

ANEJO 28. CONTROL DE CALIDAD DURANTE LAS OBRAS

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. NORMATIVA APLICABLE	3
3. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	3
3.1 ORGANIGRAMA DE RESPONSABILIDADES	3
3.2 UNIDADES DE OBRA SOMETIDAS A CONTROL DE CALIDAD.....	4
3.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOTES	5
3.4 ACTAS DE RESULTADOS.....	5
4. CONTROL DE CALIDAD DE OBRA CIVIL	6
4.1 DEFINICIÓN DE LOS ENSAYOS UNITARIOS	6
4.2 MATERIALES BÁSICOS	6
4.2.1 Tuberías de polietileno	6
4.2.2 Cementos	7
4.2.3 Agua	10
4.2.4 Armaduras pasivas.....	11
4.2.5 Piezas especiales de calderería	12
4.2.6 Elementos de acero inoxidable a emplear en los lastres	12
4.2.7 Elementos de PRFV	12
4.3 UNIDADES DE OBRA	13
4.3.1 Tuberías de polietileno	13
4.3.2 Movimientos de tierra	20
4.3.3 Firmes.....	21
4.3.4 Hormigones	22
4.3.5 Estructuras	24

4.3.6 Lastres para tuberías.....	25
4.4 CUANTIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	26
5. CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	30
5.1 ALCANCE.....	30
5.2 CONTROLES E INSPECCIONES DE EQUIPOS.....	31
5.2.1 Control de calidad de compuertas.....	31
5.2.2 Control de calidad de válvulas.....	31
5.2.3 Control de calidad de calderería y estructuras.....	32
5.2.4 Control de calidad de tuberías, accesorios y pequeño material.....	32
5.3 PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN.....	33
5.4 INFORME DE SEGUIMIENTO.....	34
5.5 PRUEBAS FINALES DE LA INSTALACIÓN.....	34
5.5.1 Equipos electromecánicos.....	34
5.5.2 Tuberías.....	35
5.5.3 Prueba general de funcionamiento.....	35
5.5.4 Filmación de los trabajos subacuáticos.....	35
5.6 DOCUMENTACIÓN FINAL DE CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS.....	35

APÉNDICE 1 – VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS ENSAYOS

ANEJO 28. CONTROL DE CALIDAD DURANTE LAS OBRAS

1. OBJETO

En el presente anejo se relacionan los procedimientos, ensayos y pruebas a efectuar para asegurar la calidad de las obras proyectadas.

Se ha efectuado una determinación de los ensayos mínimos a realizar, siendo el Director de las obras quien, a la vista de la realidad con que se encuentre, del ritmo de la obra y de los medios de que disponga el contratista, determine, tanto cualitativa como cuantitativamente, las características de los ensayos.

2. NORMATIVA APLICABLE

Las normas, reglamentos y disposiciones técnicas en las que se fundamenta este anejo de control de calidad son las siguientes:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3/75.
- Órdenes circulares que revisan o modifican los contenidos del anterior.
- Recomendaciones para el control de calidad en obras de carreteras (Ministerio de Fomento).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Normas NLT del Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Normas UNE de AENOR.
- Normas armonizadas sobre el material eléctrico (Decisión de ejecución 2019/1956 de la comisión Europea de 26 de noviembre de 2019).

3. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

3.1 ORGANIGRAMA DE RESPONSABILIDADES

La aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad está enmarcada en el desarrollo de las actividades y funciones que competen a la Dirección de Obra.

Corresponde al Contratista Adjudicatario la presentación de un Plan de Puntos de Inspección y Ensayo en el que estarán identificadas las pautas de autocontrol establecidas por los responsables de acometer la ejecución de las obras.

La combinación del mencionado Plan con el homólogo definido por la Asistencia para el Control de la Obra, Plan de Inspección y Ensayos y con los medios humanos y materiales de los equipos de Dirección y Contratistas habrá de garantizar la calidad en la ejecución, seguimiento y verificación de las distintas unidades que integran el Proyecto.

3.2 UNIDADES DE OBRA SOMETIDAS A CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos habrán de abarcar tanto la caracterización y recepción de los materiales básicos como las unidades de obra y tajos durante su ejecución y una vez terminados.

Todos los ensayos llevarán codificación consistente en la definición del Capítulo, Tajo y Unidad, con especificación adicional de Lote y Ensayo. Esta codificación deberá poder ser tratada mediante aplicación informática de tratamiento de base de datos.

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto y ser aprobados por la Dirección de Obra.

En los materiales básicos y prefabricados el control incluirá la exigencia de garantía, sello de idoneidad, certificado u homologación que en cada caso corresponda, quedando reducido el número de ensayos a los perceptivos de recepción y verificación en su caso.

El contratista estará, en consecuencia, obligado a informar a la Dirección de Obra sobre las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados, para que se puedan realizar los ensayos oportunos. La aceptación de un material en un cierto momento no implicará que el mismo pueda ser rechazado más adelante si se detecta algún defecto de calidad o uniformidad. El contratista deberá realizar un seguimiento y registro de los materiales que se coloquen en obra, de tal forma que pueda conocerse la trazabilidad de los mismos.

Los materiales no incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares habrán de ser de calidad adecuada al uso que se destine, según el criterio de la Dirección Facultativa. El contratista deberá presentar en este caso las muestras, informes y certificados de los fabricantes que la Dirección de Obra considere necesarios. Si la información y garantías oficiales no se considerasen suficientes, la Dirección de Obra podrá solicitar la realización de otros ensayos, recurriendo, si es necesario, a laboratorios especializados.

El fabricante de elementos prefabricados deberá aportar un plan de calidad y una certificación que garantice que las características del acero y del hormigón son las exigidas en proyecto.

Los suministradores de productos específicos (pinturas, morteros de reparación, etc.) deberán aportar los certificados y homologaciones de producto que garanticen el cumplimiento de las propiedades exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas y demás documentos del presente proyecto.

3.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOTES

Los ensayos de Control de Calidad se clasifican en: ensayos de aceptación de materiales que intervienen en la unidad de obra, ensayos de ejecución que contrastan la correcta puesta en obra de dichos materiales y ensayos de fabricación de unidades, como hormigones realizados en central, en los que se determinan las dosificaciones a utilizar y los materiales a emplear.

Cada una de las unidades de obra a controlar se divide en lotes de una determinada extensión, a los que se aplica un cierto número de ensayos, considerando que la aceptación o rechazo derivada del resultado de los ensayos afecta a todo el lote en conjunto.

La extensión de los lotes varía en función de los ensayos a realizar y la importancia de la unidad en el conjunto de la obra. La extensión de los lotes deberá ser propuesta por el contratista y validada por el Director de Obra.

3.4 ACTAS DE RESULTADOS

El laboratorio que realice los ensayos correspondientes a cada uno de los materiales de obra emitirá un acta de resultados con los datos obtenidos en ellos, conteniendo, además, la siguiente información.

Nombre y dirección del laboratorio de ensayos.

Nombre y dirección del cliente.

Identificación de la obra o petición, reflejando la persona o institución a quién corresponde el material analizado, con su número de expediente.

Definición del material sometido a ensayo.

Fecha de recepción de la muestra, fecha de realización de los ensayos y fecha de emisión del Informe de Ensayo.

Identificación de la especificación o método de ensayo.

Identificación de cualquier método de ensayo no normalizado que se haya utilizado.

Cualquier desviación de lo especificado para el ensayo.

Descripción del método de muestreo, si así es especificado por la normativa vigente o por el peticionario

Identificación de si la muestra para el ensayo ha sido recogida en obra o ha sido entregada en el laboratorio.

Indicación de las incertidumbres de los resultados, en los casos que se den.

Conclusiones del ensayo y firma del Jefe de Área correspondiente, constatando titulación y VºBº del Director del Laboratorio.



4. CONTROL DE CALIDAD DE OBRA CIVIL

4.1 DEFINICIÓN DE LOS ENSAYOS UNITARIOS

Se definen, en los apartados siguientes, el tipo y características de los ensayos a desarrollar sobre los materiales básicos y unidades de obra principales.

4.2 MATERIALES BÁSICOS

4.2.1 Tuberías de polietileno

Control de la fabricación de los componentes

El fabricante deberá asegurar la calidad de sus productos durante la fabricación mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación, que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de la norma de referencia utilizada para la producción de los componentes de las redes de saneamiento.

Todos los componentes, con independencia del tipo de material, deberán ser sometidos a una inspección visual al finalizar el proceso de fabricación, de forma que se verifique la uniformidad en el color y el aspecto de los mismos, y que tanto la superficie exterior como la interior estén libres de irregularidades que puedan afectar negativamente al cumplimiento de los requisitos previstos. Igualmente serán sometidos a una comprobación de sus características geométricas para verificar que todas sus dimensiones son correctas.

Control de calidad del compuesto PE

Será de aplicación lo especificado en la norma UNE-EN 12201, cuyo contenido se resume en la siguiente tabla (tabla 71 UNE-EN 12201):

Tipo de control		Apartados UNE-EN 12201-1	Apartados UNE-EN 12201-2	Apartados UNE-EN 12201-3
Control de materiales	Densidad del compuesto	4.4		
	Contenido en negro de carbono	4.4		
	Dispersión del negro de carbono	4.4		
	Dispersión del pigmento (compuesto azul)	4.4		
	Contenido en agua	4.4		
	Contenido en materias volátiles	4.4		
	Tiempo de inducción a la oxidación	4.4		
	Índice de fluidez en masa	4.4		
	Resistencia a la tracción en uniones a tope por fusión	4.4		
	Resistencia a la propagación lenta de fisuras-dimensión del tubo 110mm SDR11	4.4		
	Resistencia a la propagación rápida de fisuras MRS	4.6		
Características geométricas			6	6
Características mecánicas	Resistencia hidrostática a 20°C		7	7
	Resistencia hidrostática a 80°C		7	7
Características físicas	Alargamiento en la rotura		7	
	Índice de fluidez en masa MFR		8	8
	Tiempo de inducción a la oxidación		8	8
	Resistencia a la descohesión para accesorios de electrofusión por embocadura			7
	Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope de accesorios (accesorios con extremo macho)			7

4.2.2 Cementos

Las prescripciones que rigen el control de calidad a llevar a cabo sobre los cementos empleados en la ejecución de las obras son las recogidas en la O. M. de 27 de diciembre de 1999.

Las definiciones y especificaciones de los cementos a emplear en las obras proyectadas en el presente proyecto, así como las de sus componentes serán las que figuren en el artículo 3 de la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16),

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno del falso fraguado deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presente tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según la UNE 80 114.

Identificación

Cada remesa de cemento que llegue a obra irá acompañada de un albarán con documentación anexa conteniendo los datos que se indican en el anejo 4 apartado 2 de la RC-16.

Adicionalmente contendrá también la siguiente información:

- Resultado de análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca, según la UNE-EN 197-2.
- Fecha de expedición del cemento desde la fábrica. En el caso de proceder el cemento de un centro de distribución se deberá añadir, también, la fecha de expedición desde dicho centro de distribución.

La categoría de los cementos a emplear en hormigones será, al menos, la mínima necesaria para que éstos alcancen las características especificadas para cada uno de ellos conforme se define en el Art. nº 31 de la Instrucción EHE-08.

El cemento a emplear como polvo mineral de aportación (filler de aportación) en las mezclas bituminosas en caliente, tendrá las proporciones que se determine en la fórmula de trabajo definitiva.

Si con el producto se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias recogidas en el PG3 y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad del producto, los criterios descritos a continuación para realizar el control de recepción no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras. Se comprobará la temperatura del cemento a su llegada a las obras.

La recepción del cemento se realizará, tal como indica la O. M. de 27 de diciembre de 1999, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6 de la RC-16.

Se considera como lote la cantidad de cemento, de la misma designación y procedencia, que se somete a recepción en bloque

En el caso de suministros continuos:

En el caso de suministros de cemento con distinta designación o procedencia, se constituirán lotes independientes para cada tipo de cemento y procedencia.

En general, y sin perjuicio de lo que se establezca en el Plan de control, el lote lo formará el conjunto de remesas o cantidad mensual recibida de cemento de igual designación y procedencia, salvo que se sobrepase la cantidad mensual de 200 toneladas de peso, en cuyo caso las remesas recibidas serán divididas formando lotes por cada 200 toneladas o fracción, de modo que, como mínimo, se constituyan dos lotes por mes.

En caso de suministros discontinuos o muy poco frecuentes:

En general, se mantendrán los criterios de establecimiento de lotes previamente descritos, de modo que, como mínimo, proceda la formación de un lote con frecuencia mensual, durante el período de suministro.

El responsable de la recepción o persona autorizada podrá fijar un tamaño inferior para la formación de lotes en el caso de que lo estime oportuno

Se considera una muestra a la cantidad de cemento extraída, en su caso, de un lote a los efectos de control. En el apartado A5.3 de la RC-16 se establecen criterios para la realización de la toma de muestras.

Con relación al tipo y número de muestras, el Plan de control o, en su defecto, el responsable de la recepción, establecerán los criterios a observar. De no indicarse nada, se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios mínimos:

para conservar en la obra, central, o fábrica: una muestra preventiva de cada uno de los lotes,
para los ensayos de comprobación de la composición: al menos una muestra de control de cada uno de los lotes que vayan a ser sometidos a ensayos,
para los ensayos físicos, mecánicos y químicos, cuando proceda: al menos una muestra de control de cada uno de los lotes que vayan a ser sometidos a ensayos.

El suministrador podrá solicitar que se tomen muestras de contraste con los mismos criterios que los expuestos en el párrafo anterior.

La muestra de control deberá enviarse al laboratorio lo antes posible una vez acabadas todas las operaciones relacionadas con su envasado.

Las muestras preventivas y, en su caso, las de contraste se conservarán en obra, central o fábrica, según corresponda, al menos durante cien días a no ser que sea precisa su utilización. El responsable de la recepción exigirá que las muestras permanezcan en un lugar cerrado en el que queden protegidas de la humedad, del exceso de temperatura (preferiblemente no superior a 30°C) o de la contaminación producida por otros materiales.

Se evitará que el envase pueda ser dañado y que se rompa el precinto durante las manipulaciones. De darse esta anomalía, la muestra perderá su representatividad y deberá eliminarse.

Ensayos

De acuerdo con las tablas del anejo 6 de la mencionada Instrucción (RC-16), los ensayos a realizar para los cementos comunes, tipo CEM II, serán los siguientes:

Una (1) determinación de estabilidad de volumen UNE EN 196-3

Una (1) determinación de tiempos de fraguado UNE EN 196-3

Una (1) determinación de contenido en sulfatos UNE EN 196-2

Una (1) determinación de contenido en cloruros UNE EN 196-2

Una (1) determinación de resistencia a compresión UNE EN 196-1 (Resistencias mecánicas a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5N, y a 2 y 28 días para el resto.

En el caso de los cementos resistentes a sulfatos (SR) o al agua del mar (MR), se deberán realizar los siguientes ensayos, aparte de los indicados anteriormente:

Una (1) determinación de la composición potencial del clinker (Contenido de C3A y C3A + C4AF clinker):
UNE 80304:2006

Se debe exigir documentación que acredite que el clinker utilizado cumple con las condiciones fijadas en el apartado A3.2.1.2 de la Instrucción RC-16.

En el caso de los cementos para ser empleados como polvo mineral (filler) de aportación, se habrán de realizar los siguientes ensayos:

Una (1) vez al día un ensayo granulométrico UNE-EN 933-2/1M:1999

Una (1) vez a la semana un ensayo de densidad aparente en tolueno NLT 176

4.2.3 Agua

Se seguirá en lo indicado en el artículo 27º de la Instrucción EHE-08.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o, en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y, salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón o que afecten a la mezcla con lodos bentoníticos, deberán cumplir las siguientes condiciones.

Ensayo	Norma	Límite aceptación
Exponente de hidrógeno pH	UNE 7234	≥5
Sustancias disueltas	UNE 7130	≤15 gramo por litro (15.000 ppm)
Sulfatos expresados en SO ₄ =	UNE 7131	≤1 gramo por litro (1.000 ppm) Excepto para el cemento SR, en que se eleva este límite a 5.000 ppm
Ión cloruro Cl ⁻	UNE 7178	
a) Para hormigón pretensado		≤1 gramo por litro (1.000 p.p.m)
b) Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración		≤3 gramo por litro (3.000 p.p.m)
Hidratos de carbono	UNE 7132	0
Sustancias orgánicas solubles en éter	UNE 7235	≤15 gramo por litro (15.000 ppm)

Las muestras se realizarán según la UNE 7236 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Podrán, sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tenga armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de esta agua para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

4.2.4 Armaduras pasivas

El control del acero para las armaduras pasivas viene definido en el artículo 87 de la instrucción EHE-

El control del acero depende únicamente de la documentación del material suministrado, estableciéndose dos procedimientos en función de que tenga o no distintivo: uno documental y otro basado en ensayos.

Acero en posición de un distintivo de calidad oficialmente reconocido

Cuando el acero disponga de este distintivo, la Dirección Facultativa puede eximir de la realización de ensayos de recepción en obra sobre el material. Si además la empresa elaboradora de la ferralla dispone de distintivo reconocido, la dirección facultativa también podrá eximir de la realización de los ensayos establecidos para las armaduras elaboradas, limitándose a efectuar comprobaciones documentales y verificar el grado máximo de oxidación de las barras. Hay que mencionar que, si las barras disponen de certificación de adherencia, se pueden disminuir las longitudes de anclaje (artículo

69.5.1.2 EHE-08).

Acero sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

En este caso la Instrucción establece un procedimiento para llevar a cabo el control de calidad, que consiste en la división en lotes, realización de ensayos y criterios de aceptación y rechazo, en base a un programa de control que deberá aprobar la dirección facultativa.

Procedimiento de control seleccionado en proyecto

En este proyecto se ha incluido la exigencia de que el acero y las armaduras de acero a emplear en la obra dispongan de distintivo de calidad oficialmente reconocido, evitando de este modo el realizar ensayos sobre este material.

En el caso de que no disponga de dicho distintivo, la conformidad del acero se comprobará según lo establecido en los artículos 87 y 32 de la Instrucción EHE-08. En particular, dado que el suministro total a la obra es menor de 300 t, se dividirá el suministro en lotes de, como máximo, 40 t (artículo 87 EHE-08), y de cada lote se tomarán dos probetas sobre las que se efectuarán los siguientes ensayos:

Comprobación de que la sección equivalente cumple con lo establecido en el apartado
32.1 de la EHE-08.

Comprobación de que las características geométricas están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia según el artículo 32.2 de la EHE-08 o, alternativamente, que cumplen el correspondiente índice de corruga.

Realizar el ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple indicado en el artículo 32.2 de la EHE-08, comprobando la ausencia de grietas después del ensayo.

Además, se comprobará, al menos en una probeta de cada diámetro, el tipo de acero corrugado y el Fabricante, así como que el límite elástico, la carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento de rotura y el alargamiento bajo carga máxima, cumplen las especificaciones del artículo 32 de la Instrucción EHE-08.

4.2.5 Piezas especiales de calderería

Examen visual para comprobar que no presentan deterioros producidos durante el transporte

Si existen operaciones de manipulado en obra tales como cortado, se comprobará que cumplan las características geométricas y las tolerancias establecidas.

Control del montaje y de la ejecución de la unión.

Inspección de los anclajes y supervisión de las distintas fases de la prueba de estanquidad.

Se emplearán Aceros Inoxidables A-316L en general y Duplex en aquellos elementos definidos expresamente según el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto.

4.2.6 Elementos de acero inoxidable a emplear en los lastres

El proveedor de los elementos de acero inoxidable a emplear en los lastres deberá emitir certificado de conformidad de fabricación según las siguientes normas, indicando los datos químicos y mecánicos.

Certificado de conformidad de tuerca hexagonal, arandela plana y varilla roscada:

Tuerca hexagonal: DIN 934 A4/80

Arandela plana: DIN 125 A4

Varilla roscada: DIN 975 A4

Propiedades mecánicas: según DIN ISO 3506 para acero A4 clase 70 u 80, según corresponda.

4.2.7 Elementos de PRFV

La comprobación para el control de calidad de estos elementos consistirá en:

Revisión del certificado de conformidad en el que se indiquen las propiedades obligatorias definidas en la norma UNE-EN 13706-3 y otros posibles ensayos adicionales.

Verificación documental del cumplimiento de las especificaciones requeridas a las piezas conforme a la UNE-EN 13706-2 Materiales compuestos de plástico reforzado. Especificaciones para perfiles pultruidos. Parte 2: Métodos de ensayo y requisitos generales.

Comprobación del cumplimiento de las tolerancias dimensionales según el anexo B de la norma UNE-EN 13706-2.

Comprobación de posibles defectos visuales conforme al anexo B de la norma UNE-EN 13706- 2:2003.

Las propiedades que deben especificarse en el certificado de conformidad, y los métodos de ensayo asociados son los siguientes:

Propiedad	Unidad	Método de ensayo
Ensayo de la sección completa	GPa	Anexo D EN 13706-3
Módulo en tracción - longitudinal	GPa	EN ISO 527-4
Módulo en tracción - transversal	GPa	
Resistencia a la tracción - longitudinal	MPa	
Resistencia a la tracción - transversal	MPa	
Resistencia al pasador – longitudinal	MPa	Anexo E, parte 2
Resistencia al pasador – transversal	MPa	
Resistencia a la flexión – longitudinal	MPa	EN ISO 14125
Resistencia a la flexión – transversal	MPa	
Resistencia a la cizalla interlaminar - longitudinal	MPa	EN ISO 14130
Resistencia a la compresión – longitudinal	MPa	EN ISO 14126
Resistencia a la compresión – transversal	MPa	
Contenido de fibra en peso	%	ISO 1172
Densidad	kg/m ³	ISO 1183
Coefficiente de Poisson – longitudinal		EN ISO 527-4
Coefficiente de Poisson – transversal		
Expansión térmica – longitudinal	10 ⁻⁶ /°C	ISO 11359-2
Expansión térmica – transversal	10 ⁻⁶ /°C	
Módulo de cizalla en el plano de laminación	GPa	ISO 15310

4.3 UNIDADES DE OBRA

4.3.1 Tuberías de polietileno

Control de ejecución de las obras

Transporte y almacenamiento de componentes

Las operaciones de transporte se realizarán en vehículos adecuados a las dimensiones de los componentes, garantizando su inmovilidad y colocando elementos de protección entre ellos y en sus extremos para evitar golpes.

El tiempo de almacenamiento se reducirá al mínimo y será recomendable, siempre que sea posible, realizarlo en las proximidades de la zona de trabajo.

Recepción e inspección visual de componentes

La recepción podrá efectuarse directamente en obra o bien desplazándose una persona autorizada a fábrica. Las comprobaciones o ensayos podrán efectuarse por muestreo dentro de cada lote de fabricación. El resultado del muestreo se asignará al total del lote siendo significativo para su rechazo o aceptación global.

Una vez recibido cualquier componente, y previamente a su instalación, será sometido a un examen visual a fin de comprobar que no presenta deterioros perjudiciales producidos durante el transporte.

Se procederá a la devolución de aquellos componentes defectuosos que no superen la inspección visual o no cumplan las condiciones técnicas establecidas de forma previa al suministro.

Los tubos se reconocerán y limpiarán de cualquier cuerpo extraño vigilando especialmente que la superficie interior sea lisa, no admitiéndose más defectos de regularidad que los accidentales siempre que estén dentro de las tolerancias permitidas. Se comprobará asimismo que la superficie exterior no presente grietas, poros o daños en la protección o acabado. Los espesores deberán ser uniformes. Todas las piezas constitutivas de mecanismos (llaves, válvulas, juntas mecánicas, etc.), deberán ser intercambiables para un mismo diámetro nominal y presión normalizada.

Comprobaciones dimensionales

Siempre que se hagan operaciones de manipulado en obra en los tubos o en las piezas especiales, tales como corte de los mismos, deben realizarse posteriormente las oportunas comprobaciones dimensionales, al objeto de verificar que se cumplen las características geométricas y las tolerancias de las mismas establecidas para cada tipo de tubo en los apartados anteriores y las normas correspondientes.

Ejecución de las soldaduras

Las uniones entre tubos deben resistir los esfuerzos de tracción a que la conducción estará sometida durante la fase de instalación. La unión se realizará por soldadura a tope, unión que se realiza mediante el calentamiento de los extremos refrentados cuyas superficies coinciden tras mantenerlos sujetos en contacto con una placa calefactora hasta que el material de PE alcanza la temperatura de fusión, retirando la placa calefactora rápidamente y empujando los dos extremos reblandecidos uno contra otro. El calor cambia la estructura molecular del plástico, del estado cristalino al estado amorfo y, al realizar presión se produce la mezcla de esas moléculas. Con el enfriamiento, las moléculas vuelven al estado cristalino y se logra una excelente soldadura.

El proceso a realizar y controlar es el siguiente:

Instalación del equipo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Alineación de tubos a soldar utilizando una prensa a tal efecto, para evitar cualquier movimiento axial.

Una vez los tubos estén alineados y limpios, calentar el termoelemento hasta alcanzar la temperatura de fusión adecuada: en el caso de espesores de pared de menos de 10 mm ésta oscilará entre 210 ± 5 °C y para espesores de pared mayores de 10 mm será entre 200 ± 5 °C.

Las superficies a soldar deben presionarse contra el termoelemento con una fuerza proporcional al diámetro de la tubería, disminuyéndola posteriormente hasta que se forme un cordón regular alrededor de la circunferencia. (Mirar tabla de soldadura de la máquina).

Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento se retira el termoelemento (teniendo cuidado de no tocar el material blando) con la mayor brevedad posible.

Comprobación de que ambos extremos presentan una fusión uniforme.

NOTA: los parámetros como la fuerza inicial de calentamiento, la fuerza inicial de soldadura, el tiempo de calentamiento y los tiempos de enfriamiento son recomendaciones del fabricante y estarán incluidos entre sus especificaciones en tablas de soldadura. Se deben consultar antes de comenzar el proceso para obtener las cifras adecuadas.

Control visual de las soldaduras

Se realizará inicialmente un control visual para detectar algunos defectos que pueden ser observados a simple vista, como los siguientes:

Parte superior plana en el cordón o un ancho excesivo del cordón doble. Se debe a un sobrecalentamiento de la superficie soldada que se ha originado a causa de una fuerza de unión excesiva.

El cordón no se enrolla sobre la superficie. En el caso de observarse un canal en 'V' superficial, se deberá al calentamiento insuficiente y a una fuerza de unión insuficiente. En el caso de un canal en 'V' profundo, el origen será un calentamiento insuficiente y una fuerza de unión excesiva.

Canal en 'V' demasiado profundo en el cordón doble. La aplicación de presión durante el calentamiento, una fuerza de unión excesiva o un calentamiento insuficiente originan esta incidencia.

Presencia de picaduras y burbujas en la superficie del cordón, así como una fusión rugosa, con tacto de lija. Es un típico ejemplo de contaminación del proceso de soldadura por la presencia de hidrocarburos.

Tamaño irregular del cordón alrededor de la unión. Las posibles causas son una desalineación, que la herramienta de calentamiento sea defectuosa o el equipo esté desgastado, o que el proceso de refrentado haya sido incompleto.

Borde externo cuadrado del cordón. Es la consecuencia de haber ejercido presión antes de tiempo durante el paso del calentamiento del polietileno.

Diferentes tamaños de cordón. Si uno es más grande que el otro, es síntoma de desalineación. Puede deberse a que la herramienta de calentamiento esté defectuosa, a que el equipo de soldadura no esté en perfectas condiciones o a que el refrentado haya sido incompleto.

Cordones demasiado pequeños o demasiado grandes. Los cordones pequeños son la consecuencia de una fuerza de unión insuficiente o del calentamiento insuficiente, mientras que los que resultan demasiado grandes se deben a un calentamiento excesivo.

Como regla general, si se observan estos defectos u otros que hagan dudar de que la soldadura tenga plenas garantías, se deberá cortar la tubería y repetir punto por punto el proceso de soldadura por fusión a tope.

Ensayos de las soldaduras

Complementariamente la Dirección de obra podrá decidir realizar el control de soldaduras conforme a lo especificado por las normas UNE 53394, UNE-EN 12814, DVS 2203, DVS 2206 y DVS 2207.

La parte 5 de la UNE-EN 12201 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE), denominada «Aptitud al uso del sistema», recoge los ensayos a realizar sobre las uniones soldadas de los sistemas de tuberías de PE, que se resumen en la siguiente tabla:

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Uniones por fusión				
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones Número de probetas ^b Duración del acondicionamiento Tipo de ensayo Temperatura de ensayo Duración del ensayo Esfuerzo (de pared) circunferencial para: PE 40 PE 80 PE 100	Tipo A ^a 3 Debe ajustarse a la Norma EN ISO 1167-1 Agua en agua 80 °C 165 h ^c 2,5 MPa 4,5 MPa 5,4 MPa	Norma EN ISO 1167-1 junto con la Norma EN ISO 1167-2 o EN ISO 1167-4, según proceda
Resistencia a la descohesión (A)	Longitud de inicio de la rotura ≤ L ₂ /3 para roturas frágiles	Temperatura de ensayo Número de probetas ^b	23 °C Debe ser conforme a la Norma ISO 13954	ISO 13954
		Temperatura de ensayo Número de probetas ^b	23 °C Debe ser conforme a la Norma ISO 13955	ISO 13955
Evaluación de la ductibilidad de la interfase de la unión por fusión (B)	L _d ≤ 50% y A _d ≤ 25%, rotura frágil	Temperatura de ensayo Número de probetas ^b	23 °C Debe ser conforme a la Norma ISO 13956	ISO 13956
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope (C)	Ensayo hasta rotura: Dúctil: pasa Frágil: no pasa	Temperatura de ensayo Número de probetas ^b	23 °C Debe ser conforme a la Norma ISO 13953	ISO 13953

Control de trazado y secciones tipo

Se procederá a la verificación de alineaciones y rasantes para que éstas sean conformes a lo establecido en el proyecto. Asimismo, se efectuará la comprobación dimensional de las secciones tipo de zanjas definidas para cada tramo de la red.

Control de calidad de materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos

Los ensayos a efectuar en materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos, así como el control de la ejecución de los mismos, serán:

Ensayo	Método de ensayo
Límites de Atterberg	UNE 103103 UNE 103104
Granulometría	UNE 103101
Próctor normal	UNE 103500
Análisis de sulfatos	UNE 103201 UNE 103202
Densidad	UNE 103503
Humedad	UNE 103300

Control de la instalación de las conducciones y ejecución de uniones

Se comprobará que la conducción está convenientemente colocada sobre el lecho de asiento, que no haya sufrido ningún desperfecto durante la manipulación y que las uniones cumplen lo especificado anteriormente.

Control de la construcción de los elementos complementarios de la red

En los elementos complementarios de la red debe realizarse, en primer lugar, un examen visual, al objeto de comprobar que su aspecto general es satisfactorio. Posteriormente, han de efectuarse las oportunas comprobaciones dimensionales y demás especificaciones que figuren en el proyecto.

Pruebas de la tubería montada

Serán preceptivas las pruebas de la tubería montada que se definen a continuación, conforme a la metodología de la norma UNE-EN 805, si bien con la particularidad de que la tubería se probará por tramos montados y preferiblemente lastrados, antes de su lanzamiento al mar. Los lastres contribuirán a la estabilidad de la tubería durante la realización de la prueba. Preferentemente los tramos a probar serán rectos. En caso de que esto no sea posible, se adoptarán las precauciones necesarias para que la tubería no se mueva durante la prueba.

El Contratista suministrará el agua y todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, así como el personal necesario. Los manómetros y equipos de medida que se empleen serán aprobados previamente por la Dirección de Obra, mediante la asistencia de un laboratorio externo.

El agua necesaria para estas pruebas podrá ser agua de mar o de otra procedencia, siempre que no pueda causar ningún perjuicio al medio ambiente.

A medida que avanza el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, que deberán tener, en la medida de lo posible, iguales características de diámetro y espesor. Las longitudes máximas de prueba se determinarán en particular con las siguientes observaciones:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo del tramo de prueba
- pueda aplicarse una presión al menos igual a la MDP en el punto más alto de prueba
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- La diferencia de presión entre el punto más alto y el punto más bajo no exceda del 10% de la presión de prueba (STP)
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería.

Con todo ello la longitud máxima de cada tramo no deberá ser superior a 1.000 m. En caso que el Contratista estime conveniente incrementar la longitud del tramo de prueba, se requerirá autorización por escrito de la Dirección de Obra tras la presentación a ésta de un informe justificativo de la decisión a adoptar.

A los efectos de esta prueba se considerará que la presión de diseño, con golpe de ariete calculado máximo 10 m.c.a. (0,1 N/mm²), será:

$$MDP_c < 0,3 \text{ MPa} = 0,3 \text{ N/mm}^2 (\approx 3 \text{ kg/cm}^2).$$

En consecuencia, de acuerdo con la norma UNE-EN 805, la presión de prueba

$$\text{será: } SDT = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ MPa} = 0,4 \text{ N/mm}^2 (\approx 4 \text{ kg/cm}^2).$$

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo del tramo de tubería que se vaya a ensayar y estará provista de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm² ($\approx 0,2 \text{ kg/cm}^2$). La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Durante la realización de la prueba de la tubería montada se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que, en caso de fallo de la tubería, no se produzcan daños a las personas ni daños materiales. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado la peligrosidad de la prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde un lugar seguro.

La prueba constará de una etapa preliminar y una etapa principal.

Etapas preliminar

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire. Estos elementos se irán cerrando una vez que se vaya procediendo al llenado, comenzando por los que se encuentren más abajo y sucesivamente de abajo a arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo de dos horas. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapas principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo. Se espera una hora y se mide mediante manómetro el descenso de presión. Este descenso de presión será menor de 0,02 N/mm².

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua. El volumen de agua así suministrado será inferior al expresado en la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

donde:

$V_{\text{máx}}$ = pérdida admisible, en litros

V = volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

p = 0,02 N/mm² (caída admisible de presión durante la prueba)

$E_w = 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ (módulo de compresibilidad del agua)

E = módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo, en kilopascales.

ID = diámetro interior del tubo en mm

e = espesor nominal del tubo en mm.

Cuando durante la realización de esta etapa principal el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

Otros ensayos complementarios de purga de aire, en caso de valores no admisibles de descenso de presión o de volumen suministrado, se encuentran recogidos en la norma UNE EN 805:2000.

Otros controles de ejecución

Verificar que previamente al hundimiento de la tubería se ha redactado el Plan de hundimiento, tanto de la tubería principal como de las tuberías difusoras, con las características indicadas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, por un especialista experimentado.

Controlar que se dispone de todos los medios necesarios y se ejecutan correctamente todas las acciones detalladas en el Plan de hundimiento.

Verificar que la tubería queda correctamente colocada sobre el fondo marino, sin puntos altos ni bajos no previstos, y con todos los lastres y elementos correctamente colocados.

4.3.2 Movimientos de tierra

Trabajos preliminares. Replanteo.

Consiste en la verificación del replanteo, comprobación en altimetría y planimetría de bases de replanteo, eje y límites de expropiación.

Excavaciones en desmontes.

Supervisión general de la realización de los desmontes y control del envío a vertedero de materiales.

Toma de datos topográficos

Ensayos de identificación para determinar posibles empleos del material excavado y ensayos del material de la explanada.

Terraplenes y pedraplenes.

Control de los materiales a fin de comprobar el cumplimiento del Pliego. Consiste dicho control en inspecciones visuales y toma de muestras representativas para realizar ensayos de identificación.

Control de la extensión por medio de la inspección visual del espesor y anchura de las tongadas y del estado de la capa anterior y de la medición de la temperatura ambiente.

Control de la compactación a partir del análisis de datos de densidad in situ y humedad. Como complemento al control del producto terminado, se realizarán ensayos de carga con placa.

Control geométrico para la comprobación de la correspondencia del terraplén terminado con la definición del mismo contenida en los Planos y Pliegos del Proyecto. Se comprueban las cotas de replanteo del eje, así como la anchura y pendiente transversal.

Cama de asiento de tuberías

Control de los materiales a fin de comprobar el cumplimiento del Pliego. Consiste dicho control en inspecciones visuales y toma de muestras representativas para realizar ensayos de identificación.

Control de la extensión por medio de la inspección visual del espesor y anchura de las tongadas y del estado de la capa anterior.

Relleno de zanjas

Control de los materiales a fin de comprobar el cumplimiento del Pliego. Consiste dicho control en inspecciones visuales y toma de muestras representativas para realizar ensayos de identificación.

Supervisión del extendido para comprobar que no se producen segregaciones.

Supervisión de la uniformidad de la humectación.

Control del procedimiento de compactación.

Inspección de la superficie acabada para la localización de blandones, zonas mal compactadas o zonas sin drenaje superficial.

4.3.3 Firmes

Zahorra artificial.

Se realizarán los siguientes trabajos de supervisión y vigilancia:

Control de los materiales a fin de comprobar el cumplimiento del Pliego. Consiste dicho control en inspecciones visuales y toma de muestras representativas para realizar ensayos de identificación

Comprobación previa de la superficie de asiento para la corrección de los defectos observados.

Supervisión del extendido para comprobar que no se producen segregaciones.

Supervisión de la uniformidad de la humectación.

Control del procedimiento de compactación.

Inspección de la superficie acabada para la localización de blandones, zonas mal compactadas o zonas sin drenaje superficial.

Comprobación de anchura.

Levantamiento de perfiles antes y después de la puesta en obra para comprobación de espesores y cotas.

Riegos de imprimación y adherencia.

Los trabajos de supervisión y vigilancia consistirán en:

Recepción de certificados de cada partida para comprobar sus características.

Comprobación de la superficie de asiento para la localización y corrección de defectos.

Comprobación de la temperatura ambiente y ausencia de lluvia durante la ejecución.

Control del procedimiento de ejecución en cuanto a temperatura del ligante, velocidad del equipo, pesada del ligante y tiempo de aplicación de éste.

Comprobación de anchura del tratamiento.

Mezclas bituminosas en caliente.

Los trabajos de supervisión y vigilancia serán:

Recepción de certificados de cada partida de ligante para comprobar sus características.

Inspección de los acopios de áridos para detectar los elementos extraños, forma de acopio, aspecto general de los áridos y volumen de cada tipo de árido.

Comprobación y vigilancia del funcionamiento de la planta.

Comprobación de la superficie de asiento para localizar y corregir defectos.

Control del extendido de la mezcla. Temperatura ambiente y de mezcla.

Control de compactación de la mezcla. Vigilancia del funcionamiento de los compactadores.

Control de ejecución del riego en cuanto a temperatura ambiente, temperatura del ligante y velocidad de avance del equipo de riego.

Control del espesor y anchura de las capas.

Comprobación de la superficie acabada. No se deben apreciar irregularidades.

Comprobación de la rasante en el eje y en los extremos.

4.3.4 Hormigones

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá su comportamiento en relación con la docilidad, la resistencia y la durabilidad, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El control de recepción se aplicará tanto al hormigón preparado, como al fabricado en central de obra e incluirá una serie de comprobaciones de carácter documental y experimental.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo indicado en UNE EN 12350-1, pudiendo estar presentes en la misma los representantes de la Dirección Facultativa, del Constructor y del Suministrador del hormigón.

La comprobación de las especificaciones para el hormigón endurecido se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

De cara a la valoración de ensayos a realizar en el hormigón, existen dos tipos de hormigón a los que se le requiere un tratamiento diferente.

En el caso de hormigones fabricados en central, que además posea un sello de calidad oficialmente reconocido, se reducirá al 50% de los lotes.

Para hormigones fabricados en obra se exigirá la realización de ensayos al 100% de los lotes, incluso al árido recibido de su lugar de procedencia.

En el lugar de procedencia

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones

contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la Instrucción EHE-08. En el caso de áridos de autoconsumo, el Contratista o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 78.2.2.1 de la EHE-08 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la citada Instrucción, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE EN 12620.

En el lugar de empleo

Para el hormigón en fabricación y puesta en obra, se realizarán por cada tipo de hormigón y día de trabajo los siguientes ensayos.

Determinación de consistencia por el método del Cono de Abrahms UNE-EN 12350-2:2009

Ensayo característico del hormigón, incluyendo la realización de seis series de seis probetas cilíndricas de 15x30 cm, procedentes de seis amasadas distintas.

Conservación, refrentado y rotura de las probetas y emisión del informe correspondiente según UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 y UNE-EN 12390-3.

Determinación del escurrimiento mediante el Ensayo de consistencia según UNE 83361:2007.

Impermeabilidad al agua del hormigón (ensayo de penetración de agua bajo presión)

En el artículo 37.3.3 de la EHE-08, impermeabilidad del hormigón, se indica que cuando las clases generales de exposición sean III o IV, o bien cuando el ambiente presente cualquier clase específica de exposición se deberá realizar la comprobación de impermeabilidad al agua del hormigón, mediante el método de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según la UNE EN 12390-8, y deberá cumplir los siguientes límites:

Clase de exposición ambiental	Especificación para la profundidad máxima	Especificación para la profundidad media
IIIa, IIIb, IV, Qa, E, H, F Qb (en el caso de elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Qc Qb (en el caso de elementos pretensados)	30 mm	20 mm

Por tanto, para todos los hormigones estructurales del proyecto (armados y en masa) exceptuando los IIa, es prescriptiva la realización de ensayos de penetración de agua bajo presión, según el apartado

37.3.3 de la EHE-08 y norma de ensayo UNE-EN 12390-8.

El ensayo se realizará sobre tres probetas, determinando los valores de las profundidades de penetración máxima (Z) y media (T) en cada uno. Los criterios de verificación se realizarán sobre los valores de Z y T medios, según la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 T_m &= (T_1 + T_2 + T_3)/3 \leq 30 \text{ mm} & T_3 &\leq 40 \text{ mm} \\
 Z_m &= (Z_1 + Z_2 + Z_3)/3 \leq 50 \text{ mm} & Z_3 &\leq 65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.3.5 Estructuras

Los trabajos de supervisión serán los siguientes:

- Comprobación de los certificados de materiales.
- Inspección de las plantas de hormigón de forma periódica.
- Inspección de los acopios de áridos.
- Inspección de las medidas de transporte del hormigón.
- Inspección de los medios de puesta en obra, comprobando su suficiencia, estado y medios de mantenimiento.
- Comprobación de que los aceros para armaduras de hormigón armado cumplen las exigencias contenidas en la Instrucción EHE-08.
- Comprobación, antes de cada hormigonado, de la adecuada situación y fijación de encofrados, así como la comprobación geométrica de todos los elementos.

Comprobación del estado de las excavaciones antes del hormigonado.

Comprobación de la utilización del tipo de hormigón adecuado.

Inspección de la puesta en obra: empleo de los medios adecuados, alturas de vertido, vibrado, espesor de capa y orden de hormigonado.

Comprobación del acabado de las superficies: localización de irregularidades.

Comprobación de los procedimientos establecidos en el tratamiento de juntas.

Supervisión del procedimiento utilizado en el curado

4.3.6 Lastres para tuberías

Se ha previsto que los lastres se construyan en factoría mediante un control de ejecución de nivel intenso para garantizar al máximo la impermeabilidad del hormigón (protección armaduras) y el encaje preciso de la pieza superior con la inferior.

El control deberá satisfacer los requisitos de la Instrucción EHE-08.

Este nivel de control, además del control externo, exige que el Constructor posea un sistema de calidad propio, auditado de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y los elementos prefabricados, en caso de existir, se realicen en instalaciones industriales fijas y con un sistema de certificación voluntario. Si no se dan estas condiciones, la Dirección de Obra deberá exigir al Constructor unos procedimientos específicos para la realización de las distintas actividades de control interno involucradas en la construcción de la obra.

Para este nivel de control, externo, se exige la realización de, al menos, tres inspecciones por cada lote en los que se ha dividido la obra.

4.4 CUANTIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS

TIPO: ENSAYOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS				
UNIDAD: SUELO SELECCIONADO				
Medición =	168,65	m³		
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
IDENTIFICACIÓN DE SUELOS				
Proctor modificado	UNE 103501:94	450	m³	1
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103501:95	450	m³	1
Ensayo equivalente de arena	UNE 103109	450	m³	1
Límites de Atterberg	UNE 103103:94 103104:93	450	m³	1
Contenido de humedad secado estufa	UNE-EN 1428	450	m³	1
Índice CBR	UNE 103502:95	450	m³	1
Sales solubles	NLT-114	450	m³	1
Contenido en yeso	NLT-115	450	m³	1
Asiento en ensayo de colapso	NLT-254	450	m³	1
Contenido en materia orgánica	NLT 117/72	450	m³	1
Hinchamiento libre en edómetro	UNE 103601:96	450	m³	1
CONTROL COMPACTACIÓN				
Densidad y humedad "in situ". Ensayo sustitución para calibración de los métodos indirectos	UNE 103053:95	1000	m³	1
Densidad "in situ" método isótopos radiactivos	ASTM D-3017	70	m³	5
Ensayo de carga con placa (sin camión)	NLT-357	3000	m³	1

TIPO: ENSAYOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS				
UNIDAD: GRAVA 6/12				
Medición =	333,09	m³		
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
IDENTIFICACIÓN DE SUELOS				
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103101:95	250m³		1
Ensayo Equivalente de Arena	UNE 103109	250m³		1
Contenido en materia orgánica	NLT 117/72	250m³		1



TIPO: ENSAYOS PARA FIRMES			
UNIDAD: RIEGOS DE IMPRIMACIÓN, ADHERENCIA Y CURADO			
Medición = 0,004		t	
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	-	100t	1
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103101:95	100t	1
Porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso	UNE-EN933-5:99	100t	1
Índice de lajas y agujas	UNE-EN 933-5:99	100t	1
Dosificación del ligante	Toma de muestra sobre bandeja y determinación de la dotación de riego	100t	1
Residuo por destilación de emulsiones bituminosas	NLT-139	100t	1
Penetración	NLT-124:09 (sobre residuo)	100t	1
Contenido de humedad secado estufa	UNE-EN 1428	100t	1

TIPO: ENSAYOS PARA FIRMES				
UNIDAD: MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE				
Toneladas de betún =	0,002t			
Toneladas de mezcla =	0,115t			
Densidad	2,450t/m³			
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
ÁRIDO GRUESO (46%)				
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	-	100t	1	
Granulometría de las partículas por tamizado	UNE-EN 933-1:98	200t	1	
Índice de lajas y agujas	UNE-EN 933-3:97	200t	1	
Limpieza superficial. Contenido de impurezas	UNE 146130 Anexo C	200t	1	
Porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso	UNE-EN933-5:99	200t	1	
Densidad relativa y absorción	UNE-EN 1097-6:01	200m³	1	
Coeficiente de pulido acelerado CPA	UNE-EN 1097-8	200t	1	
ÁRIDO FINO (50%)				
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados		100t	2	
Granulometría de las partículas por tamizado	UNE-EN 933-1:98	200t	1	
Densidad relativa y absorción	UNE-EN 1097-6:01	200t	1	
Evaluación de finos. Ensayo equivalente de arena	UNE-EN 933-8:00	200t	1	
POLVO MINERAL /4%)				
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados		100t	2	
Densidad aparente de filler	UNE-EN 1097-3 Anexo A	100t	2	
Granulometría de los fillers (tamizado en corriente de aire)	UNE-EN 933-10:01	100t	2	

TIPO: ENSAYOS PARA ESTRUCTURAS				
UNIDAD: HORMIGÓN ESTRUCTURAL				
Medición =	197,56	m³		
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
Curado, refrentado y ensayo a compresión de una probeta cilíndrica de un hormigón endurecido	UNE 83-300 UNE 83-303 UNE 83-304 UNE 83-301	100m³	1	
Consistencia medida con el cono de Abrams	UNE 83-313	100m³	1	
Curado y ensayo a flexotracción de una probeta prismática de hormigón endurecido	UNE 83-305	100m³	1	
Curado y ensayo a tracción indirecta (Brasileño) de una probeta cilíndrica de hormigón endurecido	UNE 83-306	100m³	1	
NOTA: la frecuencia de ensayos deberá ser confirmada por la DO en función del procedimiento constructivo que efectúe el contratista.				

TIPO: ENSAYOS PARA ESTRUCTURAS				
UNIDAD: ACERO CORRUGADO				
Medición =	0,78	t		
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
Ensayo completo de barra de acero realizando ensayos de tracción, límite elástico, alargamiento de rotura, doblado, doblado/desdoblado y características geométricas	UNE 7474-92 UNE 36068-94 UNE 36068-96	40	t	1

TIPO: ENSAYOS PARA CONDUCCIONES PLÁSTICAS				
UNIDAD: TUBERÍAS PEAD				
Medición =	1410,00	m		
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS	
Resistencia a tracción y tipo de rotura de uniones soldadas a tope.	UNE 13953:2011/ISO 1395:2001	500 ML	3	
Control dimensional	UNE 3126:2005 ERRATUM 2007	1/envío	3	

TIPO: ENSAYOS PARA CALDERERÍA			
UNIDAD: ACERO INOXIDABLE			
Medición =23			
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA	Nº ENSAYOS
Ensayo por líquidos penetrantes	UNE-EN 3452- 1:2013	30% soldaduras	6

5. CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

5.1 ALCANCE

La Dirección de Obra deberá disponer, en todo momento, de información detallada del aprovisionamiento, fabricación y montaje de los equipos técnicos de la instalación a fin de que directamente, o a través de una ECA o "Entidad de Control Acreditada" por la ENAC (Entidad Nacional de Acreditación), pueda controlar, seguir y aprobar en su caso que todo el Plan de Control de Calidad se cumple según las exigencias preestablecidas.

Los equipos incluidos en el proyecto son los siguientes:

- Carrete de desmontaje
- Ventosa trifuncional
- Válvula de compuerta
- Calderería acero AISI 316L

Deben hacerse los siguientes controles:

- Control de proveedores.
- Control de certificado de materiales de equipos y componentes.
- Control de materiales y equipos aceptados.
- Control de inspección durante la fabricación.
- Control de materiales y equipos no conformes.
- Control de procedimiento de soldaduras.
- Control de homologación de soldadores.
- Control de ensayos no destructivos.
- Control de instrumentos de medida para pruebas.
- Control de montaje.
- Control de prueba y ensayos y sus certificados.
- Control de inspección final, protección, pintura y preparación de envío.
- Confección y seguimiento de los programas de puntos de inspección.

Control de documentos técnicos de fabricación.

Certificados de cumplimiento.

Confección del dossier final de Control de Calidad.

Confección de Manual de Servicio para puesta en marcha y mantenimiento de la instalación.

En los siguientes puntos se detallan los principales componentes y equipos con la inspección y control correspondiente que se requiere.

5.2 CONTROLES E INSPECCIONES DE EQUIPOS

5.2.1 Control de calidad de compuertas

La calidad de los materiales será como mínimo la prescrita en el PPTP, y se adjuntará Certificado de materiales ampliándose éste a los órganos de cierre.

Antes de su envío a obra se realizará:

Inspección visual.

Control dimensional.

El montaje en obra se realizará prestando la máxima atención a la nivelación y aplomado del equipo, comprobándose además el ajuste de los órganos de cierre metal-metal, así como de los actuadores en las automáticas. La estanqueidad será total.

5.2.2 Control de calidad de válvulas

Partes de las válvulas de las que se exigirán certificados:

Cuerpo:

Hierro fundido.

Acero al carbono.

Acero inoxidable.

Ejes.

Asiento.

Prueba hidráulica:

Las pruebas y test se efectuarán sobre una unidad de cada tipo y para diámetros mayores a DN 100. De los cuerpos de las válvulas se realizará prueba hidráulica.

Se realizará así mismo, prueba de estanqueidad de los cierres a la presión de servicio cuando las válvulas estén totalmente montadas.

Prueba en fábrica:

La presión de prueba será 1,5 veces la presión de diseño por un tiempo no inferior a cinco (5) minutos.

Se exigirá certificado de origen en el caso de que las válvulas sean de importación. Válvulas de compuerta y retención embreadas:

Certificado de materiales.

Certificado de prueba hidráulica del cuerpo.

Certificado de prueba en fábrica.

Control dimensional.

Inspección visual. Válvulas manuales o automáticas de otro tipo:

Certificado de materiales.

Certificado de prueba hidráulica cuerpo.

Certificado prueba funcionamiento.

Prueba de actuadores.

Inspección visual.

Control dimensional.

En el montaje se comprobará para la totalidad de las válvulas instaladas la correcta ubicación de las mismas. Se realizarán accionamientos manuales de los órganos de cierre.

5.2.3 Control de calidad de calderería y estructuras

Se exigirá la siguiente documentación:

Certificado de materiales.

Certificado de homologación de soldadores S/UNE 14001 ó código ASME sección IX.

Certificado de estanqueidad (si es de aplicación).

Certificado de prueba hidráulica (si es de aplicación).

Certificado de galvanización y de aplicación de pintura (si es de aplicación)

Control dimensional al 100% de cada una de las partes que consta el equipo s/planos.

Inspección visual comprobando la calidad de la construcción, soldaduras, etc.

Protección superficial realizada de acuerdo al control de calidad de protección de superficies metálicas.

5.2.4 Control de calidad de tuberías, accesorios y pequeño material

Tubería, accesorios y bridas:

Certificado de calidad de materiales con composición química y propiedades mecánicas.

Control dimensional por muestreo.

Inspección visual

Tornillería:

Certificado de calidad de materiales.

Inspección visual.

Control dimensional.

Juntas:

Certificado de calidad.

Inspección visual.

Control dimensional por muestreo

5.3 PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

El Programa de Puntos de Inspección (P.P.I.) para cada equipo que se entregará a la Dirección Facultativa para su aprobación, recogerá, de forma cronológica, las distintas operaciones o fases que deben de controlarse por la inspección.

Comprenden los P.P.I. tanto las fases y operaciones de fabricación como las posteriores de marcado, embalaje y envío a obra.

Las fases de fabricación serán en cada operación supervisadas por el fabricante/contratista, siendo presenciada por la inspección cuando así incida por su importancia en el criterio de calidad que con anterioridad se ha establecido.

Al ser sometido los P.P.I. a la consideración de la Dirección Facultativa, se establecerán los puntos de espera y a presenciar que se fijarán e indicarán en el recuadro correspondiente de la operación del P.P.I.

El Departamento de Calidad del Contratista notificará a la Dirección Facultativa la disponibilidad de la inspección con el tiempo que se haya acordado, por si desea o no presenciar la fase así dispuesta. El contratista presenciará e inspeccionará este proceso dando el visto bueno si procede y autorizando la continuidad de la fabricación, firmando y sellando ésta en el recuadro correspondiente

El resultado final del seguimiento del P.P.I. reflejará el exacto cumplimiento del nivel de calidad preestablecido.

Debidamente firmado y cumplimentado será certificado por el responsable del Control de Calidad del Contratista o de la ECA, adjuntándose la totalidad del P.P.I. como un documento más del dossier final de control de calidad, que se entregará a la Dirección Facultativa al concluir la fase de aprovisionamiento de que consta el suministro de equipos.

5.4 INFORME DE SEGUIMIENTO

Para el suministro de la totalidad de los equipos se establecerá un Plan de Organización para el seguimiento adecuado del aprovisionamiento, consiguiendo que todos los documentos de aplicación para la realización de la obra, se distribuyan de manera adecuada y que el conjunto de la documentación sea identificable y localizable. Alcanzará este procedimiento a toda la fabricación y aprovisionamiento, así como a la documentación y correspondencia que se requiere.

Existirá por parte del Contratista una persona que será responsable de toda la información, ésta anotará la correspondencia e información que se reciba distribuyendo la directamente enviada por la Dirección Facultativa.

Se controlará así:

Plan de Aprovisionamiento y Avance.

Plan de Control de Calidad.

Correspondencia oficial con la Dirección Facultativa.

Independientemente de la correspondencia ordinaria que se genere o de las reuniones en su caso, el Contratista enviará mensualmente a la Dirección Facultativa la siguiente documentación:

Planning de aprovisionamiento actualizado.

Copia de los pedidos que se generen durante los últimos treinta (30) días.

Cumplimiento del Plan de Control de Calidad

Manuales de Instrucciones y Certificado de líquidos acopiados.

La dirección Facultativa o la ECA inspeccionará la fabricación y/o acopios de los Equipos Técnicos, entendiéndose que, de no ser así, aceptará los equipos a los que el Contratista a través de su inspección, haya aceptado de sus proveedores después de haber hecho cumplir los requisitos exigidos.

El contratista facilitará en todo momento la documentación que la inspección de la Dirección Facultativa necesite para poder realizar su labor de identificación. Así mismo facilitará la entrada libre a los talleres y fábricas de los proveedores que realicen la fabricación de los equipos.

El Contratista realizará en sus almacenes una inspección final sobre cada equipo o componente hasta completar el acopio de la totalidad de materiales

5.5 PRUEBAS FINALES DE LA INSTALACIÓN

5.5.1 Equipos electromecánicos

Antes de la puesta en marcha se efectuará una prueba en vacío de todos los equipos de la instalación. Se rodarán durante un tiempo prudencial y se comprobarán:

Aislamiento de motores.

Consumo.

Calentamiento.

Ruidos y vibraciones.

En los automatismos se efectuará una prueba en blanco sobre los enclavamientos y se comprobarán que responden a formatos de consigna.

5.5.2 Tuberías

Se realizarán las pruebas indicadas en los apartados 4.3.1 y 4.3.2.

5.5.3 Prueba general de funcionamiento

Esta prueba se realizará una vez satisfechas las anteriormente citadas.

La duración del periodo de la prueba general de funcionamiento será, como mínimo, de un (1) mes conforme a lo estipulado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente Proyecto.

La prueba consistirá en verificar los resultados y rendimientos de diseño previstos de cada una de las partes y del conjunto del sistema, con cuya finalidad el Contratista tendrá que realizar las operaciones de puesta a punto que sean necesarias.

La superación de la prueba será imprescindible para la Recepción de las obras.

5.5.4 Filmación de los trabajos subacuáticos

El contratista deberá filmar las actuaciones que se lleven a cabo en el fondo marino de manera que se disponga de un archivo de vídeos que muestren el estado final de la instalación.

5.6 DOCUMENTACIÓN FINAL DE CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS

El contratista, independientemente de la documentación parcial que haya entregado a la Dirección Facultativa durante el aprovisionamiento, adjuntará al finalizar el montaje, la siguiente documentación:

Manual de servicio de cada equipo o instalación, por duplicado, que constará al menos de:

Libro de operaciones de la instalación con las instrucciones de montaje, puesta en marcha y mantenimiento.

Planos generales de proceso.

Lista general de engrases.

Libro de componentes con croquis de dimensiones, secciones, hojas de datos, e instrucciones de cada equipo.

Lista de repuestos.



Dossier final de Control de Calidad con el siguiente contenido:

Programa de control de calidad y certificado de cumplimiento.

Programa de puntos de inspección cumplimentados.

Certificados, informes, controles y pruebas de cada uno de los componentes verificados.

APÉNDICE Nº 1.- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS ENSAYOS

TIPO:	ENSAYOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRA					
UNIDAD:	SUELO SELECCIONADO					
Medición =	168,65 m3					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
IDENTIFICACIÓN DE SUELOS						
Proctor modificado	UNE 103501:94	450	m³	1	208,00 €	208,00 €
		1/origen				
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103101:95	450	m³	1	80,00 €	80,00 €
		1/origen				
Ensayo equivalente de arena	UNE 103109	450	m³	1	140,00 €	140,00 €
		1/origen				
Límites de Atterberg	UNE 103103:94, 103104:93	450	m³	1	92,00 €	92,00 €
		1/origen				
Contenido de humedad secado estufa	UNE-EN 1428	450	m³	1	140,00 €	140,00 €
		1/origen				
Índice CBR	UNE 103502:95	450	m³	1	204,00 €	204,00 €
		1/origen				
Sales solubles	NLT-114	450	m³	1	144,00 €	144,00 €
		1/origen				
Contenido en yeso	NLT-115	450	m³	1	144,00 €	144,00 €
		1/origen				
Asiento en ensayo de colapso	NLT-254	450	m³	1	196,00 €	196,00 €
		1/origen				
Contenido en materia orgánica	NLT 117/72	450	m³	1	88,00 €	88,00 €
		1/origen				
Hinchamiento libre en edómetro	UNE 103601:96	450	m³	1	196,00 €	196,00 €
		1/origen				
CONTROL COMPACTACIÓN						
Densidad y humedad "in situ". Ensayo sustitución para calibración de los métodos indirectos	UNE 103053:95	1.000	m³	1	300,00 €	300,00 €
Densidad "in situ" método isótopos radiactivos	ASTM D-3017	70	m³	3	200,00 €	600,00 €
Ensayo de carga con placa (sin camión)	NLT-357	3.000	m³	1	1.000,00 €	1.000,00 €
		cada cruce				
		1/origen				
IMPORTE TOTAL						3.532,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRA					
UNIDAD:	GRAVA 6/12					
Medición =	333,09 m3					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY OS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
IDENTIFICACIÓN DE SUELOS						
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103101:95	250	m³	2	80,00 €	160,00 €
		1/origen				
Ensayo Equivalente de Arena	UNE 103109	250	m³	2	140,00 €	280,00 €
		1/origen				
Contenido en materia orgánica	NLT 117/72	250	m³	2	88,00 €	176,00 €
		1/origen				
IMPORTE TOTAL						616,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA FIRMES					
UNIDAD:	RIEGOS DE IMPRIMACIÓN, ADHERENCIA Y CURADO					
Medición =	0,004 t					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAYOS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	0	100	t	1	92,00 €	92,00 €
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103101:95	100	t	1	80,00 €	80,00 €
Porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso	UNE-EN933-5:99	100	t	1	120,00 €	120,00 €
Índice de lajas y agujas	UNE-EN 933-3:97	100	t	1	120,00 €	120,00 €
Dosificación del ligante	toma de muestra sobre bandeja y determinación de la dotación de riego	100	t	1	60,00 €	60,00 €
Residuo por destilación de emulsiones bituminosas	NLT-139	100	t	1	160,00 €	160,00 €
Penetración	NLT-124:99 (sobre residuo)	100	t	1	180,00 €	180,00 €
Contenido de humedad secado estufa	UNE-EN 1428	100	t	1	140,00 €	140,00 €
IMPORTE TOTAL						952,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA FIRMES					
UNIDAD:	MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE					
Toneladas de betún =	0,115 t					
Toneladas de mezcla =	0,002 t					
Densidad	2,45 t/m³					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAYOS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ÁRIDO GRUESO (46%)						
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	0	100	t	1	92,00 €	92,00 €
Granulometría de las partículas por tamizado	UNE-EN 933-1:98	200	t	1	84,00 €	
Índice de lajas y agujas	UNE-EN 933-3:97	200	t	1	120,00 €	120,00 €
Limpieza superficial. Contenido de impurezas	UNE 146130 Anexo C	200	t	1	80,00 €	80,00 €
Porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso	UNE-EN933-5:99	200	t	1	120,00 €	120,00 €
Densidad relativa y absorción	UNE-EN 1097-6:01	200	t	1	108,00 €	108,00 €
Coefficiente de pulido acelerado CPA	UNE-EN 1097-8	200	t	1	1.360,00 €	1.360,00 €
ÁRIDO FINO (50%)						
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	0	100	t	1	92,00 €	92,00 €
Granulometría de las partículas por tamizado	UNE-EN 933-1:98	200	t	1	84,00 €	84,00 €
Densidad relativa y absorción	UNE-EN 1097-6:01	200	t	1	108,00 €	108,00 €
Evaluación de finos. Ensayo equivalente de arena	UNE-EN 933-8:00	200	t	1	44,00 €	44,00 €
POLVO MINERAL (4%)						
Verificación de albaranes de suministro. Comprobación de Marcado CE y comprobación de valores declarados en los certificados	0	100	t	1	92,00 €	92,00 €
Densidad aparente de filler	UNE-EN 1097-3 Anexo A	100	t	1	76,00 €	76,00 €
Granulometría de los fillers (tamizado en corriente de aire)	UNE-EN 933-10:01	100	t	1	84,00 €	84,00 €
IMPORTE TOTAL						2.368,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA ESTRUCTURAS					
UNIDAD:	HORMIGÓN ESTRUCTURAL					
Medición =	197,56 m3					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY OS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Curado, refrentado y ensayo a compresión de una probeta cilíndrica de un hormigón endurecido	UNE 83-300 UNE 83-303 UNE 83-304 UNE 83-301	100	m³	2	200,00 €	400,00 €
		según caso				
Consistencia medida con el cono de Abrams	UNE 83-313	100	m³	2	60,00 €	120,00 €
		según caso				
Curado y ensayo a flexotracción de una probeta prismática de hormigón endurecido	UNE 83-305	100	m³	2	485,00 €	970,00 €
		según caso				
Curado y ensayo a tracción indirecta (Brasileño) de una probeta cilíndrica de hormigón endurecido	UNE 83-306	100	m³	2	260,00 €	520,00 €
		según caso				
IMPORTE TOTAL						2.010,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA ESTRUCTURAS					
UNIDAD:	ACERO CORRUGADO					
Medición =	0,78 t					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY OS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Ensayo completo de barra de acero realizando ensayos de tracción, límite elástico, alargamiento de rotura, doblado, doblado/desdoblado y características geométricas	UNE 7474-92 UNE 36068-94 UNE 36068-96	40	t	1	600,00 €	600,00 €
IMPORTE TOTAL						600,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA CONDUCCIONES PLÁSTICAS					
UNIDAD:	TUBERÍAS PEAD					
Medición =	1410 ml					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY OS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Resistencia a tracción y tipo de rotura de uniones soldadas a tope.	UNE 13953:2011/ISO 1395:2001	500	ml	3	980,00 €	2.940,00 €
Control dimensional tuberías	UNE 3126:2005 ERRATUM 2007	1	envío	3	100,00 €	300,00 €
IMPORTE TOTAL						3.240,00 €

TIPO:	ENSAYOS PARA CALDERERÍA					
UNIDAD:	ACERO INOXIDABLE					
Medición =	23 ud					
CLASE DE ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA 1 CADA		Nº ENSAY OS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Ensayo por líquidos penetrantes	UNE-EN 3452-1:2013	30%	soldad uras	7	81,50 €	570,50 €
IMPORTE TOTAL						570,50 €

TOTAL ENSAYOS	PEM (Sin SS)	PORCENTAJE
13.888,50 €	1.660.368,95 €	1%