente las realizadas con el sistema eléctrico y en algunos casos hasta podrían originarse averías en el equipo.

4.2.4. Sensor de medición automática del nivel del agua en el aforador.

Debe ser un sensor de ultrasonidos que mida automáticamente la altura del agua, generando una señal analógica que permite su conexión a un sistema automático de adquisición de datos. Son transmisores compactos para la medición del nivel no invasivos de fluidos continuamente, incluyendo electrónica de tratamiento de la señal y display indicador de nivel, alimentación a 24 Vcc, rango hasta 15 metros, protección IP-68, salida 4-20 MA, soporte de fijación de acero inoxidable, sistema de alimentación eléctrica desde algún cuadro cercano, incluso parte proporcional de cable de 4-20 mA hasta 250 metros por aforador hasta la caja de centralización, así como la canalización en bandeja o tubería, cajas intermedias de conexión y todo el material auxiliar necesario para su correcta instalación y funcionamiento.

Los cables se tenderán embridados y fijados con fiadores de acero desde los puntos superiores a puntos inferiores de las galerías, junto con los cables de señales de los piezómetros instalados en la galería. Permitirá su conexión a un sistema automático de adquisición de datos

4.3. PÉNDULOS

En este apartado, se describirán los principales procedimientos para la adecuada instalación de los péndulos utilizados para el control de los desplazamientos

horizontales. Dentro de esta categoría de equipos de control, se distinguirán 2 tipos diferentes de péndulos, tanto por lo que respecta a los componentes que conforman cada uno de ellos, como a las variables de control a las que realizan el seguimiento:

- Péndulo directo: Controla los desplazamientos horizontales relativos, ya que su anclaje se encuentra en coronación o en la galería superior de la presa. A lo largo del presente capítulo, se especifican los pasos a seguir durante la instalación de péndulos directos para el control de desplazamientos horizontales. El péndulo directo consta de las siguientes partes:
    - Dispositivo de suspensión, con piezas de bloqueo
    - Hilo de acero inoxidable
    - Peso
    - Depósito amortiguador
- Péndulo invertido: Siempre y cuando el anclaje se encuentre a una profundidad de al menos, 1/3 de la altura de la presa, controlará los desplazamientos horizontales absolutos de la misma. En los siguientes apartados, se detallan los pasos a seguir para la instalación de péndulos invertidos y para el entubado de los taladros en roca, necesarios para colocar su anclaje en presas de hormigón y, en general, en cualquier tipo de obras de fábrica (pilares, muros, etc.). La distancia existente entre el punto de fijación del depósito y el fondo del taladro (punto donde va alojado el anclaje), así como el diámetro del hilo a utilizar, determinan la selección del flotador a instalar y consecuentemente las dimensiones del mismo y del depósito a emplear. Al final del texto, tres figuras aclaran los detalles más importantes de las distintas partes del péndulo, el cual se encuentra esencialmente formado por:
    - Depósito contenedor de aceite provisto de visor y válvula
    - Flotador
    - Tapa con asa
    - Dispositivo para dar tensión al hilo
    - Hilo de acero inoxidable
    - Anclaje con rótula para suspensión del anclaje (contrapeso)
    - Juegos de semiconos o bridas planas de sujeción del hilo

Los péndulos disponen de ciertos puntos de lectura en los que se registra el movimiento que realiza el hilo del mismo, lo cual viene a indicar los desplazamientos horizontales que está realizando la presa. Estos puntos de lectura, se localizan a

diferentes cotas a lo largo de los pozos en los que quedan instalados los péndulos. Cada uno de estos puntos, se sitúa en los llamados camerines, los cuales deben aislar la zona de lectura de la de paso, para así evitar que accidentalmente se golpee a los sensores de lectura o se mueva el hilo. Además, debe tener el espacio suficiente para que el personal encargado de la lectura pueda acceder al visor en una postura cómoda y que le permita accionar los dispositivos necesarios para registrar la lectura correctamente.

Estos camerines, deben además reunir unas condiciones de habitabilidad:

- La humedad del recinto no debe ser elevada para evitar la condensación de vapor de agua sobre los elementos metálicos de soporte y lectura.
- El recinto debe estar seco. Se debe impedir que el agua que se filtre a través del taladro por el que discurre el hilo del péndulo, o de las filtraciones de la galería en el punto en el que se ubique el camerín. Toda el agua desviada o canalizada, mediante los tejadillos de acero inoxidable, debe ser evacuada hacia las galerías para evitar que se aumente la humedad del recinto mediante tubería de pvc.
- No deben existir corrientes de aire que puedan provocar la oscilación del hilo del péndulo.
- La iluminación debe ser suficiente para poder precisar la lectura sin necesidad de tener que utilizar medios auxiliares (linternas o equipos portátiles de iluminación).
- De no poder disponerse, por motivos de espacio, un recinto independiente de la galería o zona de paso en la presa, deberá, en la medida de lo posible, delimitar la zona de lectura con elementos compartimentadores (paneles de chapa, acristalamiento, etc) que impidan golpes accidentales a los sensores o al hilo.

4.3.1. Instalación de un péndulo directo

La primera operación a realizar es la de verificar la verticalidad del taladro en toda su longitud. Para ello se contempla el realizar las siguientes actuaciones:

- Habrá que situarse en la galería superior o coronación de la presa donde se instalará el sistema de suspensión, comprobar mediante una plomada la

verticalidad de todo el taladro, con el fin de poder situar el hilo del péndulo lo más centrado posible.

- De acuerdo con el replanteo anterior, empotrar en el hormigón los dos angulares o pletinas de sujeción del sistema de suspensión, de forma que las ranuras que éstos poseen estén en un plano horizontal y a una distancia de 300 mm entre sí, tal y como se observa en la siguiente figura. El plano de simetría de estas ranuras debe quedar paralelo al de simetría del bloque.
- Para la instalación del hilo y del peso del péndulo se deberá colocar la placa del dispositivo de suspensión sobre los angulares fijándola a éstos provisionalmente mediante los tornillos previstos a tal fin, pero de forma que se pueda deslizar a lo largo de las ranuras que poseen los angulares.

Es en estos momentos cuando pueden llevarse a cabo los trabajos de instalación de todos los componentes que conforman el péndulo directo. Todas estas operaciones de instalación, que se describen en este punto, se reflejan gráficamente en la figura 14.

Estas operaciones deben realizarse entre dos personas, una situada en la galería superior, donde va el sistema de suspensión, y otra situada en la cota más baja, donde se situará el depósito amortiguador y el peso del péndulo.

El hilo de acero inoxidable del péndulo debe tratarse con mucho cuidado durante todo el proceso de su instalación, para evitar cualquier doblez. Si aun así esto ocurriera, se reemplazaría por otro nuevo.

Las operaciones a realizar para llevar a cabo la instalación, son las siguientes:

- Preparar y cortar el hilo de acero inoxidable en la longitud necesaria incrementada en 3 o 4 metros.
- La operación de tendido del hilo del péndulo debe realizarse al menos por 2 personas, una de ellas situada en la cota de emplazamiento del depósito, cota a la que, de ahora en adelante, denominaremos como "cota alta", y otra situada donde comienza el taladro entubado en roca, cota que designaremos como "cota baja".
- Situar la bobina de cable, con la longitud adecuada, en la "cota baja".
- Desde la "cota alta" tender, a lo largo de todo el pozo del péndulo, una cuerda de nylon lastrada hasta la "cota baja".

- Atar el extremo inferior de la cuerda a una de las puntas del hilo de acero inoxidable.
- Mientras desde la "cota alta" se va tirando lentamente de la cuerda de nylon, en la inferior se irá desenrollando el hilo de acero inoxidable, hasta que el extremo atado a la cuerda llegue a la cota más alta.
- Situar el peso del péndulo en el interior del depósito amortiguador.
- En la cota inferior desatar la cuerda del hilo del péndulo y sujetar éste al peso mediante los semiconos o brida previstos al efecto. Si se utilizan semiconos se golpean suavemente. En ambos casos se dejará una longitud libre del hilo para poder hacer un nudo en la base de la sujeción.

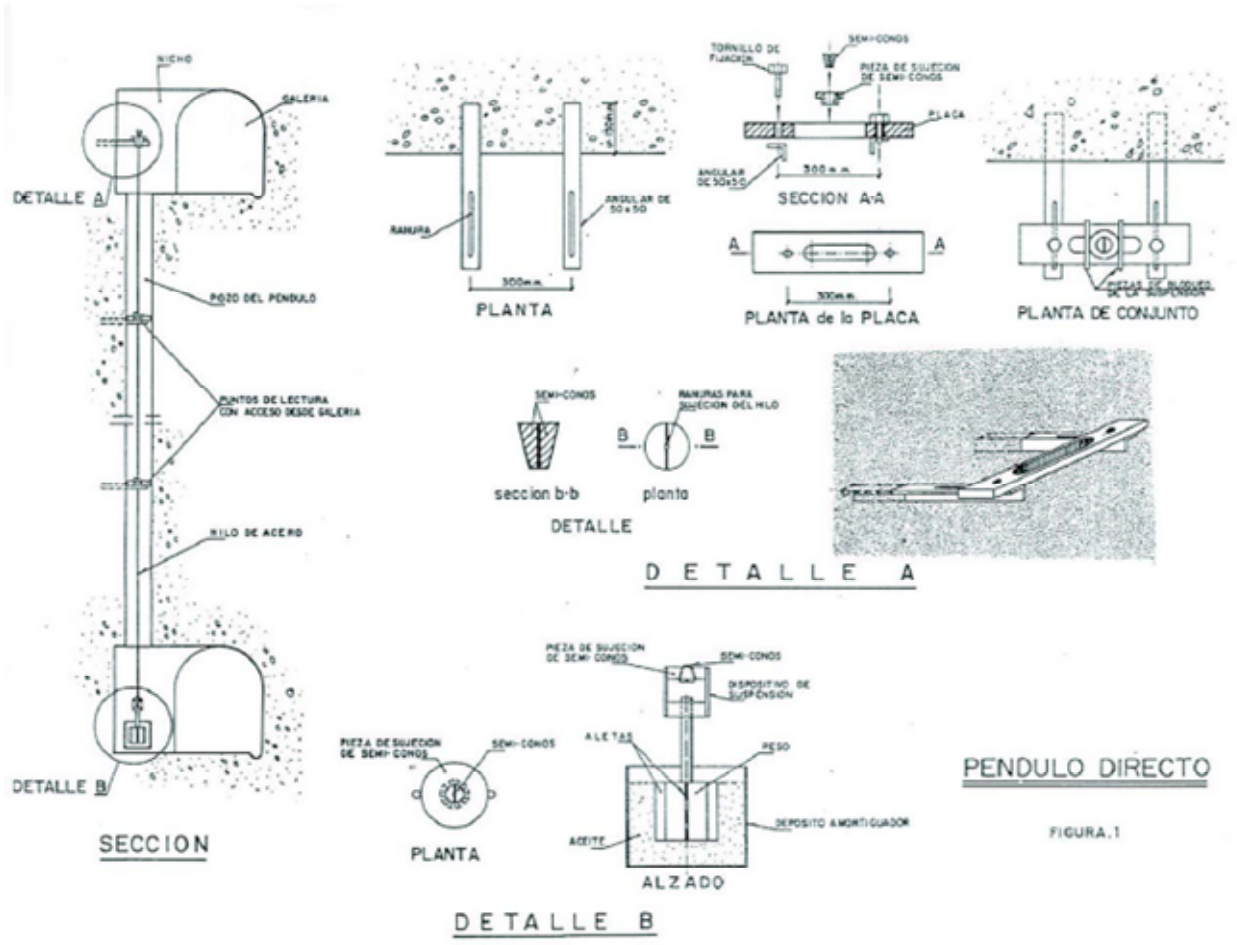


Figura 11. Detalles instalación péndulo directo

Para la realización de una adecuada suspensión del peso, se deberán realizar las siguientes tareas, detalladas gráficamente en los detalles A y B de la figura 14:

- En la cota más alta (galería superior) colocar la pieza de sujeción de los conos en la ranura que posee la placa del sistema de suspensión.

- Introducir el extremo libre del hilo por el interior de la citada pieza de sujeción.
- Poner el hilo en tensión hasta conseguir levantar unos 6 centímetros del suelo el peso del péndulo. Se ha de mantener unos 10 minutos la carga para obtener en el hilo una deformación superior al 90% de la total esperada.
- Una vez conseguido esto, centrar la pieza de suspensión móvil, deslizándola a lo largo de la ranura de la placa.
- Fijar el hilo a la pieza de sujeción mediante los semiconos o brida previstos, dejando una longitud libre de hilo de unos 20 cm. Cortar el sobrante.
- Es recomendable que en los extremos libres del hilo, tanto en la suspensión como en la fijación del peso, se instale un clip inoxidable con tornillo de presión para evitar su posible deslizamiento en los semiconos o brida.
- Fijar definitivamente la placa del sistema de suspensión a los angulares o pletinas mediante los tornillos colocados provisionalmente.
- Una vez situado el hilo en la vertical prevista, bloquear la pieza móvil de suspensión del hilo con los elementos dispuestos a tal fin. Para ello se recorrerán los distintos camerines.

El depósito será de acero inoxidable y permanecerá abierto. Tendrá en su parte inferior una llave de vaciado. Normalmente estará colocado directamente sobre la solera. De ser necesario por falta de espacio o cualquier otra circunstancia, puede situarse elevado sobre una subestructura metálica que cumpla los mismos requisitos que las utilizadas para los péndulos invertidos.

El flotador de acero inoxidable hará también las veces de peso que permita al hilo mantenerse vertical. Dispondrá de aletas longitudinales que faciliten su estabilidad. En su parte superior llevará el sistema de anclaje del hilo, con un dispositivo de ajuste de tensión mediante varilla roscada.

Una vez transcurrido el tiempo suficiente para que el conjunto hilo-peso se haya estabilizado, centrar el depósito amortiguador respecto al eje del hilo y llenarlo de aceite. (SAE-30, SAE-40 o multigrado).

4.3.2. Instalación de un péndulo invertido

En primer lugar, deberá realizarse una verificación de la verticalidad del taladro y/o pozo:

- Para ello, y como método más sencillo, y siempre que no haya presencia de agua, se utilizará una plomada y se deslizará una bombilla con protección contra golpes. En los otros casos, se deberá comprobar la verticalidad utilizando una Plomada Optica o un Péndulo invertido. En general estos taladros tendrán una profundidad variable, entre 10 y 100 m, y un diámetro mínimo de 200 mm.
- Entubar el taladro con tubería de PVC o hierro galvanizado que se ajuste lo más que sea posible al diámetro del taladro. El primer tramo de tubo que se introduzca en el taladro irá tapado en su parte inferior a fin de asegurar la estanqueidad del conjunto. Sellar lo mejor posible las uniones entre tubos o tubos y manguitos. Asimismo en el caso de utilizar una tubería de PVC se procurará no sobrepasar la presión nominal de servicio.
- Verificar la verticalidad de los tubos de forma que al realizar esta operación se corrijan las posibles desviaciones de alguno de sus tramos. Por ello se procurará alternar sus inclinaciones.
- En el caso de que exista agua en el taladro y para facilitar la instalación del tubo, a medida que se vaya introduciendo, se lastrará el mismo con parte del varillaje empleado por la máquina de sondeos o se situará un peso en su fondo. Si no se dispone de varillaje y no se tienen problemas de verticalidad en el taladro, el tubo puede llenarse con agua, que se extraerá posteriormente.
- Una vez entubado completamente el taladro, anclar la base del tubo en una longitud aproximada de 0.5 a 1 m mediante lechada de cemento fraguado rápido. Antes de realizar esta operación se comprobará la verticalidad de la tubería instalada. Esta lechada se introducirá por una manguera o varilla de diámetro adecuado, la cual se llevará unida exteriormente, a la tubería (aproximadamente hasta 3 m de su fondo). Se tendrá cuidado de no mover el tubo, y que éste quede situado en la zona de verticales libres, obtenida al replantear el taladro.
- Una vez fraguada esta lechada (24 o 48 horas) y por lo tanto anclada la parte inferior del tubo, rellenar el espacio anular comprendido entre tubo y taladro, con una nueva lechada de cemento o un mortero.
- En el caso de utilizar tubería de PVC la inyección se deberá efectuar por tramos, con el fin de no sobrepasar los 2/3 de la presión nominal de la tubería. En este caso y si fuera posible, ir subiendo la manguera o varilla de inyección.
- Una vez fraguada la lechada de cemento inyectado, extraer el lastre mencionado en el punto 4º ya sea: varillaje, peso con cable, cadena o agua.

Una vez realizada esta verificación, podrá procederse a ejecutar los trabajos de instalación del depósito con flotador. Para ello, se deberán realizar las siguientes operaciones:

- Comprobar la verticalidad del tubo del péndulo en toda su longitud (desde la boca del taladro hasta la cota más alta donde vaya a ir situado el depósito). El método más sencillo consistirá en utilizar una plomada y bajar una bombilla protegida contra golpes.
- Replantear la posición definitiva del hilo del péndulo hasta tener la seguridad de que permitirá los desplazamientos fijados en Proyecto sin que el hilo roce nunca con la tubería.
- Instalar, soldando a la armadura si fuera posible, y recibir con mortero de cemento, los angulares de apoyo del depósito (en general 2 angulares PNL-100 cincados) de forma que quede rango suficiente como para mover éste de acuerdo con los movimientos esperados.
- Una vez fraguado el mortero de cemento de fijación de los angulares, colocar encima el depósito (con el flotador dentro) en una posición próxima a la definitiva.

En este punto de la instalación, podrá prepararse y tenderse el hilo del péndulo a lo largo del pozo con la realización de las siguientes operaciones:

- Disponer y cortar el hilo de acero inoxidable en la longitud necesaria incrementada en 3 o 4 metros.
- La operación de tendido del hilo del péndulo debe realizarse al menos por 2 personas, una de ellas situada en la cota de emplazamiento del depósito, cota a la que, de ahora en adelante, denominaremos como "cota alta", y otra situada donde comienza el taladro entubado en roca, cota que designaremos como "cota baja".
- Situar la bobina de cable, con la longitud indicada en el punto 1º de este capítulo, en la "cota baja".
- Desde la "cota alta" tender una cuerda de nylon hasta la "cota baja".
- Atar el extremo inferior de la cuerda a una de las puntas del hilo de acero inoxidable
- Mientras desde la "cota alta" se va tirando lentamente de la cuerda de nylon, en la inferior se irá desenrollando el hilo de acero inoxidable, hasta que el extremo atado a la cuerda llegue a la cota más alta.

A continuación, se realizará la colocación del anclaje del péndulo en el taladro mediante las siguientes operaciones:

- Situados en la cota alta, rebobinar lentamente el hilo hasta que el extremo libre quede a la altura de la boca del taladro en roca.
- Situados en la cota baja, fijar el extremo libre del hilo de acero inoxidable al anclaje del péndulo invertido, utilizando para ello los semiconos o bridas previstos (ver figuras 12). En el caso de utilizar semiconos, estos se golpearán ligeramente con un martillo dejando libres 6 cm del hilo, por el que se pasará un clip metálico con tornillo de apriete, el cual se situará próximo a los semiconos o brida con el fin de impedir el deslizamiento probable del hilo.

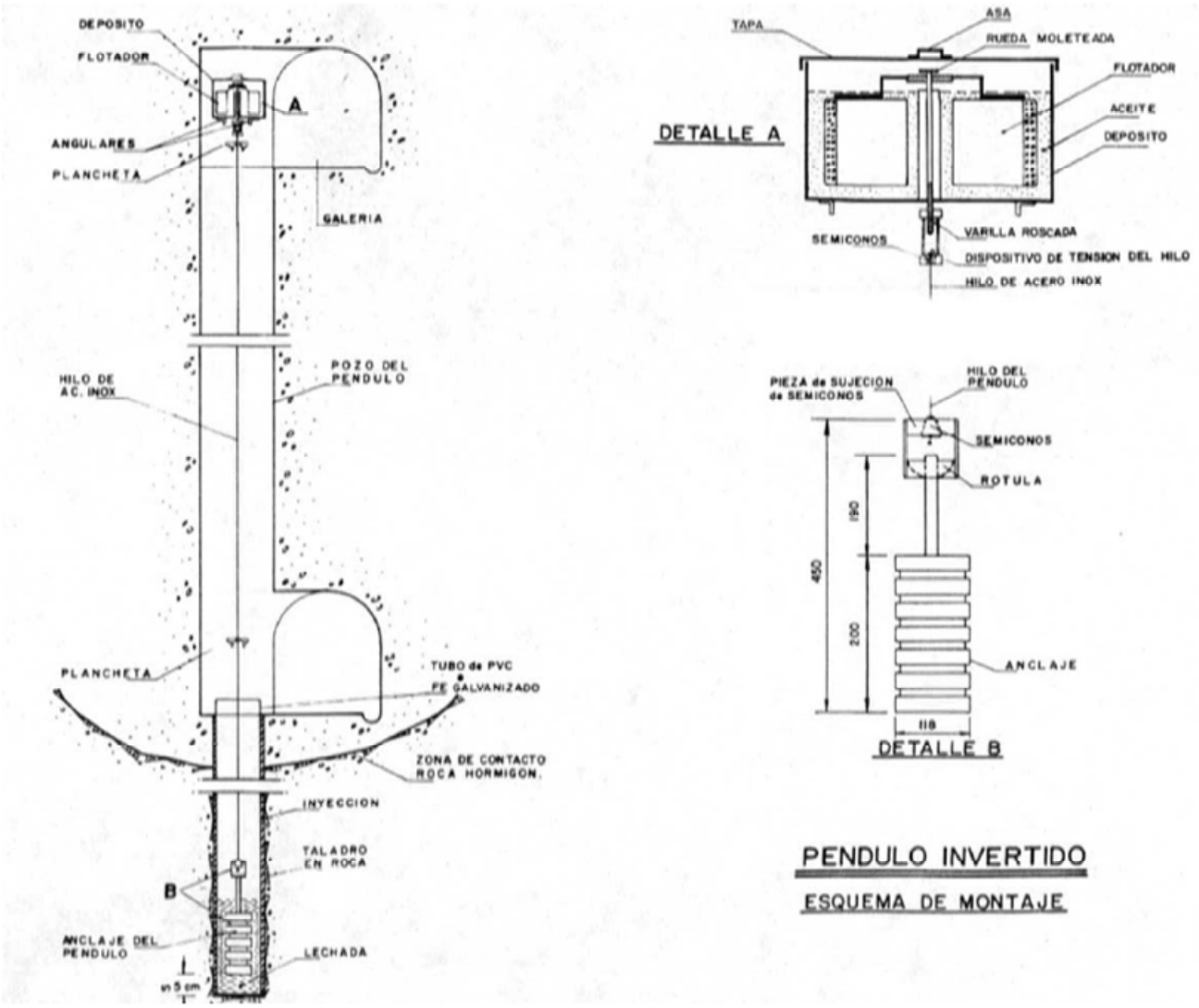


Figura 12. Esquema de montaje del péndulo invertido

- Después de comprobar que ha quedado firmemente sujeto, introducir el anclaje de fondo en el interior de la tubería (en el taladro en roca), haciéndolo bajar lentamente desde la cota alta.
- Para hacer descender el anclaje al fondo del taladro entubado es conveniente prever, en la cota alta, una polea (con diámetro mínimo de 300 mm para reducir la tensión de curvatura del hilo) que permita realizar esta operación con comodidad y seguridad, ya que es peligroso bajar el peso (aproximadamente 20 kg) aguantado únicamente con la presión de las manos.
- Una vez el anclaje en el fondo de la tubería, se colocará en el punto en que, aproximadamente, exija el replanteo de verticalidad de la tubería, para ello, y siempre que no haya presencia de agua, puede nuevamente utilizarse el método de bajar una bombilla protegida contra golpes.

Seguidamente, podrá llevarse a cabo la fijación del anclaje del péndulo gracias a la ejecución de las siguientes operaciones:

- Se situará el dispositivo de tensión del hilo en el extremo de la varilla roscada que constituye el eje del flotador, de forma que dispongamos de toda la longitud roscada para poder tensar el hilo lo necesario (ver figura 13).

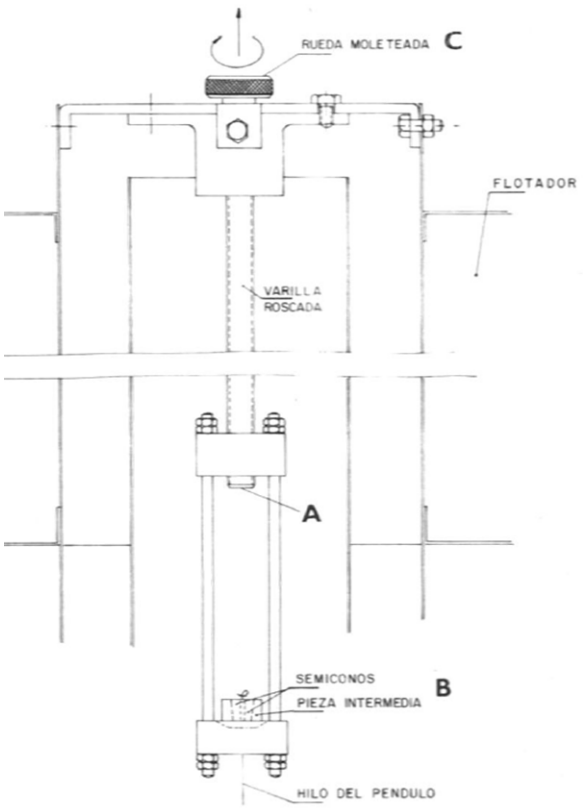


Figura 13. Dispositivo de tensión

- Situados en la "cota alta", tirar del hilo del péndulo hasta conseguir levantar el anclaje del fondo del taladro 2 o 3 cm aproximadamente.
- En esta posición fijar el hilo de acero inoxidable al dispositivo de tensión del flotador mediante los semiconos pequeños o brida y la pieza intermedia (ver detalle B en figura 12) procurando que la sujeción sea firme.
- Llenar con aceite (SAE-30, SAE-40 ó glicol) el depósito, hasta conseguir que el flotador, y por lo tanto el anclaje de fondo, empiecen a flotar, subiendo otros 2 o 3 cm (en este momento el anclaje debe encontrarse suspendido a unos 5 o 6 cm del fondo del taladro).
- Una vez realizada esta operación se dejará transcurrir el tiempo necesario para que el conjunto flotador-anclaje se estabilice completamente, comprobando entonces que no hay ningún punto de contacto entre flotador y depósito (si fuera necesario se moverá éste sobre los angulares), ni entre el hilo y el taladro o el tubo de revestimiento.
- En esta posición se inyectará el anclaje con lechada de fraguado rápido calculando previamente, en función del diámetro interior del tubo y de las dimensiones del anclaje, el volumen necesario para que la lechada cubra el anclaje hasta el nivel indicado en la figura
- Para ello se introducirá una manguera o varilla de diámetro adecuado, hasta llegar cerca del fondo del tubo, teniendo precaución de que no toque al hilo en ningún punto. Si esto ocurriera, se evitaría dicho contacto y se esperaría, nuevamente el tiempo necesario para conseguir una vez más la completa estabilización del conjunto flotador-anclaje.

En estos momentos de la instalación, se debe verificar el adecuado tensado del hilo del péndulo mediante la realización de las siguientes operaciones:

- Una vez transcurrido el tiempo suficiente que asegure el fraguado de la lechada inyectada, comprobar que el anclaje queda firme sujeto.
- En estas condiciones hay que tensar el hilo del péndulo hasta que la base inferior del flotador quede a 2 o 3 cm del fondo del depósito y el nivel de aceite quede a ras de la parte superior del flotador. Si fuera necesario se utilizará la mirilla indicadora de nivel o la válvula evacuadora de aceite, situada en el lateral del depósito.

Finalmente, deben realizarse una serie de operaciones finales tal y como se indica a continuación:

- Debe verificarse que el eje de la varilla roscada del flotador, coincida con el eje del tubo central del depósito.
- Una vez que se ha conseguido el punto anterior, colocar la tapa del depósito, para evitar la entrada de agua, polvo, etc. en su interior.
- Márquese una señal indicadora de nivel de aceite en la mirilla de observación por si fuera necesario añadir más en una fase posterior. También debe asegurarse que la válvula de salida de aceite está perfectamente cerrada.
- El flotador va provisto de 4 aletas verticales que impiden su giro y facilitan la estabilización. Debe procurarse que no coincidan con los dos sentidos de los desplazamientos horizontales esperados (normal y paralelo al paramento).
- Es conveniente, una vez comprobada la perfecta situación de los ejes del flotador y depósito, no desplazar éste de los angulares de sujeción.

A fin de asegurar una perfecta verticalidad y centrado, respecto al eje del taladro en roca, del péndulo invertido, se hace constar la importancia de que mientras se realice el proceso de fraguado de la lechada que recubre el anclaje del péndulo, el conjunto flotador-anclaje debe ser independiente, tanto del tubo como del depósito, y debe estar perfectamente estabilizado, esperando para ello el tiempo necesario y haciendo las comprobaciones oportunas.

4.3.3. Instalación de las planchetas mecánicas

En las presentes instrucciones se detallan los pasos a seguir para la instalación de planchetas de lectura y para controlar desplazamientos horizontales en estructuras mediante péndulos. Este modelo de plancheta permite obtener directamente los desplazamientos horizontales según dos ejes perpendiculares entre sí, evitando los cálculos engorrosos o el uso de ábacos complicados. Lógicamente, la instalación de las planchetas se hará una vez realizada y terminada la del péndulo (directo o invertido) ya que así es más seguro su replanteo y emplazamiento respecto al hilo del mismo. Se completan con una hoja de lectura para facilitar las anotaciones y la obtención de los desplazamientos (con precisión de 0,1 mm) así como el mantenimiento ordenado del archivo de datos.

Para la fijación de los angulares se deben realizar las siguientes operaciones:

- Fijar, de acuerdo con los planos de Proyecto, el emplazamiento de la plancheta, de forma que se sitúe a una altura aproximada de 1.30 m de la solera (ver (a) en la figura 14.)
- Una vez definido el hastial de la galería donde va a ir situada la plancheta, anclar al hormigón, mediante mortero de fraguado rápido, dos angulares PNL-50 cincados, de forma que las ranuras practicadas en ellos queden en un plano horizontal y los ejes de dichas ranuras disten entre si unos 150 mm aproximadamente (ver figura 14).

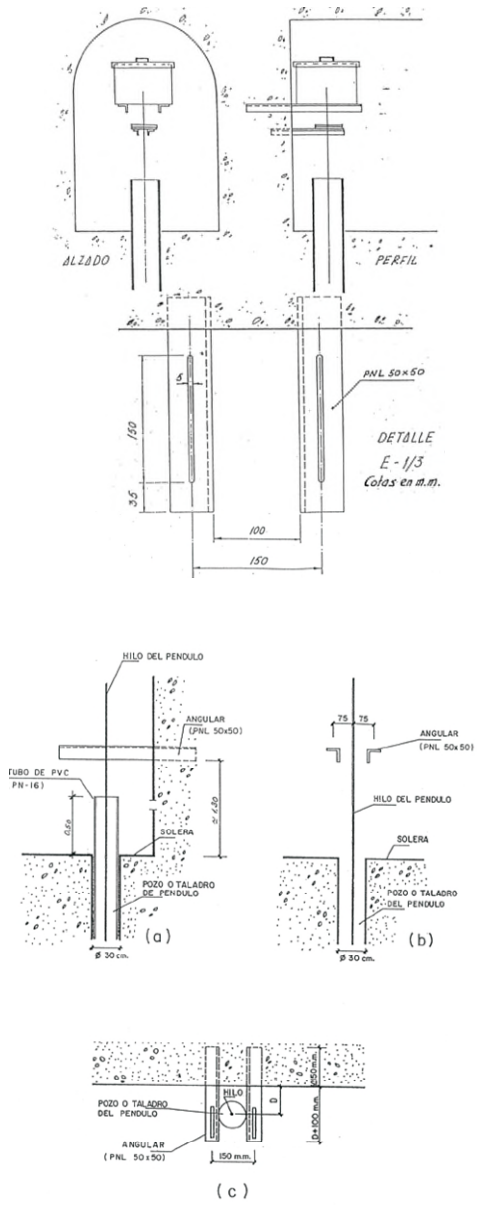


Figura 14. Instalación y fijación de angulares

- También el conjunto de los angulares soporte puede estar unido a una placa perpendicular a ellos, la cual se fijaría sólidamente a la estructura mediante pernos.
- Para esta operación verificar con un nivel de burbuja la perfecta horizontalidad de los angulares. Puede ser adecuado unir los dos angulares con una pletina. Al realizar esta operación se tendrá cuidado de que el plano normal al hastial del camerín y que pasa por el hilo del péndulo sea plano de simetría de los angulares
- Asimismo se respetarán las cotas (D+100 mm) de (c) de la Figura 14, para el caso de angulares empotrados en un hastial.

Siempre que sea posible, se recomienda soldar los referidos angulares a la armadura del camerín del péndulo.

Para llevar a cabo el emplazamiento de la plancheta, y una vez fijada a la estructura la placa soporte de angulares o transcurrido el tiempo necesario para el completo fraguado del mortero con que se han anclado éstos, se procederá al emplazamiento de la plancheta según los pasos siguientes:

- Superponer la plancheta sobre los angulares de la forma indicada en la Figura 15.
- Deslizar con cuidado la plancheta hasta que el hilo del péndulo quede en el centro del círculo interior de la misma (ver (b) de la Figura 15).
- Fijar la plancheta a los angulares mediante tornillos y tuercas de acero inoxidable.
- Comprobar, con un nivel de burbuja, la perfecta horizontalidad de la plancheta en todas direcciones. Si fuera necesario se realizarían correcciones introduciendo arandelas en uno u otro tornillo de fijación.

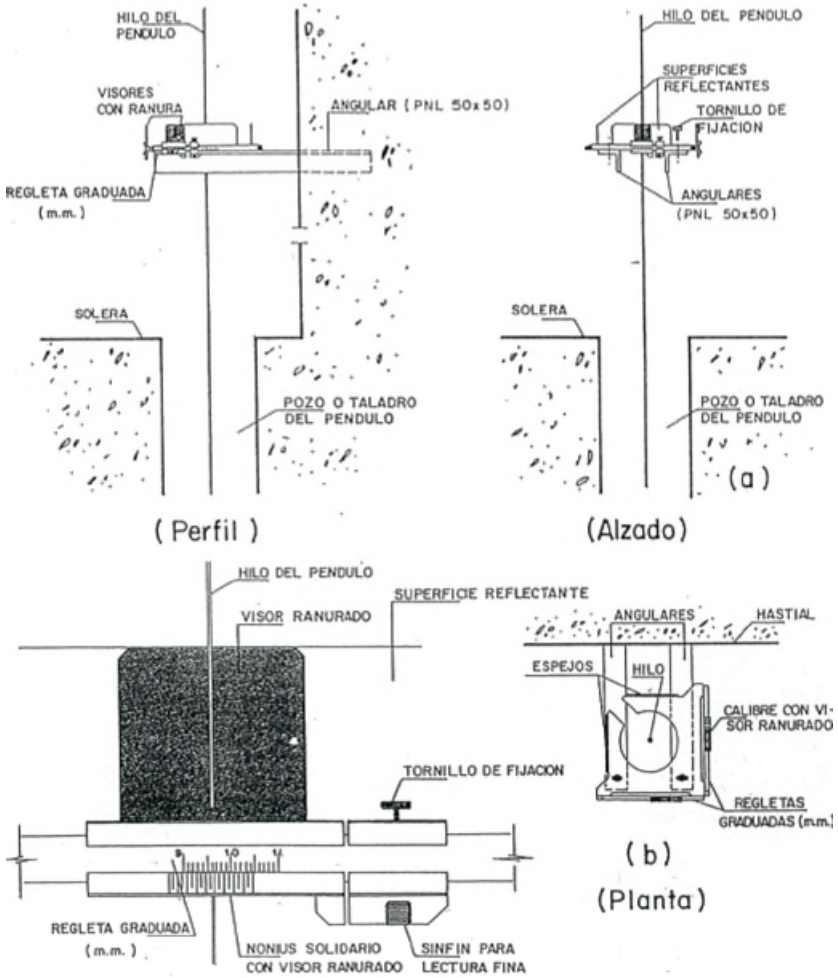


Figura 15. Esquema de emplazamiento de la plancheta

4.3.4. Instalación de los sensores automáticos

4.3.5. Verificación y puesta en marcha

Una vez completada la instalación, en el caso de que no exista automatización alguna de dicho punto de lectura la verificación de los elementos que conforman este sistema, se realizará de acuerdo a las siguientes operaciones:

Deberá establecerse un método de lectura estandarizado para asegurar la fiabilidad de las lecturas, para ello se deberá seguir el siguiente criterio:

- Situar los visores en el valor más bajo de las reglas graduadas (zona izquierda).
- Deslizar, de izquierda a derecha, el visor ranurado hasta poner en correspondencia las tres líneas siguientes:

  - Ranura-visor / hilo del péndulo / imagen reflejada.

- Fijar el tornillo superior del calibre
- Mediante el sinfín situado en la parte inferior, realizar el ajuste fino de la correspondencia. Para ello se superpondrá la imagen real del hilo a la reflejada, centrando ambas en el triángulo reflejado en el espejo y correspondiente a la parte posterior de la mira móvil de observación.

Esta aproximación será suficiente para realizar una lectura con una precisión de ± 0.15 mm. Si se desea mejorar, se podrá adoptar el siguiente modo de operación:

- Sitúese la imagen reflejada en el espejo tangente y a la izquierda de la real (la primera es de menor ancho).

Tal y como se detallará más adelante, en este último caso se insiste en que se ha de situar la imagen reflejada del hilo siempre a la izquierda de la imagen real del hilo. En ocasiones es posible que un cambio de operadores origine una variación en la toma de lecturas (imagen reflejada a la derecha, en vez de a la izquierda de la del hilo), originando los consiguientes saltos en los desplazamientos horizontales, en los que a veces se duda si los valores obtenidos corresponden a movimientos o deformaciones de la estructura o a errores de la propia medición.

- Leer directamente sobre el calibre, apreciando al menos la décima de milímetro.
- Anotar las lecturas en la hoja correspondiente.

Estas operaciones se realizarán en los dos calibres para conseguir los desplazamientos horizontales según dos ejes perpendiculares. Debe tenerse en cuenta que en el interior de galerías, la instalación de una iluminación fija y suficiente en un camerín, evitará la existencia de reflejos en el hilo que disminuyen la precisión de las lecturas realizadas (caso normal al utilizar linternas). Se realizará una lectura inicial una vez instalada la plancheta, a la cual, por simple diferencia, se referirán las sucesivas en el tiempo.

En el caso particular de que el punto de medida se encuentre automatizado, se deberá realizar la calibración del sistema automático, tanto desde el punto de centralización en que se encuentren los módulos conversores de señal, como desde el sistema de control en el que se introduzcan los valores de configuración de estos movimientos.

La calibración desde el punto de centralización, consistirá en establecer una relación entre la variación de la señal eléctrica en los conversores de señal, y el

desplazamiento del hilo del péndulo. Se realizarán diversos desplazamientos del hilo de forma manual mediante una escala dentada cuyo paso entre dientes se encuentre perfectamente definido. A cada aumento de paso, se verificará el aumento de señal, así como el sentido de crecimiento de la misma. De esta forma, se establecerá una relación unidireccional entre el desplazamiento del hilo (definido gracias al paso establecido entre dientes), y la variación de señal emitida por el sensor automático.

La configuración desde el centro de control, se basa principalmente en la introducción de los datos matemáticos que conforman las fórmulas mediante las cuales se obtienen los desplazamientos horizontales del hilo, tanto longitudinales como transversales.

Una vez todo el sistema se encuentre perfectamente calibrado, y la lectura manual y automática coincidan, se deberá establecer una lectura inicial como base y referencia para todo el conjunto de sucesivas lecturas que se realicen en dicho punto de medida.

4.3.6. Mantenimiento

Para disponer de un sistema en perfectas condiciones y poder realizar medidas lo más precisas posibles, es indispensable que el estado de todos los componentes que conforman cada uno de los puntos de medida de los péndulos, se encuentren en las mejores condiciones posibles.

La mayoría de los elementos que conforman estos sistemas se encuentran formados por materiales inoxidables, pero sin embargo, existen muchos elementos críticos que requieren de una atención especial. En primer lugar se listan una serie de elementos y verificaciones de carácter general a realizar sobre estos elementos, seguidamente, se indicarán una nueva serie de inspecciones más particulares para la inspección de ciertos elementos del sistema:

- Revisiones generales:
    - Verificar la posible caída de agua sobre los elementos que conforman el sistema de medida, tanto manual como automático. Para ello se recomienda la instalación de recogeaguas y de un sistema de conducción que redireccione el agua, evitando así la caída directa sobre dichos elementos.
    - Verificar la posible caída de agua a través de los hastiales que rodeen el punto de lectura o camerín, ya que esta agua, puede no caer directamente, pero sí resbalar por las paredes del pozo, aumentando

considerablemente el nivel de humedad que pueda registrarse en el punto de lectura. Para tratar de disminuir este problema se instalan paneles impermeabilizantes sobre las paredes del camerín.

- Verificar el nivel de humedad y de condensación sobre los elementos del sistema, ya que pueden acabar afectando considerablemente a la estructura mecánica de dichos elementos. Para tratar de eliminar o reducir este problema, se instala una resistencia que calefacte el sistema y un higrostato para controlar el nivel de humedad. Si las condiciones particulares del punto de lectura y del camerín en general, se puede plantear también la instalación de un cerramiento que aísle el camerín del resto de la galería, y facilite de esta forma la labor de la resistencia.
- Verificar que la iluminación es adecuada y que permite realizar medidas manuales y verificaciones visuales del sistema de forma correcta. Si no fuera así, se deberá instalar un punto de luz que aporte la iluminación suficiente para poder realizar dichas medidas y verificaciones. La instalación de este punto deberá realizarse asegurando que no exista caída de agua cercana para así evitar posibles problemas eléctricos.

- Revisiones específicas:
  - Desplazar el calibre de medición manual para evitar que la posible existencia de restos de agua y cal solidifique el elemento y disminuya de esta forma el desplazamiento preciso a lo largo de la escala de la plancheta.
  - Verificar que los calibres se encuentren bien fijados sobre la plancheta y sus tornillos poseen el apriete adecuado.
  - Verificar que los espejos se encuentren en buen estado, bien fijados, y sus tornillos sean de material inoxidable.
  - La superficie de la plancheta mecánica debe estar libre de agua y suciedad, para ello debe limpiarse regularmente, y si fuera el caso, averiguar el origen de la existencia del agua sobre su superficie.
  - Los cables de los sensores deben estar libres de agua, y su recorrido hasta la canaleta de conducción y a través de ella, deben estarlo igualmente.

Aunque la plancheta es de construcción robusta, y sus elementos de precisión (calibres) son de acero inoxidable, es necesario tener las siguientes precauciones a la hora de establecer un mantenimiento adecuado:

- Durante todo el proceso de instalación se evitará golpear los calibres, los apoyos de los espejos y el visor ranurado.
- Para efectuar mediciones se deberán instalar los dos espejos móviles en la plancheta.
- Con el fin de realizar las lecturas se limpiarán las ranuras de apoyo de los espejos antes de introducirlos en las mismas, y posteriormente la superficie reflectante de cada uno de ellos.
- Poner periódicamente vaselina filante en la zona de contacto y deslizamiento de los dos calibres, limpiando los residuos de polvo.

Un aspecto fundamental para verificar el adecuado funcionamiento de los elementos que componen el sistema de medida manual de los péndulos, se basa en la correcta utilización de dichos elementos para disponer de una verificación constante de este funcionamiento.

Cada presa posee unas características determinadas para establecer su sistema de auscultación. Aunque la lectura de estos sistemas se encuentra, en cierta forma, estandarizada, existe un factor fundamental en la lectura manual, que dificulta dicha estandarización y a su vez la verificación del adecuado funcionamiento del sistema, este factor es el error humano.

Para tratar de disminuir en la medida de lo posible dicho error, y para unificar criterios de medida, se redacta este documento con la intención de proponer un conjunto de directrices que orienten en la definición de un criterio de medición de péndulos.

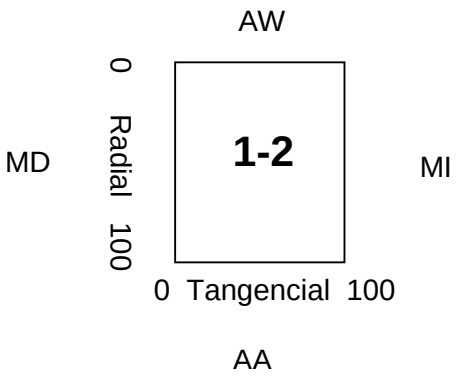
A continuación se proponen una serie de pasos a seguir para efectuar una correcta medición manual de los movimientos horizontales registrados mediante péndulos, tratando de disminuir en la medida de lo posible el error humano en la toma de medidas:

- Situar el visor en el valor más bajo de la regla graduada o calibre.
- Deslizar, de izquierda a derecha, el visor ranurado. Mirando por la ranura (siempre con el mismo ojo), llegar a la posición que se indica en el dibujo de la figura incluida al término de este documento.

- Si el calibre dispone de dispositivo de ajuste fino se puede utilizar para realizar el ajuste anterior de una manera más precisa. En ese caso:
    - Una vez cerca de la posición buscada se fija el tornillo superior del calibre.
    - Mediante el sinfín situado en la parte inferior, realizar el ajuste fino.
- Leer directamente sobre el calibre, apreciando al menos la décima de milímetro.
- Anotar el valor obtenido en la hoja de datos.

Debe tenerse identificado el esquema de posicionamiento de la plancheta de lectura, de forma que pueda conocerse la orientación de la misma gracias a un pequeño esquema, a ubicar bien sobre la propia plancheta, bien en un lugar cercano y visible.

A continuación se muestra el esquema de una plancheta denominada 1-2 con una orientación determinada respecto a la localización del agua (AW – aguas arriba- y AA – aguas abajo) y a la de cada margen (MD -margen derecha- y MI -margen izquierda-). Asimismo, se representa el sentido del crecimiento/decrecimiento del valor del movimiento para cada uno de los dos ejes indicados.



En este tipo de medidas es muy fácil que la misma medida tomada por varias personas difiera bastante. Incluso la misma medida tomada por la misma persona puede variar. Se asume que siempre va a existir un error, por este motivo el objetivo será tomar las medidas apropiadas para tratar, en la medida de lo posible, disminuir dicho error.

Para reducir este error, el mejor método consiste en que el personal de la presa realice al menos las dos primeras campañas de lectura de forma conjunta. Aunque el grupo sea muy numeroso, todos intentarán realizar la medida según el procedimiento anterior. Es muy probable, que existan diferencias de hasta 1 mm entre las lecturas de los integrantes del grupo. De forma conjunta entre los integrantes del personal se averiguará quién difiere más en las medidas y por qué motivo, ya que puede ser que se cometa algún error al leer el calibre o se pegue el hilo al reflejo en exceso. Uno a uno, deberán repetir la misma medida hasta llegar a un consenso en la “técnica de

lectura". Todo este proceso se dará por finalizado cuando la diferencia entre las lecturas sea inferior a 0,3 mm.

El consenso citado debe darse entre los integrantes del personal ya que serán ellos quienes utilicen los calibres de esta presa y serán quiénes mejor conozcan las condiciones en las que se encuentra cada punto de lectura. Precisamente por este motivo pueden darse directrices de lectura, pero al final, será el personal quién defina la citada "técnica de lectura".

Existen muchos factores que influyen en la precisión de la medida. Entre ellos, el tipo de plancheta, la iluminación y sobre todo el hecho de que en muchas ocasiones el hilo se ve difuso y no se puede enfocar bien.

Como ejemplo de las consecuencias que pueden existir debido a algunos de estos factores, y aún a pesar de que se llegase a consensuar un método de lectura por el personal de una presa, se indica el siguiente hecho acaecido en una presa al efectuar una campaña manual de lectura de péndulos:

- Siguiendo el método anterior se realizó una campaña de lectura de siete péndulos por cinco personas. Se llegó al consenso y se consiguió que todos leyeran de la misma manera. Aun así en tres de los siete péndulos las diferencias entre lecturas eran apreciables (> 0,6 mm). En estos péndulos se daba el caso de que la iluminación o bien era excesiva, o bien el hilo se veía difuso porque estaba muy cerca del ojo.

Para reducir en lo posible las consecuencias negativas de la falta de iluminación, es aconsejable que al llevar a cabo una campaña manual de lectura, se disponga de una linterna. Muchas veces es preferible apagar el foco que deslumbra o genera sombras molestas en el hilo y utilizar la linterna.

Este documento pretende aportar una serie de directrices para ayudar en la medida de lo posible, a que el personal de la presa consensue un método de lectura para sus péndulos. Estas directrices no pueden ser universales, ya que cada instalación posee sus propias particularidades. Sin embargo, en líneas generales sirve de guión para obtener un método eficaz y práctico. En la siguiente figura se resume el método recomendado:

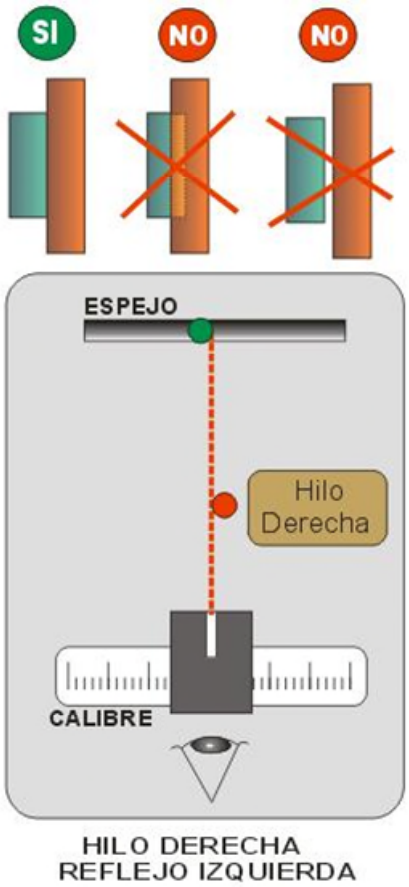


Figura 16. Esquema de lectura manual de un péndulo

4.4. EXTENSÓMETROS DE VARILLAS

En este punto se describen los trabajos que se deberán ejecutar para la correcta instalación de un extensómetro de varillas, los cuidados y especificaciones que se tendrán presentes en la realización del taladro e inyección de anclajes en su emplazamiento, la forma de realizar las lecturas y las normas para su conservación.

Los anclajes se fijan al terreno por medio de lechada de cemento. Los movimientos de la cabeza con respecto a los anclajes se transforman en desplazamientos de los terminales, los cuales se miden con un comparador o un transductor eléctrico de los desplazamientos. El sistema de unión de tubos de recubrimiento de las varillas y la plasticidad del polietileno permiten una gran libertad entre los anclajes y la cabeza, pudiendo medirse con gran exactitud movimientos o deformaciones del medio donde son emplazados los extensómetros.

Normalmente se utilizan en controles con longitudes máximas de 60 m cuando su disposición es vertical y 40 m cuando es horizontal.

Los anclajes se fijan al terreno por medio de lechada de cemento. Los movimientos de la cabeza con respecto a los anclajes se transforman en desplazamientos de los terminales, los cuales se miden con un comparador o un transductor eléctrico de los desplazamientos. El sistema de unión de tubos de recubrimiento de las varillas y la plasticidad del polietileno permiten una gran libertad entre los anclajes y la cabeza, pudiendo medirse con gran exactitud movimientos o deformaciones del medio donde son emplazados los extensómetros.

Normalmente se utilizan en controles con longitudes máximas de 60 m cuando su disposición es vertical y 40 m cuando es horizontal.

4.4.1. Instalación

En primer lugar conviene desarrollar la metodología de ejecución de los taladros que albergarán estos sistemas de control. Ya que, según se ha referido anteriormente, este tipo de extensómetros se utiliza para una base de medida inferior a 60 m, los taladros para su emplazamiento podrán realizarse normalmente y de una sola vez. En el caso de que se interceptaran zonas alteradas de terreno que impidan el sostenimiento natural de las paredes del mismo, se procederá de uno de los siguientes modos:

- Utilizando tubería de revestimiento. Dicha tubería se recuperará al instalar el extensómetro.
- Realizando la perforación en varias fases (según se juzgue conveniente) y de acuerdo con las características del terreno y la experiencia que se vaya obteniendo en la ejecución del taladro. A la terminación de cada tramo, éste se inyectará con lechada de cemento a baja presión (aproximadamente 1 kg/cm²) y se esperarán unas 14 horas para reanudar la perforación (se podrán utilizar aditivos acelerantes).

El diámetro del taladro de alojamiento se elige en función del número de anclajes a utilizar. Para extensómetros de 1 a 5 anclajes se procurará emplear los siguientes diámetros:

- Extensómetro de 1 anclaje: 2" de diámetro.
- Extensómetro de 2 anclajes: 3" de diámetro.
- Extensómetro de 3 anclajes: 3 ½" de diámetro.
- Extensómetro de 4 anclajes: 4" de diámetro.

- Extensómetro de 5 anclajes: 4 ½" de diámetro.
- Extensómetro de 6 anclajes: 5" de diámetro.

Siempre que no se utilice tubería de revestimiento en el sondeo, se debe iniciar la colocación inmediatamente después a su ejecución.

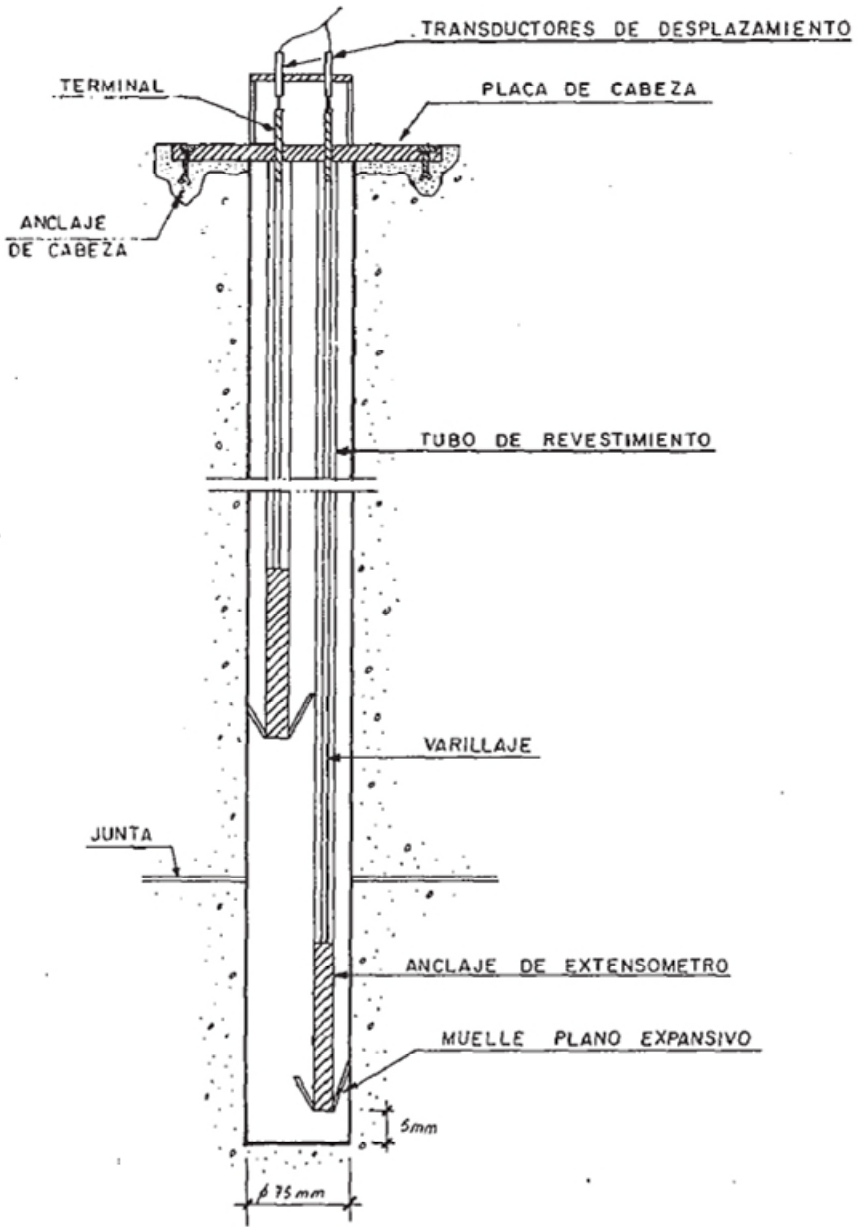


Figura 17. Esquema general de instalación del extensómetro de varillas

El montaje del extensómetro se realizará uniendo varillas según se van introduciendo en el correspondiente taladro, salvo que la longitud del varillaje más largo permita su perfecto montaje en el exterior, en cuyo caso se protegerá adecuadamente la zona de trabajo, con el fin de no deteriorar o ensuciar el extensómetro.

Para el montaje se realizan las siguientes operaciones:

- Si fuera necesario, se procederá a una limpieza del taladro, utilizándose agua y aire comprimido.
- Se deberá medir con la máxima aproximación la longitud real del taladro, con objeto de comprobar que se ajusta a la distribución de anclajes prevista. En taladros ascendentes, se tendrá en cuenta la decantación de la lechada de cemento posteriormente a su inyección.
- Se iniciará el montaje propiamente dicho, para lo cual se actuará como sigue:
    - Rósquese el anclaje a una varilla y cúbrase ésta con un tramo de tubería de polietileno hasta el tope fijado en el anclaje. Seguidamente se calentará con cuidado el correspondiente terminal de polietileno con soplete de butano. La unión se asegurará con la abrazadera suministrada a tal fin y se protegerá con mastic y cinta plástica vulcanizable.
    - Las varillas se fijarán entre sí a tope por medio de los racores de unión y se protegerán con la tubería de polietileno. En el caso especial de utilizarse redondos de invar o acero refractario de bajo coeficiente de dilatación lineal, estos serán de diámetros inferiores a 10 mm y no precisarán racores de unión.
    - Los tramos de manguera de recubrimiento se acoplarán por dilatación térmica de la primera extremidad a introducir en la varilla, protegiéndose las uniones con cintas vulcanizable y plástica. Asimismo el extremo de la manguera exterior al taladro quedará a unos 20 cm de la respectiva varilla. En ocasiones también se podrán utilizar manguitos para unión del polietileno semirígido, pero éstos deben asegurar un cierre IP-66 (DIN-40050). En el caso de instalar un extensómetro de más de 2 anclajes es importante colocar separadores de los tubos de polietileno con el fin de evitar se entrelacen entre sí las varillas.
    - La última varilla se roscará al terminal superior o varilla lectora, y se introducirá por el correspondiente taladro de la placa de cabeza.
    - Una vez realizada la operación referida en el punto anterior se procederá a sujetar el varillaje utilizando la pieza A y los correspondientes tornillos. Simultáneamente se dejarán los terminales con el rango de lectura que se juzgue oportuno (normalmente sobresaldrán 4 cm más de la placa de cabeza). Para ello la placa de

cabeza deberá tener los redondos de sujeción y se situará provisionalmente en la posición definitiva. Si fuera preciso, se podrían utilizar mordazas en esta operación para sujetar el varillaje.

- Se procederá a la inyección del taladro de acuerdo con las indicaciones que en este documento se citan.
- Veinticuatro (24) horas después de finalizar la inyección (última en el caso de realizar varias fases) se desmontará el dispositivo de sujeción y calibrado procediéndose a instalar la placa de sujeción de los transductores de desplazamiento o la de apoyo del aparato portátil para toma de lecturas (comparador), para lo cual se utilizarán las pequeñas columnas de unión. Como precauciones más importantes se tendrán en cuenta las siguientes:
  - En ningún caso la manguera de polietileno soportará el peso de anclajes, varillas y mangueras de inyección y aireación.
  - La lechada de inyección no debe penetrar entre la manguera de revestimiento y las varillas.
  - El anclaje más profundo se alejará unos 0.3 m del fondo del taladro o parte alta del depósito de detritus no evacuado, con el fin de que pueda unirse perfectamente al medio a controlar.
  - Se aplicará una capa muy fina de grasa consistente a la superficie exterior de las varillas, teniendo gran cuidado de no manchar los anclajes.
- Se hormigonará la placa de cabeza, formando un pequeño dado.

En lo que respecta a la inyección del taladro, la lechada de cemento a utilizar debe tener una proporción agua-cemento mayor que 1, evitándose que el conglomerante pueda ser más rígido que la roca, lo cual podría originar rotura por corte en la unión. Para ello se puede añadir bentonita en una proporción adecuada.

Esta lechada conviene que sea ligeramente expansiva o que al menos no tenga retracción importante, y en taladros descendentes se inyectará por gravedad, utilizando una sola manguera que acompaña al anclaje más profundo.

Si la profundidad e inclinación del taladro lo hicieran necesario, se introducirán al menos tres mangueras, dos para inyección y una para aireación. La manguera de aireación y otra de inyección penetrará en el taladro al menos 0.25 cm por encima del

anclaje más alejado de la cabeza del extensómetro. En este caso se podrá añadir algún fluidificante a la lechada de cemento a inyectar.

Dichas mangueras se pasarán por debajo de la placa de cabeza con cuidado de no doblarlas.

La presión hidrostática sobre el revestimiento de polietileno nunca deberá sobrepasar 3 kg/cm². Si fuera preciso, la inyección se realizará en varias fases. En este caso las mangueras de inyección y aireación se limpiarán con aire comprimido al final de cada fase.

Para la adecuada fijación de la cabeza del extensómetro, se debe sujetar sólidamente la cabeza del extensómetro a la roca u hormigón a través de redondos de fijación introducidos en la roca u hormigón. Seguidamente se debe hormigonar la placa de cabeza, formando un pequeño dado.

4.4.2. Verificación y puesta en marcha

Para la verificación del adecuado funcionamiento del sistema, se deberá realizar una toma de lecturas inicial que requerirá de cierta meticulosidad en su realización.

Si la cabeza del extensómetro está preparada para realizar mediciones manuales, la toma de lecturas consistirá en introducir el vástago del comparador por los taladros de la placa base de lectura de la cabeza del extensómetro, hasta contactar con el extremo de la correspondiente varilla lectora.

Las operaciones a realizar en la toma de lecturas serán las siguientes:

- Asegúrese que la pieza de apoyo del comparador está sólidamente fijada al vástago del mismo.
- Si fuera preciso, se deberá ajustar la aguja mayor del comparador con el cero de la esfera principal. Para ello girar con cuidado el aro moleteado de que va provisto.
- Realizar una lectura patrón sobre el tubo calibrador suministrado con el comparador. Si hubiera diferencia con la lectura patrón de la campaña origen se podría optar por:

- Anotar la lectura patrón en la hoja de campo para corregir posteriormente por cálculo las lecturas en base a la diferencia con la medida rigen.
- Desajustar, en la misma magnitud, el cero del comprador para que las medidas de ambas campañas sean directamente comparables. Se tendrá cuidado en orientar siempre igual la esfera del comparador en las diversas campañas de toma de lecturas. Para ello el tubo suele disponer de una señal en su superficie lateral.

- Realización de lecturas: Introducir el vástago del comparador por cada uno de los taladros de lectura (correspondientes a los distintos anclajes de control), anotando la medición en la hoja de campo.
  - Para realizar cada lectura se seguirá el siguiente orden:
    - Primero se leerá la esfera pequeña.
    - A continuación se leerá la esfera principal.

Se deberá tener un correcto contacto del casquillo en la placa de cabeza del extensómetro, y la punta del asta en la superficie del tornillo terminal de la varilla lectora del anclaje.

Si por el contrario, el extensómetro de varillas tiene instalados en la cabeza transductores de desplazamiento eléctricos, las lecturas de cada anclaje se deberán de realizar con un equipo adecuado a la señal de salida. Como se ha comentado anteriormente en este documento, el sensor adecuado para automatizar la señal de los extensómetros de varillas es el LVDT tipo ATI o similar. (Transformador diferencial lineal variable).

Para establecer como adecuado el funcionamiento de estos sensores automáticos, deberá realizarse un registro de funcionamiento combinado, tanto de los propios sensores, como de los módulos conversores de señal existentes en el armario de centralización en el que se reciba dicha señal. Se deberá verificar que el sentido de desplazamiento que capta el sensor, corresponde adecuadamente con el sentido de crecimiento o de decrecimiento de la señal que se recibe en el armario una vez tratada por el dispositivo conversor correspondiente.

Para establecer una correcta nomenclatura de cada una de las varillas que componen los extensómetros de varillas, debe definirse con número más bajo, el anclaje más profundo (1), y el de número más alto el más cercano a la cabeza del extensómetro.

4.4.3. Mantenimiento

Como prevención contra los golpes y suciedad, las piezas de acero inoxidable de la cabeza deben protegerse con la correspondiente tapa de protección, y por lo tanto deben conservarse perfectamente limpias. Por otra parte téngase en cuenta que para efectuar medidas utilizando comparador deben estar perfectamente limpios el tornillo de anclaje, la varilla de acero inoxidable y la placa de apoyo del comparador.

- Se deberá mantener en perfecto estado de trabajo la junta de neopreno de la placa de cabeza (para cierre de la tapa y la placa).
- Si el extensómetro dispone de transductores eléctricos, se deberá evitar que en la cabeza del extensómetro puedan alcanzarse temperaturas superiores a 60ºC.

4.5. MEDIDORES TRIDIMENSIONALES DE JUNTAS

Las unidades de medidores de juntas tridimensionales están formadas por dos piezas diferenciadas, de manera que cada una de ellas pueda instalarse a cada lado de la junta a controlar.

Ambas piezas consisten en una barra cuadrada retorcida, de acero inoxidable, de modo que se enfrentan en las tres direcciones del espacio XYZ. Una de ellas presenta unas placas circulares de acero inoxidable formando un triedro, sobre las cuales palpa el comparador de lectura. De esta forma, permite la lectura manual con un comparador en las tres direcciones posibles del movimiento relativo entre los dos bloques: apertura o cierre, deslizamiento y cizallamiento, así como su automatización mediante sensores lineales de desplazamiento de tipo potenciométrico, cuerda vibrante o LVDT.

La instalación de las dos piezas se realiza con una plantilla especial que permite la fijación de los soportes al hormigón, de forma que las caras del triedro queden paralelas a las del dado y a una distancia determinada.

Está provisto de tornillos con ruedas dentadas para ajustar el rango de medida en cada una de las direcciones, quedando estos sellados en la instalación.

Los medidores de juntas y su material accesorio, tienen las siguientes características

fundamentales:

- Fabricados en acero inoxidable.

- Ligero peso del aparato de medida (comparador para lecturas manuales).

- Fácil automatización.

- Sencillez de cálculos y procedimientos rápidos para su ejecución.

El sistema de control tridimensional de lectura manual y con posibilidad de automatización, lo conforma un medidor de lectura manual, apto para ser automatizado por medio de tres sensores LVDT, uno en cada dirección de movimiento (apertura o cierre, deslizamiento y cizallamiento). El medidor está formado por un conjunto de dos piezas en acero inoxidable ancladas a las paredes de hormigón, cada una a un lado diferente de la junta.

La lectura automática se obtiene por medio de sensores de tipo LVDT ATI o similar de rango apropiado (entre 20 y 50 mm), anclados en un extremo al medidor mediante fijación roscada y apoyo en el otro extremo mediante un palpador tensionado por un muelle.

La ventaja de estos dispositivos es la lectura centralizada de los mismos mediante centrales manuales de lectura con registro mediante equipo de lectura portátil del tipo LVDT.

Para la automatización de estos dispositivos, el cableado se realizará a través de cajas de paso y cable multihilo, desde la central manual de lectura hasta el autómata PLC.

La lectura manual del sistema de control tridimensional se realiza por medio de un comparador digital, cuyas características técnicas se detallan a continuación:

Reloj comparador digital 543-490 B (Mitutoyo)	**Especificaciones técnicas**
Rango	50 mm
Resolución	0,001 mm
Margen de error	0,005 mm
Fuerza de medición	≤ 2,3 N
Display	LCD de 7 dígitos

Batería	SR-44

El comparador digital debe ser el Modelo 543-490 B de la casa Mitutoyo o similar.

Este medidor presentará las siguientes características:

- Únicamente es necesario realizar una vez el ajuste de la posición de partida, ya que conserva el cero absoluto hasta el próximo cambio de batería.

- El contacto en la medición se realiza a través de una bola de metal duro y rosca M2,5 X 0,45mm.

- Admite un giro de hasta 330º para una buena visualización de la lectura.

- Presenta una función que permite la introducción de la tolerancia para la aceptación o el desecho de la lectura.

Además de proceder a la automatización de los medidores de juntas tridimensionales mediante sensores LVDT, es necesario disponer de un equipo manual para la lectura de los mismos. El registro de esa señal, se realiza mediante un equipo manual de lectura LVDT.

4.5.1. Instalación

Tal y como se ha indicado anteriormente, la colocación de los medidores tridimensionales de control de juntas se hará con la ayuda de una plantilla metálica inoxidable especial.

Para su instalación se requiere la realización de unos pequeños taladros de 20 mm de diámetro y 100 mm de longitud, la fijación de los medidores en dichos taladros se realizará con mortero de cemento.

Al instalarse los medidores debe asegurarse que las direcciones de control corresponden con las principales de la presa.

Existe la posibilidad de automatizar estos elementos de control mediante la instalación de sensores LVDT en cada uno de los 3 ejes de medida. Para estos casos, el medidor deberá adaptarse para poder permitir la lectura manual mediante un reloj comparador. De esta forma, se dispondrán de registros manuales y automáticos de la misma

medida, lo cual facilitará la verificación del adecuado funcionamiento de ambos sistemas.

El suministro e instalación de terna de sensores tipo LVDT serán, ATI o similar, de +/- 5 mm de rango, colocado en base tridimensional en acero inoxidable, para colocación en junta de galería. Incluye protección ante goteras, parte proporcional de cable para transmisión de señal 4-20 mA hasta 300 m por sensor LVDT hasta la caja de centralización, p.p. de canalización en bandeja o tubería hasta 200 m, cajas intermedias de conexión y todo el material auxiliar necesario para su correcta instalación.

El sensor consiste en dos bobinas, situadas una al lado de la otra, cuyo interior está hueco y permite el desplazamiento de un núcleo metálico. Al inyectar corriente en una de las bobinas, la otra recoge una corriente inducida que depende de la posición del núcleo interior. Este principio de funcionamiento permite construir sensores precisos, y robustos, cuya medida no varía ni con la temperatura ni con la humedad del entorno.

Su diseño permite un rápido montaje y desmontaje, pudiendo cambiarse de lugar en poco tiempo. Una red de estos medidores, conectados a un sistema de adquisición de datos y ésta a un ordenador portátil, permite el control, en tiempo real, de la evolución de los movimientos en una amplia sección de la presa, permitiendo una acertada y eficaz toma de decisiones durante el proceso.

4.5.2. Verificación y puesta en marcha

La verificación de este tipo de sistemas, se basa principalmente en la correcta realización de la toma de lecturas. Para ello resulta imprescindible mantener la meticulosidad en su ejecución.

Si el medidor está preparado para realizar mediciones manuales, la toma de lecturas consistirá en introducir el vástago del comparador por los taladros que presenta una de las piezas que lo forman, hasta contactar con la superficie de las placas circulares que presenta la otra pieza.

Las operaciones a realizar en la toma de lecturas serán las siguientes:

- Asegúrese que la pieza de apoyo del comparador está sólidamente fijada al vástago del mismo.

- Si fuera preciso, se deberá ajustar la aguja mayor del comparador con el cero de la esfera principal. Para ello girar con cuidado el aro moleteado de que va provisto.
- Realizar una lectura patrón sobre el tubo calibrador suministrado con el comparador. Si hubiera diferencia con la lectura patrón de la campaña origen se podría optar por:
    - Anotar la lectura patrón en la hoja de campo para corregir posteriormente por cálculo las lecturas en base a la diferencia con la origen.
    - Desajustar, en la misma magnitud, el cero del comparador para que las medidas de ambas campañas sean directamente comparables.
    - Se tendrá cuidado en orientar siempre igual la esfera del comparador en las diversas campañas de toma de lecturas. Para ello el tubo tiene una señal en su superficie lateral.
- Realización de lecturas: Introducir el vástago del comparador por cada uno de los taladros de lectura (correspondientes a las distintas direcciones de control), anotando la medición en la hoja de campo.

Para realizar cada lectura se seguirá el siguiente orden:

- Primero se leerá la esfera pequeña.
- A continuación se leerá la esfera principal.

Se deberá tener un correcto contacto del casquillo en la pieza con taladros del medidor, y la punta del asta en la superficie de las placas circulares de la otra pieza del mismo.

Si el medidor de juntas se encuentra automatizado, mediante sensores LVDT (Transformador diferencial lineal variable), las lecturas de cada dirección de control se deberán realizar con un equipo adecuado a la señal de salida.

La realización de lecturas puede hacerse provisionalmente conectando el cable con las pinzas de los equipos de lectura manual, aunque lo habitual será acoplar la Unidad electrónica al conector o conectores de la central.

4.5.3. Mantenimiento

Si el medidor dispone de transductores eléctricos, habrá que evitar que en el punto de emplazamiento del medidor puedan alcanzarse temperaturas superiores a 60º C.

Habrá que prestar especial atención al registro de anomalías en las mediciones, ya que tal vez exista un cable suelto, un mal aislamiento, o una avería en un conmutador o conector.

El mantenimiento del reloj comparador consistirá básicamente en conservar perfectamente seco y limpio el instrumento de medida, y siempre y cuando no se utilice, se alojará en su estuche. Debido a la precisión que requiere, será recomendable, evitar que reciba golpe alguno, ni someterlo a temperaturas fuera del rango de –5º C a 60º C.

4.6. TERMÓMETROS PT-100

Los termómetros TP se basan en el principio del efecto Seebeck, utilizando los materiales de cobre-constantán, soldados en gas inerte, para la generación de un par termoeléctrico. Los termómetros TR se basan en la variación de la temperatura de una resistencia de platino tipo PT-100.

Los termómetros se encapsulan con diferentes tipos de carcasas dependiendo de su aplicación. Todas las carcasas son robustas, fabricadas en cobre y estancas. Los termómetros TR se miden con tres hilos para una mayor exactitud de la medida cuando hay grandes distancias.

4.6.1. Instalación

Para el montaje estos termómetros en estructuras de hormigón construidas se realizarán taladros con las siguientes características:

- Perforación: Preferiblemente con sonda, en su defecto rotopercusión.
- Diámetro de perforación: 56 mm
- Pendiente de taladros horizontales: Dependiente de su longitud. Normalmente entre el 0,5 y 1,5% (Evacuación de lodos y agua de perforación).

Se procurará siempre realizar desde las galerías, taladros horizontales. Una vez realizados los taladros, se ejecutará el montaje de los termómetros, para lo cual se procede de la siguiente forma:

- Se seleccionará un termómetro que tenga una cabeza de diámetro inferior a 20 mm. y con una longitud de cable que alcance la central de lectura o la caja de conexiones. La caja de conexiones puede ser que disponga de convertidores de las señales eléctricas de los termómetros a otras en 4:20 mA. En este caso existirá para cada termómetro una entrada de 3 conductores y una salida de 2 conductores. (La conexión será sencilla al estar señalizada en la caja). Se suelen utilizar convertidores a 4:20 mA cuando la longitud de cable de un termómetro supera los 60 m, con el fin de conseguir precisiones de " 0,21C en las medidas.
- Se acoplarán los termómetros a un tubo de PVC de la longitud total del taladro, situándolos a las distancias previstas en el Proyecto. En almacén o galería se realizará un simulacro de montaje. En la instalación definitiva se introducirán en el taladro los tubos con los termómetro, teniendo en cuenta que:
    - La tubería seleccionada normalmente tendrá un diámetro de 25 x 22 mm. (Dependiente del número de cables).
    - Las uniones definitivas de los tramos de tubo se realizarán con disolvente y cola.
    - El cable y cabezas irán por el interior del tubo, aunque en la zona de situación de éstas, se realizará un corte con forma de media caña y en una longitud de dos veces y media la de la cabeza del termómetro.
    - La cabeza del termómetro se fijará al tubo de PVC en la zona de media caña utilizando 2 tiras de fibra de vidrio o plástico de pequeño espesor se podrá utilizar otro material en esta operación pero procurando inmovilizar sólidamente el termómetro y que el aislante térmico no cubra dicha cabeza.

Finalizado el montaje del termómetro o grupo de termómetros se procederá a inyectar meticulosamente el espacio libre del taladro. Para ello se utilizará lechada de cemento (generalmente con dosificación 1 a 1).

Para realizar la inyección será adecuado emplear 2 mangueras de polietileno transparente de 14 x 10 mm de diámetro. Otros cuidados a tener en cuenta en esta operación son los siguientes:

- Realizar un buen sellado de la boca del taladro.

- Evacuar las burbujas de aire del taladro. Una vez lleno éste con la lechada de cemento la manguera de inyección se deja conectada al depósito.
- El depósito de llenado y la manguera exterior de retorno de lechada de cemento, deberán quedar a cota superior a la de la boca del taladro.
- Evitar que queden a más de 0,5 m mangueras en el taladro.

4.6.2. Verificación y puesta en marcha

La adecuada verificación de estos sensores, los cuales no pueden verificarse visualmente por encontrarse embebidos en el hormigón, se basa en el buen funcionamiento de todos los elementos que conforman el camino de la señal, desde su emisión en el sensor, hasta su recepción, tanto en el armario de centralización, como en el ordenador de control.

La señal ha de ser contrastada, por ello es posible obtener una lectura de forma manual en el punto de centralización, para de esta forma, compararla con las medidas históricas del mismo. La verificación electrónica de cada uno de los componentes que conforman el camino de la señal, dejará vislumbrar el elemento causante del mal funcionamiento del sistema (conexionado, convertidores, sistema de adquisición, configuración en la remota de auscultación). Si por el contrario, se concluye que todos los elementos funcionan adecuadamente, será el propio sensor quién no funcione adecuadamente

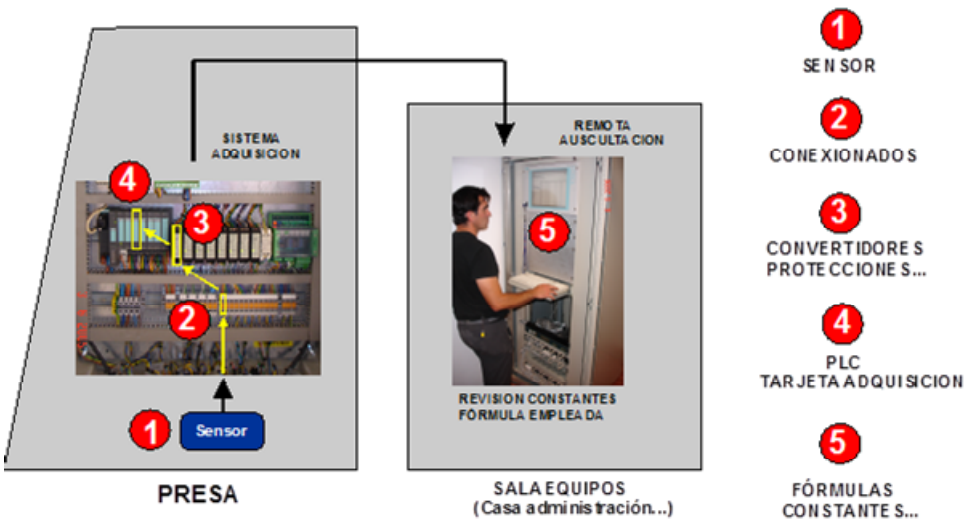


Figura 18. Esquema de verificación de sensores embebidos

4.6.3. Mantenimiento

El mantenimiento de estos tipos de controles en los cuales los sensores se encuentran embebidos, se basa en prestar atención al buen estado general de las conexiones de entrada y salida del armario de centralización, así como del cableado que conduce la señal hasta el mismo.

Por otra parte, se deberá prestar también especial atención al buen estado del interior de los armarios de centralización evitando que existan restos de suciedad o agua, para lo cual se debería practicar algún tipo de vía de escape para posibilitar su salida, o bien instalar algún tipo de protección que evite la entrada de agua en el interior del armario.

4.7. CONTROL DE SISMICIDAD

El acelerómetro triaxial se compone de tres elementos: la unidad de proceso, el sensor de aceleración y el GPS, para actualización automática de la hora. Se suministrará el modelo MR3000DMS de la marca SYSCOM o similar, compuesto por batería interna, protecciónes de sobrevoltaje, incluida configuración y control de servidor web, así como el kit PGS necesarios.

Centro de control sísmico (1 UD)

Centro de control sísmico instalado en edificio de Administración compuesto por estación de trabajo, software de análisis configurado para los equipos instalados, telemetría, electrónica de red, armario de electrónica, sistema de alimentación de reserva y servidor PTP/NTP con sincronización GPS, totalmente instalado, probado y sincronizado. (El software de comunicación en Tiempo Real entre el Servidor y los acelerógrafos debe de ser compatible con el protocolo de comunicación Seedlink).

Acelerógrafo en cimentación (1 UD)

Acelerógrafo en cimentación, con sistema de fijación y protección, armario de electrónica, sistema de alimentación de reserva, electrónica de red incluso toda la obra civil necesaria para su adecuada instalación.

El acelerómetro debe ser triaxial, compuesto por tres elementos: la unidad de proceso, el sensor de aceleración y el GPS, para actualización automática de la hora.

- Sensor de aceleración:

El sensor de Aceleración está alojado en un dado metálico, que debe quedar fijado sólidamente a la estructura de la presa en la que se deseen controlar las aceleraciones. Como se desea utilizar el acelerómetro como sismógrafo, este dado deberá quedar fijado a alguna estructura de hormigón que presente una unión sólida con el terreno, dotándose también de una protección estanca de acero inoxidable.

En el interior del dado está alojado el sensor electrónico que registra la variación de aceleraciones a lo largo de tres ejes (X, Y y Z).

- Unidad de proceso:

La unidad es la encargada de grabar sismos de forma automática cuando alguno de los valores de aceleración medidos por este sensor supera un límite definido en la configuración del equipo.

La unidad de proceso está alojada en un armario de poliéster, adecuado para su instalación en la mayoría de los ambientes. Al no tener partes metálicas, este armario soporta sin problema su emplazamiento en ambientes húmedos, sin sufrir la corrosión y el deterioro propios de los armarios metálicos.

Características a cumplir por los acelerógrafos:

1. Triaxial force balance accelerometers
2. Minimum bandwidth: DC-200 Hz
3. Full scale: Electronically selectable at less between 0.125g-1g
4. Minimum dinamic range: 155 dB
5. 24-bit digitizer
6. Selectable sampling rate: 100, 200, 250, 500
7. Acquisition modes: Continuous and trigger
8. Direct donwloading via Ethernet. SeedLink server license.

9. Communications: Ethernet interface for real time reception (Multiple destinations TCP/IP protocol), parameter set up and event retrieval (FTP). RS-232 interface

10. Internal data storage: CF card 16 Gbytes.

11. File formats: At least MiniSeed and ASCII

12. High precisión GPS time and ultra low latency.

13. Http data comunications and web access for instrument configuration/data streaming retrieval

14. Threshold trigger: Selectable from 0.01% to 100% full scale

15. Include the RESP files of the instrument.

16. Housing resistant to corrosión

17. Protection to reverse-voltage and over/under voltaje

- **Red de comunicaciones incluyendo señal GPS y alimentación intra-presa (1 UD)**

Red de comunicaciones y alimentación intra-presa que permita la alimentación de los equipos, la recepción de la señal GPS y el envío de los datos vía red Ethernet al Centro de Control Sísmico.

En caso de que la antena de alguno de los acelerógrafos instalados no capte señal GPS (debido a la ubicación de la misma entre otros), se realizará una de las siguientes operaciones:

- Se llevará la señal GPS a cada acelerógrafo

- Se extraerá la señal de cada acelerómetro y se sincronizará con el tiempo GPS (por ejemplo en el Centro de control sísmico). En esta segunda opción lo que se hace es instalar un acelerómetro (sensor) y enviar la señal fuera para sincronizarla.

Este conjunto se alimenta a través de una caja de toma y derivación de una línea de alimentación a 220V, incluyendo elementos de protección, magnetotérmicos, descargadores, etc., y comunica mediante cable de fibra óptica al ordenador de control, al que se descargarán los posibles eventos para su registro definitivo y posterior análisis.

Se sugiere fijar el umbral de disparo para los posibles eventos a registrar en 0,005 g para los tres ejes. Este umbral resulta de la observación de las condiciones ambientales presentes en el lugar de ubicación de este dispositivo, siendo el mínimo posible con el propósito de evitar el registro de falsos eventos producidos por el normal funcionamiento de la presa, actividades antrópicas en las proximidades del equipo, etc.

Atendiendo a los requerimientos más usuales en presas y estructuras análogas, y a tenor de la experiencia en este campo, la configuración para la activación de eventos se basaría en el disparo por nivel de aceleración, descartándose otras modalidades de activación, tales como el disparo por tiempo o a partir del cociente STA/LTA.

4.8. ESCALAS LIMNIMÉTRICAS

La escala limnimétrica es un dispositivo que se coloca en una vertical para medir el nivel de un líquido. En las presas normalmente se utiliza para medir la cota de embalse. Se trata de una regla graduada con marcas cada centímetro para la medición de aforos.

El material suministrado debe ser en acero inoxidable AISI 304, de chapa de 2,5 mm como mínimo y reforzado con un angular de inoxidable de 25 mm.

El ancho de medida debe ser de 15 cm como mínimo.

4.9. TELECOORDÍMETRO.

Es un dispositivo óptico diseñado para la medición automática de las coordenadas de la línea de alambre del péndulo. Caracterizado por una alta resolución y precisión.

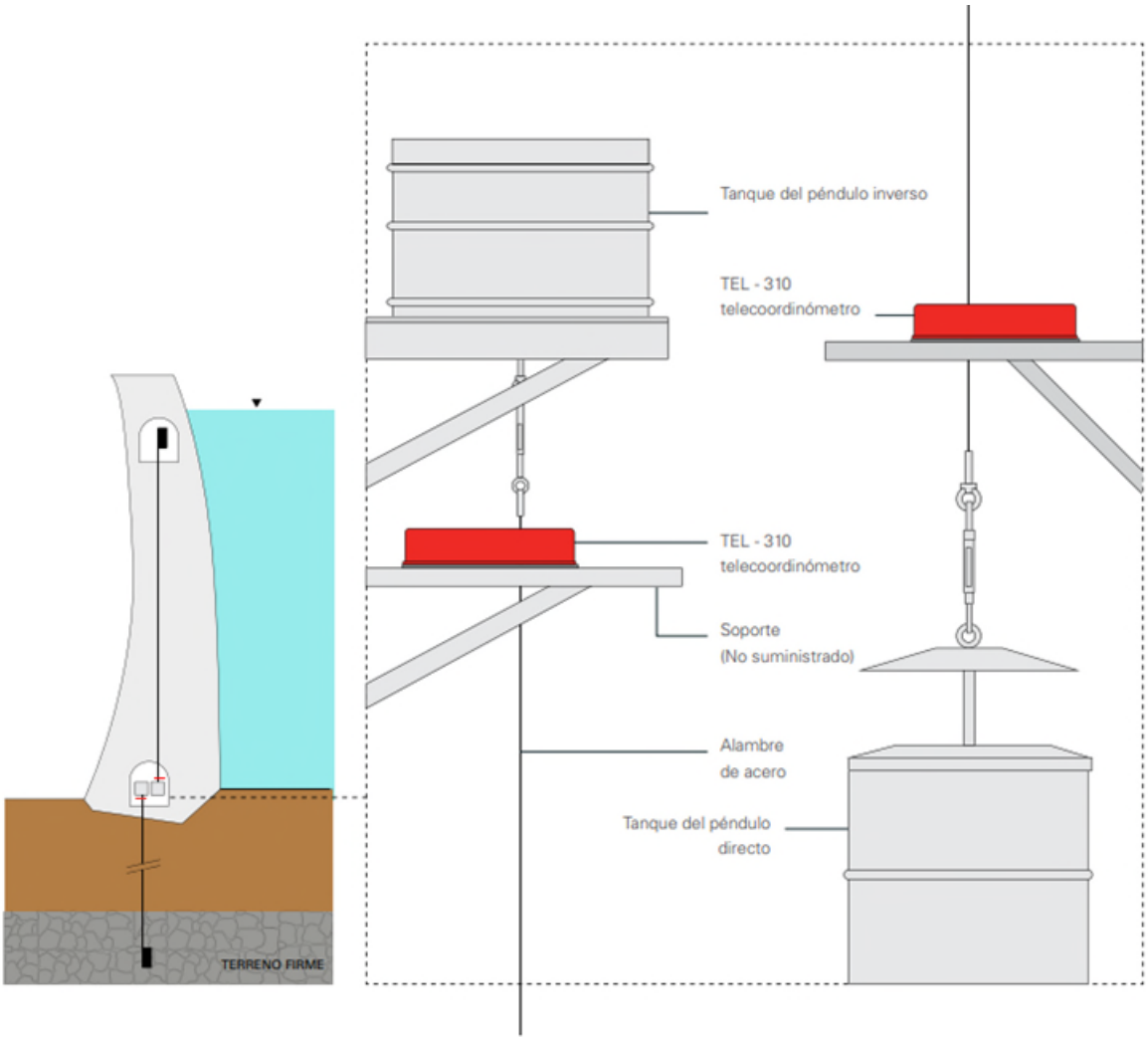
El registro y automatización de la medida de los péndulos en las estaciones de control se realizará mediante los equipos BGK 6850 de la firma Geokon o similar, con detección de los movimientos del hilo en sentido longitudinal y transversal al eje de presa por medio de sensores ópticos CCD. Este equipo realiza el registro de la medida sin contacto con el cable de acero, representando directamente la lectura en un display digital y con salida analógica para el registro automático.

Las características técnicas de este equipo son:

Características técnicas	**2 dimensiones**
Rango	0-50 mm (X) 0-50 mm (Y)
Resolución	0,01 mm
Precisión	0,1 mm
Método de comunicación	4-20 mA, EI,A RS-485
Display	4-Digit LED
Almacenamiento de datos	2000 datos
Fuente de alimentación	85-265 VAC, 50-60 Hz
Temperatura de funcionamiento	-15ºC a +60ºC
Humedad de funcionamiento	100% humedad relativa

Suele estar compuesto por tres unidades, unidad del sensor óptico, unidad de control con web-server y unidad de suministro de energía.

Las coordenadas X-Y de la línea de plomada están determinadas a través de un par de fotocélulas montadas sobre una platina activada por un motor. Por cada ciclo de mediciones la línea de la plomada intercepta los rayos de luz de la fotocélula dos veces: durante el recorrido de deslizamiento y su retorno. Las coordenadas de la línea están automáticamente computarizadas, como el promedio de las dos lecturas de un ciclo completo. Ciclos consecutivos pueden ser programados, al final del cual cada instrumento provee automáticamente el promedio de las mediciones. Dos pasadores están montados en posiciones conocidas en los dos extremos del rango de medición. Para cada ciclo de medición la distancia entre los pines se utiliza automáticamente para validar las lecturas.



La lectura manual de estos dispositivos se haría mediante planchetas de lectura manual, que presentan los siguientes elementos y características:

- Soporte de acero galvanizado, fabricado a medida del punto de instalación y con taladros rasgados para situar la plancheta en la posición adecuada respecto al hilo. Las fijaciones del soporte al hormigón de la pared se realizarán con anclajes de tipo químico o expansivo.

- Cuerpo de la plancheta fabricado en acero inoxidable, con taladros para fijar al soporte y un ángulo abierto para permitir su instalación o desmontaje sin tocar el hilo del péndulo.

- Dos reglas graduadas, de acero inoxidable, situadas en dos lados ortogonales de la placa y dos nonius móviles que se desplazan sobre las mismas, con ranuras de puntería para fijar la posición del hilo. El rango de medida efectivo es de 100 mm, en las dos direcciones radial y tangencial, y la apreciación de 0,05 mm. Dos espejos situados en la parte posterior, enfrentados a las ranuras de puntería y que permiten mejorar la exactitud de la colimación del hilo al hacer coincidir éste con su imagen en el espejo. Las planchetas de lectura se instalan en nichos junto a las galerías y permiten el montaje conjunto con sistemas automáticos de lectura.

4.10. CAJA DE CENTRALIZACIÓN DE LECTURA .

Las cajas de centralización y lectura manual van contenidas en armarios estancos de poliéster prensado Schneider plm 54 o 64 con protección IP-67, con puerta interna abatible serigrafiada con las nomeclaturas de los sensores y externa opaca o transparente. Las uniones de los cables se llevan a cabo por medio de conectores que permiten la realización de lecturas manuales por medio de equipos portátiles.

Las cajas de centralización constan de un panel de conectores y un conjunto de prensaestopas que permiten la entrada de los cables hasta el interior de la caja que contiene el conjunto. El cierre estanco de la caja de poliester permite que el conjunto soporte la intemperie y ambientes húmedos.

La utilización más típica es aquélla que centraliza los aparatos de medida instalados cuando éstos no van a ser conectados a un sistema automático de adquisición de datos y conviene recopilarlos en un panel de centralización. Ello evita el deterioro de las puntas de los cables, mejora la calidad de las lecturas tomadas y permite una medición mucho más cómoda y rápida.

Armario de centralización y lectura válido para sensores del tipo cuerda vibrante y termoresistencias con selección del sensor mediante conmutador o selector giratorio, borneros de conexionado de entrada y salida para la automatización y prensaestopas apropiados para la entrada de los cables multihilo.

El panel de centralización dispone de conectores de dos, tres, cuatro y cinco vías y permite conectar a él cualquier aparato de medida compatible con esa variedad de contactos. Cada uno de los aparatos conectados tiene su propio conector numerado, evitando así la necesidad de multiplexores, relés u otros mecanismos que pudieran requerir mantenimiento.

Se determinará por el Director de obra el número de conectores y el tipo de conector entre 2 y 5 pines.

4.11. MEDIDOR DE NIVEL FREÁTICO.

Es un sistema integrado diseñado para el monitoreo continuo y automático del nivel del agua y la temperatura en el interior de pozos, tomas de agua y piezómetros.

El equipo para la medida del nivel de agua en piezómetros y drenes estará formado por:

- Tambor recogecable en PVC con estructura de acero pintado.
- Sonda en acero inoxidable de diámetro 12 mm.
- Cable centimetrado, que puede ser:
    - Modelo WL/T: Cable redondo (4,7 mm) con cuatro conductores en rama con alma en Kevlar, marcación cada centímetro grabado sobre el cable y protegido con una vaina externa en poliuretano antigrafito transparente.
    - Modelo WL/P: Cable plano con dos conductores (2x10 mm) en acero armónico y marcación serigrafiada en el cable.
- Circuito eléctrico con señalización acústica y visual de detección del nivel de agua.

Está equipado con un sensor de presión que proporciona una alta precisión y estabilidad a largo plazo. Registra presión absoluta, que más tarde se convierte en lecturas de nivel del agua a través de un software utilizando mediciones barométricas.

Rango de nivel de agua	4, 9, 30, 76 m de agua
Rango de temperatura	-20°C +50°C
Intervalo de mediciones	Programable min 1 seg, max 18 horas
Tipo de memoria	No volátil
Capacidad de memoria	64k-byte >21.000 mediciones combinadas
Diámetro / longitud	24.6 mm / 150 mm
Puerto de comunicación	Interfaz óptica USB
Vida de la batería	5 años con mediciones a intervalos de 1 min.

4.12. ELENGÓMETRO TELESCÓPICO CON COMPARADOR DIGITAL. (MEDIDOR DE JUNTAS EXTERNO).

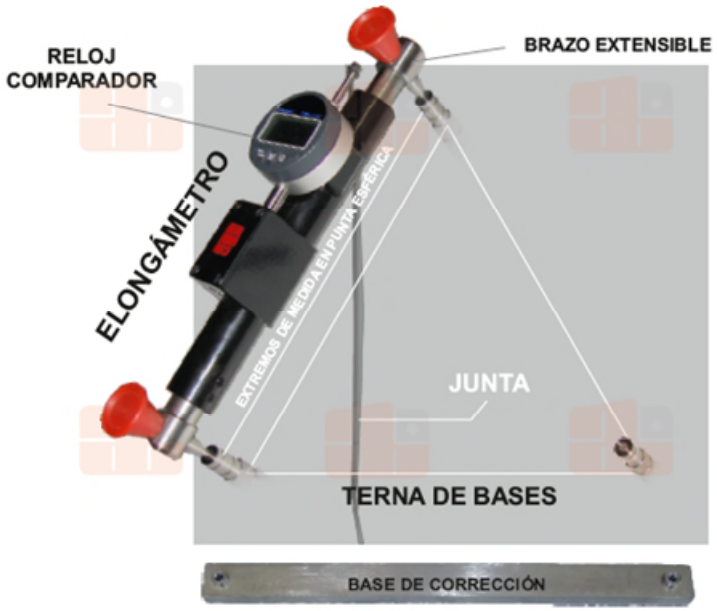
El medidor de juntas externo permite controlar con precisión la apertura de juntas de dilatación, diaclasas o cualquier otro elemento de separación que admita la colocación de las bases de medida y un posterior acceso a ellas para realizar las mediciones.

Este sistema de control está compuesto por un medidor, llamado elongámetro, y tantas ternas de bases como juntas a controlar. Cada terna de bases está formada por tres cilindros de acero inoxidable que se colocan, en forma de triángulo, a ambos lados de la junta o fisura. Cada una de estas piezas tiene un alojamiento cónico donde ajustan perfectamente los apoyos del elongámetro.

Las tres bases se instalan en la cara perpendicular a la junta y con las lecturas que proporciona el elongámetro se conoce tanto la separación entre los bloques, como el deslizamiento de uno de ellos respecto al otro.

Se debe tener especial detalle con el suministro del medidor de juntas externo tipo ATI o similar en el rango de medición, pues en algunas presas como la del Pintado no

tiene un rango estándar de medición, por lo que se debe suministrar uno ex profeso con un rango de 20 a 28 mm de apertura.



Elongámetro

Rango de medida: 27 mm

Resolución: 0,01 mm o menor.

Precisión: +/-0,5%

Material: Aluminio y acero inoxidable

Comparador: Digital

Interfaz: Conexión RS232C ; Puerto USB ; Interfaz Digimatic

4.13. EQUIPO PORTATIL DE LECTURA DE SENSORES DE CUERDA VIBRANTE.

El equipo portátil de lectura de sensores de cuerda vibrante debe ser una unidad de lectura portátil monocanal de nueva generación proyectada para la lectura de toda la instrumentación geotécnica presente en el mercado.

Debe disponer de un amplio display, con lecturas exactas y precisas, carcasa impermeable y antirrobo, así como baterías recargables AA Ni-Mh.

Debe estar compuesto de estuche de protección, así como cable de unión a instrumentos y para paneles de centralización y mediciones

Para la toma de lecturas manuales en los piezómetros de cuerda vibrante, se utilizará un equipo de lectura para sensores de cuerda vibrante de la firma Geokon Inc, modelo GK-405 o similar, con bornas de conexionado apropiadas a las centrales manuales de lecturas o terminales cocodrilos si ésta se realizan de forma provisional en los terminales de los cables.

La unidad de lectura para sensores de cuerda vibrante modelo GK-405 de Geokon o similar, es un equipo portátil diseñado específicamente para su utilización por un operador en condiciones de campo. La unidad dispone de una autonomía de funcionamiento de 20 horas con dos baterías tipo AA.

El modelo dispondrá de seis posiciones de excitación de la cuerda con una resolución en pantalla de 0,1 dígitos, permitiendo mostrar la frecuencia (Hz) y el periodo (µseg).

También muestra la temperatura del termistor de la cuerda vibrante con una resolución de 0,1 dígitos.

Especificaciones técnicas de módulo remoto:

Vibrating Wire Readout:	
Excitation Range	450 Hz to 6000 Hz, 5 volt square wave
Measurement Resolution	1ns
Time base Accuracy	±0.025%
Temperature Readout:	
Sensor Type	Thermistor, Dale #1C3001-B3 (YSI 44005)
Sensor Accuracy	±0.5° Celsius
Measurement Range	–50° to +150° Celsius
Measurement Resolution	0.1° Celsius
Measurement Accuracy	0.5% to 1.0% FSR
Communications:	
Wireless protocol	Bluetooth®, 2.0 +EDR, Class 1, range 20 m
Bluetooth profile	Serial Port Profile (SPP)
Parameters	9600 baud, eight data bits, one stop bit, no parity, full duplex, non-configurable
Transmission Format	ASCII
Physical:	
Dimensions (L×W×H)	210 mm × 165 mm × 185 mm (8.25" × 6.5" × 7.25")
Weight	2.45 kg (5.40 lbs.)
Temperature Range	-10° to +50° Celsius
Battery	7.4 volt, 2600 mAHr Li-Ion
Operating Time	Approximately 40 hours

Especificaciones técnicas de módulo manual-consola:

Processor	Texas Instruments 4470 dual-core @ 1.5 GHz
Operating System	Microsoft® Windows® Embedded Handheld 6.5.3
Included Software	Microsoft® Office Mobile 2010; multiple languages
Memory / Disk	1GB RAM / 4GB iNAND Flash
Storage Expansion	User accessible MicroSD/MicroSDHC slot
Display	FWVGA (854x480); IPS; 600 nits, capacitive multi-touch Asahi Dragontrail, chemically strengthened glass
Keyboard	Numeric backlit keypad with three programmable function keys. Onscreen QWERTY keyboard.
Connections	USB A Host, USB micro (PC sync and charging), DB9 RS-232 serial, 3.5 mm headset (stereo and mic)
Case	IP67 waterproof
Camera	8-megapixel, rear-facing with autofocus and LED illumination.
Environmental	Tested to MIL-STD810G for water, humidity, sand, dust vibration, altitude, shock and temperature
Power / Battery Life / Charge Time	5200 mAh, 3.7 V, Li-Ion warm-swappable battery / approx. 8.5 hours / approx. five hours (4000 mAh)
Wireless Connectivity	Internal Bluetooth® Class 2; WLAN: Integrated 802.11b/g/n supports AES TKIP, WEP, WPA and WPA2
Operating	-30°C to 60°C
Storage Temperature	-40°C to 70°C
Shock Survival	Multiple drops from 1.22 m onto concrete
Dimensions (L x W x	191 mm (7.5") x 80 mm (3.2") x 35 mm (1.4")
Weight	490 g, with battery

4.14. CONTROL TOPOGRÁFICO.

BASES DE NIVELACIÓN

Los desplazamientos verticales en coronación con precisión submilimétrica se controlarán mediante bases o chinchetas de nivelación.

Las bases de nivelación suministradas serán tipo ATI o similar.

Para la colocación de las bases de nivelación contenidas en arquetas de acero inoxidable, se practicarán huecos de diámetro aproximado 30 cm y profundidad 20 cm en los cuales se empotrarán las bases, fijándolas con mortero y nivelándolas de modo que su tapa roscada pueda quitarse y ponerse con facilidad.

La señal de nivelación irá montada en el fondo de una arqueta cilíndrica de acero inoxidable, de diámetro exterior 165 mm y 50 mm de altura. La arqueta irá provista de una tapa de acero inoxidable con un cilindro fijo en su parte central, roscado en el interior de modo que se pueda fijar firmemente la tapa a la base y utilizando una llave, tipo Allen, para la apertura o cierre.

En la parte central irá empotrada la señal de nivelación, consistente en un perno semiesférico, de diámetro 18 mm, de acero inoxidable, soldado a la parte central del fondo de la arqueta y sobre el que se apoyará la mira del topógrafo cuando se vayan a efectuar las lecturas. Para evitar la entrada de agua la base dispondrá de un cierre de goma en el contacto perimetral entre arqueta y tapa. En la base de la arqueta, ésta llevará tres tornillos soldados que faciliten su nivelación y fijación al hormigón del suelo.

En las aceras de coronación de la presa o en zonas hormigonadas, la arqueta irá empotrada en un hueco practicado en el suelo y la tapa quedará enrasada con la superficie adyacente.

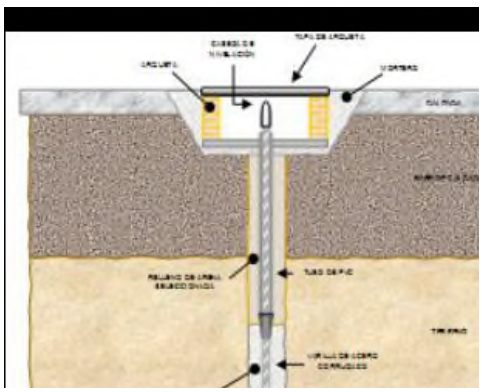
Para garantizar la precisión de las medidas de nivelación, entre las señales de nivelación dispuestas no existirá una distancia superior a 40 m y la diferencia de cota fuera menor en cualquier caso a 2 m entre dos consecutivas.

BASES DE NIVELACIÓN-COLIMACIÓN.

Consisten en una varilla de acero inoxidable roscable con cabeza semiesférica, anclada a la profundidad de 1 m. Cada varilla está protegida por un tubo de PVC, permitiendo el libre movimiento de la varilla por el interior del mismo.

Las bases de nivelación- colimación serán tipo ATI o similar.

El anclaje utilizado en esta instalación es un cilindro estriado de acero (corrugado de Ø 25, de 100 cm de longitud para los hitos de nivelación, que se fija con inyección de lechada de cemento, apto para roca sana o poco fracturada. Además en el interior de la base se encuentran tres apoyos de acero inoxidable, uno en forma de “V”, otro un taladro cónico y otro plano, de esta forma se asegura que la mira encaja siempre en la misma posición.



Consta de una carcasa de aluminio que se ancla al terreno de forma conveniente a la estructura a controlar, de esta forma los apoyos seguirán los movimientos que se produzcan.

TRIANGULACIÓN.

Para el control de los desplazamientos horizontales de la presa con precisión.

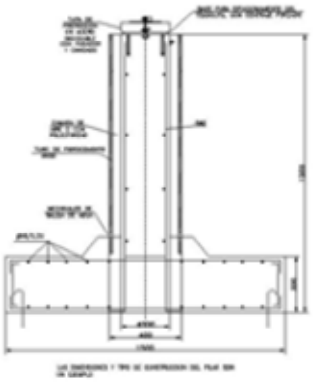
- Bases para triangulación automática: Se ubicará en el paramento de aguas abajo, una en cada bloque de la presa, un miniprisma circular de reflexión Leica modelo GMP 104 o similar, adecuado para la auscultación de presas y laderas. Sus características principales son:

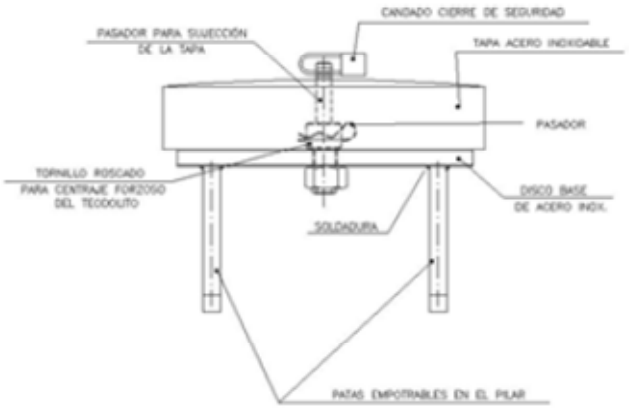
Miniprisma GMP104 de Leica o similar	Especificaciones técnicas
Dimensiones interior y exterior	35 x 29 mm
Tolerancia h	De ∅ -0,20 mm
Deflección angular	< 5”
Precisión de centrado	1,0 mm
Rango máximo IR	800 m
Rango máximo de ATR	1500 m
Constante del prisma	-8,92 mm, aunque varía el ángulo de incidencia de la visual
Orientable	Hacia cualquier dirección

- Pilar de observación o Base de Centrado forzoso: En la parte superior del alguno de los pilares existentes aguas debajo de la presa o uno de nueva ejecución se empotrará la placa de centraje forzoso de la estación total, consistente en una placa circular de 170 mm de diámetro y 10 mm de espesor, de acero inoxidable. En la parte central lleva fijado un tornillo Whitworth con rosca de paso de 5/8”, al que se rosca directamente la base nivelante del equipo de lectura para el centrado forzoso del mismo. Este sistema permite el estacionamiento del aparato con un error menor de 0,01 mm, si dicho aparato va provisto de dicho sistema de centrado.

  La placa se fijará, por medio de tres anclajes, al hormigón del pilar y para su protección se instalará una tapa de diámetro 200 mm y 50 mm de altura, fabricada en acero inoxidable, fijada firmemente a la base mediante un pasador sujeto la vástago central y un candado de cierre tipo ATI o similar.

Para el control preciso del sistema se instalarán tres referencias, mínimo, de apoyo del punto de observación situadas en lugares estables fuera de la zona de actuación de la estructura.





4.15. AUTOMATIZACIÓN. UNIDAD DE LECTURA AUTOMÁTICA.(ULM)

Para la transmisión de las señales procedente de los dispositivos propuestos, se procederá al tendido del cableado hasta cajas de conexionado a multihilo con el objeto de minimizar el tendido de cables por las galerías. Tanto el cableado simple (2x0.5) como el multihilo (8 x 0.5, 12 x 0.5 o bien 24 x 05 según el caso) será adecuadamente protegido por medios de tubo de PVC de Ø: 50, incluyendo manguitos de unión, abrazaderas apropiadas y entronques con centrales de conexionado intermedias.

Todos los cables de los sensores, se conectarán a cables multihilos mediante la conexión a centrales intermedias de paso, donde se agruparán los sensores más próximos.

Se prevé igualmente la instalación de una central manual de lectura, para efectuar las lecturas de los piezómetros de cuerda vibrante. Esta central está contenida en un armario estanco con grado de protección IP-67, con conmutadoras de seccionamiento para lectura, borneras de conexión de entrada y salida y prensaestopas apropiados para la entrada de los cables multihilo, como se ha descrito en apartados anteriores.

Una estación ULM es un PLC dotado de capacidades ampliadas y está más especializada en el tratamiento de la auscultación automatizada que usualmente hay en una presa.

Cabe destacar que las ULMs tienen una gran capacidad de ampliación en el número de sensores instalado, así como una variedad de tipos de sensores admitidos, que no poseen los PLCs. También son notables sus características de bajo consumo ya que trabajan la mayor parte del tiempo en situación de dormido (sleep) que provoca muy bajo consumo.

Para la implementación de la adquisición automatizada de los datos de auscultación se ha previsto la instalación un sistema automático, Autómata PLC S7-1200 de la firma Siemens o similar, compuesto por los siguientes elementos:

- Fuente de Alimentación Ps 307, 120/230.V Ac; 24 V DC.

- Tarjetas de entradas analógicas SM 331 con separación galvánica.

- Tarjeta de entradas digital SM 321.

- Conectores frontales 392 con terminales de tornillo, 40 polos.

- MICRO MEMORY CARD para S7-300/C7, ET 200S IM151 CPU, 3,3 V NFLASH, 512 KBYTES.

- SINAUT ST7, procesador de comunicaciones TIM 4R-IE para SIMATIC S7-300 y PC, provisto de dos interfaces RS232/RS485 INTERFACES para redes clásicas WAN y dos interfaces RJ45 para redes IP (WAN y LAN), provisto, en su caso, de de las correspondientes Tarjetas Conversoras de señal de cuerda vibrante a señal analógica de 4-20 mA.

Las señales provenientes de los distintos sensores y elementos de auscultación, alcanzarán este armario por medio de cables multihilo. Las entradas al autómata estarán provistas de las correspondientes protecciones contra sobretensiones de las señales de cada uno de los sensores mediante descargadores de línea tipo blitzductor.

En cada una de las secciones previstas, y distribuidas por las galerías de la presa, se instalarán centrales de conexiones intermedias, para el conexionado de los cables individuales de los sensores a cables multihilos (24 x 0.5). Estas centrales estarán provistas de regleteros de conexionado y anclajes separadores de fijación a las galerías.

Desde cada una de las centrales, se realizarán las correspondientes acometidas por las galerías hasta alcanzar el autómata. Las acometidas por las galerías se realizarán por bandejas adecuadamente dimensionadas para este propósito.

Con la finalidad de tener un sistema de control manual de los sensores, se instalarán centrales de lectura manual. Estas centrales están compuestas por armarios estancos con un grado de protección IP-67, conmutadores de seccionamiento para lectura, borneros de conexión de entrada y salida para la automatización y prensaestopas apropiados para la entrada de los cables.

Desde el autómata PLC hasta el centro de control, se instalará una línea de cableado de comunicaciones compuesto por cable de fibra óptica de 12 fibras multimodo de construcción holgada 62.5/125, con doble cubierta de polietileno, relleno antihumedad, y cable portor de acero, así como los correspondientes conversores de señal de fibra óptica a RS-232, alojados en sendas cajas terminales de conexión en armario exterior de protección, caja terminal para alojamiento de empalmes, y los conversores correspondientes según el protocolo de comunicaciones del PLC.

En el centro de control y en el punto donde se ubique el autómata, se situarán cuadros eléctricos para la toma y derivación de una línea independiente de alimentación eléctrica de 220 Vac, desde alguno de los cuadros eléctricos de la presa, en los que se incluirán elementos de protección gruesa, tales como descargadores tipo VM, fusibles, diferencial y magnetotérmico, integrados en armarios unitarios conectados a la línea de tierra de la presa.

Por último, las señales procedentes del conversor de señal se transmitirán al ordenador central a través del software que se describe más adelante, para realizar el control y análisis de los datos proporcionados por los dispositivos de instrumentación, además de gestionar estos dispositivos, las posibles alarmas y eventos, generar informes, etc., presentándose estos datos en un panel sinóptico basado en una pantalla LCD de 40’ ubicado en el centro de control (Oficinas de la Presa).

4.16. MANGUERA ÓPTICA CON DOS PARES DE FIBRAS.

Suministro e instalación de cables totalmente dieléctricos µSHEATH o similar, diseñados para la introducción o instalación flotante dentro de conductos termoplásticos rígidos, así como para ser directamente enterrados y ser instalados en zanjas. También están concebidos para la instalación aérea en tendidos de hasta 200

m utilizando accesorios específicos para fijación en polos. Su doble cubierta y la armadura dieléctrica rígida garantizan una alta protección contra las agresiones mecánicas, la acción de los roedores y los daños por arma de fuego.

4.17. SOFTWARE SERVIDOR AUSCULTACIÓN.

En el ordenador central se implementará un paquete de software libre, un programa informático diseñado especialmente para la auscultación de presas, capaz de realizar la gestión de la adquisición, así como el registro, tratamiento y presentación de los datos obtenidos por los sensores y el envío de esta información a sistemas centralizados de rango superior, permitiendo su consulta con carácter remoto.

Los diferentes módulos del software que lo componen, serán adaptados a las circunstancias particulares de cada presa, con el objeto de controlar y monitorizar todos los elementos que integran el sistema de auscultación de forma automática

Para evitar incompatibilidades presentes y futuras se debe implantar un servidor + cliente OPC-UA. El desarrollo se hará en entorno Linux con lenguaje Javascript, concretamente utilizando lenguaje de programación visual de código abierto.

Software en entorno Linux, con Node y Node/Red instalados. Los tres sistemas de código abierto y de adquisición gratuita, no aumentarán el coste de desarrollo ni el de eventuales modificaciones futuras.

La base de datos será SQL y tendrá su almacenado en un pendrive conectado a uno de los puertos USB del computador.

El manejo de parámetros presentados por pantalla o en el sinóptico se hará sacando la información en tiempo real manejada por el servidor OPC.

Instalación de un Broker de MQTT instalado en el servidor publicando a intervalos programados los datos principales de las auscultación y explotación de la presa para posibilitar la posibilitar de la visibilidad con un moviel , ubicado en el entorno de dominio del WIFI.

Cabe señalar aquí lo que supone de intuitiva e inmediata la representación de datos y monitorización de dispositivos, ya que este programa permite visualizar el estado de la instalación en pantallas tipo sinóptico, así como realizar configuraciones básicas del sistema de adquisición, consultar datos de forma gráfica o mediante tablas, además de

consultar incidencias, alarmas y estadísticas del sistema, permitiendo en suma, obtener una imagen clara del sistema de auscultación de la presa y de los datos proporcionados por el mismo.

5. EDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1. CONDICIONES GENERALES

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios Nº1 del presente Proyecto, con los descuentos implícitos a la baja de adjudicación.

Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Así mismo se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas o indirectas necesarias para dejar las unidades de obra terminadas con arreglo a las condiciones específicas en el presente Pliego.

Cada clase de obra se medirá exclusivamente en el tipo de unidades lineales, de superficie, de volumen o peso que en cada caso se especifique en el citado Cuadro de Precios Nº 1.

Para aquellos materiales cuya medición se haya de realizar por peso, el Contratista deberá situar, en los puntos que señale la Dirección de Obra, las básculas o instalaciones necesarias debidamente contrastadas. Su utilización deberá ir precedida de la aprobación de la Dirección de Obra.

Todas las mediciones básicas para la medición de las obras, incluidos los trabajos topográficos que se realicen a este fin, deberán ser conformados por representantes autorizados del Contratista y de la Dirección de Obra, y aprobados por ésta. Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación.

5.2. TALADROS

Se abonarán por metros lineales realmente ejecutados a los precios unitarios indicados en el Cuadro de Precios Nº1, para la perforación de equipos de instrumentación o de drenes.

Los equipos de perforación estarán formados al menos por un sondista experto (oficial) y un ayudante. Deberán contar con todos los medios necesarios para la correcta ejecución de los sondeos, tales como depósito de agua, bombas, mangueras, varillaje de longitud homogénea, borriquetas, canaleta de al menos 3 m de longitud, martillo de nailon, herramientas varias.

En esos precios unitarios no se incluyen los costes de desplazamiento y emplazamiento de maquinaria de sondeos, que estarán contemplados independientemente.

5.3. INYECCIONES

Esta partida quedará excluida en la instalación de cada uno de los equipos que precisen inyección con lechada de cemento en sus taladros.

Se abonarán por metros lineales realmente ejecutados a los precios unitarios indicados en el Cuadro de Precios Nº1, para la inyección en taladros de perforación.

5.4. PERFORACIÓN DE DRENES

Se abonará por metros lineales realmente ejecutados.

Los taladros, ya sean para inyecciones del terreno o para drenaje, se medirán y abonarán por metros lineales realmente ejecutados que hubiera ordenado realizar la Dirección de Obra.

El abono de los taladros para drenajes o inyecciones tendrá lugar al precio establecido en el Cuadro de Precios Nº 1, cualquiera que sea la longitud total de perforación, su diámetro y su inclinación. El precio es independiente de la inclinación del taladro y del tipo de terreno atravesado, incluso cuando éste fuere hormigón o roca, e incluye el lavado y el agua para tal fin y cualquier medio necesario para ejecutar el taladro. Están incluidos en el precio las cajas y el almacenaje de las cajas de los testigos extraídos.

La inyección se medirá y abonará por toneladas de cemento o kilogramo de resina epoxi, en cada caso, realmente inyectado. El abono se realizará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1, que son independientes de la dosificación empleada, e incluyen el agua, los aditivos que pudieran utilizarse, la maquinaria de inyección, la mano de obra y en general cuantos medios pudieran necesitarse. La adición de otros ingredientes a la lechada distintos del cemento, tales como arena fina o bentonita, se abonarán al precio del conglomerante.

El coste de los taladros y las inyecciones de relleno para colocación de piezómetros se considera incluido en el precio que figura en el Cuadro de Precios nº 1 para la instalación de piezómetro en su conjunto, por lo que no será objeto de abono independiente.

Los limpieza de los drenes existentes, se medirán y abonarán por metros lineales realmente ejecutados que hubiera ordenado realizar la Dirección de Obra.

5.5. PERFORACIÓN PARA PÉNDULOS

Se abonarán por los metros de perforación ejecutados, con arreglo a lo señalado en el Cuadro de Precios.

Si hubiese que Reperforar una perforación ya hecha, por error del Adjudicatario, o por falta de cumplimiento en las condiciones de diámetro y verticalidad necesarias, todos los gastos originados serán a cuenta del Adjudicatario y sin que ello de lugar a extensión del plazo o a compensación de ninguna índole.

El precio incluye la protección de la zona de trabajo y las medidas necesarias para poder admitir el paso en coronación, sin interrupciones.

5.6. CABLEADO

Se abonará por metros y en el precio del metro de cable estarán incluidos todas las piezas especiales, abrazaderas, sujeciones y soportes, así como su colocación y conexión. Incluye también el picado y posterior relleno con mortero de cemento o con resina sintética y los huecos necesarios para alojar las piezas de sujeción.

El tubo de PVC, si lo hubiese, se abonará por metros lineales realmente instalados e incluye todo el material auxiliar para su colocación.

5.7. PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE

Se abonarán por unidades realmente colocadas, incluyendo en el precio el suministro, transporte e instalación de cada piezómetro en el interior de los taladros al efecto, con el material accesorio para su correcto funcionamiento (arena, bentonita,..). no está incluidos la perforación e inyección de los taladros.

5.8. EXTENSÓMETROS DE VARILLAS

Se abonarán por unidades realmente colocadas, incluyendo en el precio el suministro, transporte e instalación de cada extensómetro en el interior de los taladros al efecto, con el material necesario para su correcto funcionamiento.

5.9. AFORADORES DE FILTRACIONES

Se abonarán por unidades realmente colocadas, incluyendo el precio el suministro y transporte e instalación del vertedero.

5.10. ESCALA MILIMETRADA PARA LECTURA DE AFORADORES

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego y comprenden el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.11. SENSOR ULTRASONIDOS PARA MEDIDA DE CALADOS

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

5.12. PÉNDULOS

Se abonarán por unidades, realmente colocados, comprendiendo el precio el suministro, transporte e instalación de todos los elementos que lo componen,

independientemente de la longitud de los mismos. Se abonarán aparte, por unidades, los soportes de sujeción al hormigón, las planchetas de medida XY, los sensores para lectura automática, así como el cable de conexión a las cajas de centralización, todo ello de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro Nº1.

5.13. PLANCHETA XY PARA LECTURA VISUAL DE PÉNDULO

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego y comprenden el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.14. MEDIDORES DE JUNTAS

Se abonarán por unidad de medidor tridimensional, incluyendo en el precio el suministro, transporte y colocación en obra, incluidos los taladros para fijación en los hastiales de las galerías y el recibido con mortero de cemento. No estará incluido el comparador de lectura.

5.15. RELOJ COMPARADOR

Reloj comparador para lectura de medidores XYZ, montado sobre vástago telescópico, con acoplamiento a los elementos de lectura, incluso patrón y puesta a cero: se abonará por unidad entregada con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego y comprende el suministro y transporte hasta la obra.

5.16. EQUIPOS DE LECTURA PORTÁTILES

Se abonarán por unidades realmente suministradas y su precio incluye todas las calibraciones y comprobaciones para verificar su correcto funcionamiento.

5.17. ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Se abonará por unidades realmente instaladas, comprendiendo el precio de adquisición, transporte y colocación de todos los elementos que la componen. El cerramiento del recinto y la correspondiente obra civil no se encuentra incluido en el precio debiéndose abonar como una unidad aparte según el Cuadro de Precios.

5.18. ESTACIÓN REMOTA

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

5.19. ARMARIO DE CENTRALIZACIÓN

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

5.20. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA AUTOMATIZACIÓN

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

5.21. EQUIPAMIENTO CENTRO DE CONTROL DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

5.22. EMPLAZAMIENTO PARA TALADRO DE PIEZÓMETRO

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego, es decir, cuando se haya retirado la maquinaria de un punto de perforación, después de haber sido colocada y realizada la perforación en ese punto. Comprenden el transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.23. IMPLANTACIÓN Y RETIRADA DE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN DE ϕ=300 mm

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego, es decir, cuando se haya retirado la maquinaria de la galería, después de haber sido colocada en la galería, realizadas las perforaciones en la misma y finalmente retirada. Comprenden el transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.24. IMPLANTACIÓN Y RETIRADA DE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN DE ϕ<300 mm

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego y comprenden el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.25. IMPLANTACIÓN Y RETIRADA DE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN DE ϕ=56 mm

Se abonará por unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego, es decir, cuando se haya retirado la maquinaria, después de haber sido colocada, realizadas las perforaciones y finalmente retirada. Comprenden el transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presenten para la realización y terminación de las unidades de obra.

5.26. PERFORACIÓN PARA PÉNDULO DE ϕ=300 mm

Se abonará por metro de perforación terminada y ejecutada con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego. En el precio se incluye el tubo de PVC así como la inyección del contorno.

5.27. PERFORACIÓN PARA PIEZÓMETRO DE CUERDA VIBRANTE DE ϕ=76 mm

Se abonará por metro de perforación terminada y ejecutada con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego. Incluyendo el análisis geológico previo y replanteo topográfico.

5.28. PERFORACIÓN PARA EXTENSÓMETRO DE VARILLAS DE ϕ=100 mm

Se abonará por metro de perforación terminada y ejecutada con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego.

Sevilla, octubre de 2019

El Autor del Proyecto:

MARCOS MENDEZ JOSE MANUEL - DNI 22671781Z

Firmado digitalmente por MARCOS MENDEZ JOSE MANUEL - DNI 22671781Z
Fecha: 2020.09.29 14:03:51 +02'00'

Fdo.: José Manuel Marcos Méndez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos