

DEBAGOIENeko
MANKOMUNITATEA



**EPELEKO ZABORTEGIKO ISURKETA-GELAXKAREN 2.
FASEAREN ITXIERA PARTZIALA ETA 3. FASEAREN
SORRERAREN XEHETASUN PROIEKTUA**

PROYECTO DE DETALLE PARA LA CLAUSURA PARCIAL DE
LA FASE Nº 2 Y CREACIÓN DE LA FASE Nº 3 EN LA CELDA
DE VERTIDO DEL VERTEDERO DE EPELE

Julio de 2022ko Uztaila

**6. DOKUMENTUA – GEOSINTETIKOEN KALITATEAREN KONTROLAREN
PROGRAMA**

DOCUMENTO Nº 6 – PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE
GEOSINTÉTICOS



**6. DOKUMENTUA – GEOSINTETIKOEN KALITATE KONTROLAREN
PROGRAMA**

**DOCUMENTO Nº 6 – PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE
GEOSINTÉTICOS**

—

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ALCANCE GENERAL.....	1
3. DOCUMENTACIÓN	6
4. REUNIONES	8
5. ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN	9
6. GEOTEXTILES.....	10
7. GEOMEMBRANAS	17
8. GEOCOMPUESTOS DRENANTES (GEODRENES).....	30
9. GEOCOMPUESTOS BENTONÍTICOS (GBR-C)	36
10. NORMATIVA APLICABLE	44
11. ENSAYOS DE CONFORMIDAD DE LOS MATERIALES.....	45
12. ENSAYOS DE CONFORMIDAD DE LA INSTALACIÓN	46
13. GEOSINTÉTICOS DE PROYECTO.....	47
14. PRESUPUESTO.....	53

1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Control de Calidad de Geosintéticos forma parte integrante del PROYECTO DE DETALLE PARA LA CLAUSURA PARCIAL DE LA FASE Nº 2 Y CREACIÓN DE LA FASE Nº 3 EN LA CELDA DE VERTIDO DEL VERTEDERO DE EPELE, redactado por HIRIGINTZA para la MANCOMUNIDAD DE ALTO DEBA.

El proyecto se desglosa en los siguientes documentos:

- Documento 1. Memoria y Anejos.
- Documento 2. Planos.
- Documento 3. Pliego de Condiciones.
- Documento 4. Presupuesto.
- Documento 5. Estudio de Seguridad y Salud.
- Documento 6. Plan de Control y Geosintéticos
- Documento 7. Plan de Control y Vigilancia Ambiental

2. ALCANCE GENERAL

2.1. OBJETO

El presente Anejo de Control de Calidad, tiene por objeto garantizar la verificación y cumplimiento de las especificaciones del Proyecto, disponiendo las medidas necesarias para realizar los diferentes ensayos y pruebas sobre la idoneidad de los materiales empleados en la ejecución de las obras y su correcta puesta en obra.

A través de este anejo se establecen los criterios para la aceptación y control en obra de las unidades de obra y de los materiales que las constituyen, los ensayos, análisis o pruebas a realizar, así como su valoración económica detallando el coste de cada uno de los ensayos previstos.

El seguimiento del Control de Calidad consistirá en una supervisión continua de las labores de instalación de la manta de bentonita y de la geomembrana de PEAD, y una supervisión en momentos puntuales de la instalación del geodren y geotextil.

2.2. PARTES INVOLUCRADAS

Las partes involucradas se relacionan con la propiedad, diseño, producción, suministro y transporte de materiales, instalación y control de calidad del sistema de sellado, de los cuales se hace una descripción a continuación.

2.2.1. Director del Proyecto (Dirección Facultativa)

Será el representante de la Propiedad y su función será la coordinación de la construcción y garantía de calidad.

El Director del Proyecto será responsable de la coordinación de todas las actividades de garantía de calidad constructiva. Sus responsabilidades abarcan también la selección y control de la subcontrata de movimientos de tierras, subcontrata de instalación de geosintéticos, consultor y laboratorio de control de calidad.

El Director del Proyecto coordinará la comunicación entre las partes involucradas en el proyecto y dirigirá las reuniones anteriores y durante la ejecución.

2.2.2. Productor/Fabricante

Es la firma que fabrica uno o varios geosintéticos a utilizar en el sistema de sellado. En el caso de que se instale un geocompuesto, será la firma que combina los diferentes materiales para obtener el producto final.

El productor será responsable de los geosintéticos hasta su recepción en obra y aceptación por parte del Director del Proyecto. Cada productor deberá suministrar la información relativa a garantía de calidad de fabricación que se le exija, así como las especificaciones mínimas y medias del producto cuyo cumplimiento garantice.

La documentación que se exija al productor será revisada previamente a la instalación por el consultor de control de calidad.

2.2.3. Instalador de geosintéticos

El instalador de geosintéticos estará representado en obra por un supervisor o encargado que será el responsable de la instalación, asistirá a las reuniones de obra y mantendrá las relaciones del instalador con las distintas partes.

Las responsabilidades del instalador de geosintéticos en relación con los materiales que instale serán: manipulación en obra, transporte, almacenaje, despliegue de rollos, soldadura y anclajes provisionales. El instalador dispondrá en obra el útil para instalar los rollos.

Entre las funciones del instalador estará la toma de muestras para realizar los ensayos en la soldadura. Una vez tomada la muestra, el QAC realizará el ensayo y en el caso de que el resultado no sea el adecuado, se volverá a repetir el proceso: toma de muestras por parte del instalador y realización del ensayo por parte del QAC; hasta que el resultado sea adecuado.

El instalador estará precualificado y aprobado por la Propiedad. Deberá ser capaz de completar la instalación según las especificaciones, asignando para ello un equipo de trabajo cualificado y fijo, salvo cambios de equipo justificados ante el Director del Proyecto.

El supervisor o encargado deberá demostrar su cualificación en base a experiencia anterior demostrable.

Previamente al inicio de la instalación, el instalador deberá entregar al Director del Proyecto la siguiente documentación:

1. Experiencia profesional del supervisor o encargado.
2. Experiencia del resto del personal asignado a la obra.
3. Plano borrador sobre la disposición de paneles de los diferentes geosintéticos a instalar incluyendo detalles, propuestas de modificación, etc.
4. Planning de obra.
5. Certificados de control de calidad relativos a materiales.

6. Certificado de que la resina a utilizar en las extrusiones es del mismo tipo a la resina de las geomembranas a instalar.

Durante la instalación y a petición de la Propiedad o el Director del Proyecto, el instalador deberá proporcionar información relativa a:

1. Documentación de control de calidad recopilada durante la instalación.
2. Certificados de aceptación de la subbase correspondientes a diferentes sectores de la instalación y firmados por el representante del instalador.

En el caso de que el instalador trabaje en festivos o fines de semana para amortizar desplazamientos, aprovechar el buen tiempo o por organización interna propia, será éste quien abonará la diferencia de precio del control de calidad, por realizarse en día no laborable. En el caso de que la Dirección de Obra solicite que se trabajen esos días, para evitar retrasos que conlleven problemas en la obra, la diferencia de precio será abonada por la Propiedad.

2.2.4. Consultor de garantía de calidad de geosintéticos

Es la firma o compañía que supervisa y documenta la instalación de geosintéticos en representación de la propiedad.

La entidad independiente de Control (QAC) debe responder a los siguientes aspectos:

1. Debe ser una entidad o consultor independiente del constructor, administrador, instalador de geosintéticos, Dirección de Obra y Propiedad.
2. El proceso debe ser llevado por Técnicos que estén específicamente cualificados en el control constructivo de geosintéticos.
3. Los laboratorios (QAL) pueden prestar una labor de apoyo a dicho consultor (QAC), pero no deben asumir directamente el protagonismo en este proceso.

El control efectivo de la obra debe cumplir los siguientes requisitos:

1. El consultor de control y garantía de calidad (QAC) debe permanecer en obra el 100% del tiempo de instalación.
2. El consultor presente en obra, deberá tener experiencia específica en la instalación y ensayo de geosintéticos.
3. El QAC dispondrá en obra de todos los medios, equipos y aparatos para poderse llevar a cabo la supervisión y control de la colocación e instalación de los geosintéticos. Entre ellos, tensiómetro, chispómetro, generador eléctrico, equipo para la realización de ensayos de aire a presión para comprobación de soldadura de canal, equipo para la medición de temperatura ambiente, de la geomembrana PEAD y humedad relativa.
4. El QAC aportará el personal necesario para llevar a cabo la realización de los ensayos necesarios.

Las obligaciones específicas del personal de control de calidad y su labor en obra deberán consistir en:

1. Revisar todo el proyecto para conocer sus características.

2. Revisión de documentación adicional tal como propuesta de instalación de paneles y documentación aportada por fabricantes de materiales e instaladores.
3. Si fuera necesario y en coordinación con el Director del proyecto, desarrollar documentación específica necesaria para la instalación de geosintéticos utilizable por todas las partes involucradas en el proyecto.
4. Revisar las eventuales modificaciones al proyecto original realizadas por el proyectista o Director de Obra.
5. Instruir al personal de control de calidad sobre el proyecto y su plan de control de calidad.
6. Asistir a todas las reuniones relacionadas con el desarrollo del plan de control de calidad.
7. Revisar toda la documentación proporcionada por fabricantes e instaladores y hacer los comentarios apropiados.
8. Confrontar la cualificación del personal de instalación con la previamente aprobada por la Dirección de Obra.
9. Dirigir la preparación de planos de obra.
10. Revisar la documentación relativa a certificados de calibración de equipos de ensayo in-situ.
11. Revisar diariamente la información recogida: Informes diarios, fotografías, libro de anotaciones diarias, etc.
12. Advertir e informar de todas las prácticas que puedan dañar los geosintéticos previamente o tras su instalación.
13. Informar diariamente al Director de Obra de todas las incidencias de control de calidad de relevancia.
14. Supervisar la codificación y envío de muestras al laboratorio.
15. Análisis y revisión de los resultados de los ensayos de laboratorio.
16. Recomendar la aceptación final del sistema de sellado controlado.
17. Proponer todo el personal que realizará las labores de control de calidad incluyendo quien le sustituya en caso de ausencia temporal en obra.
18. Informar inmediatamente al Director de Obra de aquellas desviaciones del plan de control de calidad que se consideren no aceptables.
19. Preparar el informe final de certificación.
20. De manera más específica las operaciones realizadas por el personal de control de calidad serán:
 - Supervisión de obra, toma de datos y documentación de todas las operaciones de instalación de geosintéticos. Se tomarán fotografías diarias de las operaciones y áreas que se consideren críticas.
 - Controlar para todos los geosintéticos las siguientes operaciones:
 - + Muestreo para pruebas de conformidad.
 - + Operaciones de despliegue-desenrollado.
 - + Unión y soldadura entre paneles.
 - + Aprobación del emplazamiento de paneles.
 - + Inspección visual de paneles: Aprobación/Propuesta de reparaciones.
 - + Controlar y generar información sobre las operaciones de soldadura de geomembranas incluyendo: Pruebas de soldadura, Preparación de paneles, Soldadura, Ensayos de campo no destructivos (continuidad y estanqueidad), Muestreo para ensayos de laboratorio (resistencia), Ensayos destructivos de campo, Codificación y custodia de muestras para ensayos de laboratorio, Supervisión de reparaciones, Documentar todas las incidencias de obra que pudieran dañar los geosintéticos dejando constancia de su identificación y resolución.

2.2.5. Laboratorio de garantía de calidad de geosintéticos (QAL)

Es la firma o compañía encargada de realizar ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas en obra. Podrá estar asimismo encargado del ensayo de arcillas y materiales naturales.

Será responsable de llevar a cabo los ensayos según las especificaciones del Proyecto. Los ensayos se realizarán de acuerdo con las normas o métodos estándar que especifiquen en el proyecto o plan de control de calidad, aunque preferiblemente bajo normas UNE, EN o ISO.

El QAL estará aprobado por la Dirección Facultativa y deberá garantizar que los ensayos se lleven a cabo por personal formado específicamente en ensayos de geosintéticos. Asimismo, deberá demostrar su acreditación para los ensayos de geosintéticos, así como la calibración correcta de todos los dispositivos de ensayo.

El QAL y su personal deberán estar familiarizados con los métodos estándar que se encarguen.

En caso de que el QAL acondicione instalaciones de ensayo in situ, estas deberán estar aprobadas por el Director del Proyecto.

Salvo indicación expresa de la Dirección Facultativa, el QAL estará capacitado para proporcionar al consultor de garantía de calidad los resultados de los ensayos destructivos que encargue dentro de las 48 horas posteriores a la recepción de las muestras y por escrito. Los resultados de los ensayos realizados sobre muestras de soldadura de geomembrana deberán proporcionarse 24 horas después de su recepción como máximo.

Toda la información que envíe el QAL deberá incluir referencias a métodos estándar y normas utilizados, así como unidades en las que se expresan los resultados.

Los test de conformidad serán abonados por la Propiedad siempre que los resultados cumplan lo especificado en el pliego. En el caso de que los resultados de los ensayos no cumplan el Pliego y se solicite realizar nuevos ensayos, el coste de éstos será abonado por el instalador, incluso cuando al ser repetidos éstos, se acepte su instalación en obra, aun sin cumplir los parámetros del Pliego.

3. DOCUMENTACIÓN

Un plan de control de calidad efectivo depende en gran medida de la identificación de las actividades que requieren control. El control aumenta su efectividad si queda documentalmente registrado, responsabilidad que debe recaer en el consultor de control de calidad.

La documentación generada como aplicación de un plan de control de calidad por el consultor de control de calidad debe proporcionar a la Propiedad información sobre los procedimientos aplicados, no sólo tras la finalización de la construcción, sino también durante su transcurso.

3.1. INFORMES DIARIOS

Deben recoger las actividades de control de calidad realizadas cada día incluyendo áreas de trabajo, materiales de trabajo, soldaduras realizadas, reparaciones, ensayos, muestras tomadas, cantidades instaladas y aprobadas, incidencias de obra, condiciones de trabajo, etc.

El consultor de control de calidad debe completar estos informes breves y entregárselos diariamente a la propiedad o Director del proyecto.

3.2. INFORMES DE ENSAYOS

Estos informes deben ser elaborados por el consultor de control de calidad, conteniendo toda la información necesaria para la interpretación de los ensayos realizados ya sean destructivos o no destructivos. En ellos se incluirá el resultado final de cada ensayo.

3.3. INFORMES PARCIALES DE EJECUCIÓN

Dependiendo del plazo total de la obra a ejecutar estos informes pueden elaborarse con una periodicidad semanal, quincenal, etc. Su objetivo será dar una visión global del progreso de las obras, deben ser elaborados por el consultor de control de calidad y contendrán la siguiente información:

- Materiales instalados y aprobados desde el informe anterior
- Desviaciones de lo previsto
- Modificaciones de proyecto y su justificación
- Previsiones para fases siguientes
- Varios

3.4. PLANOS Y DETALLES

Deben ser elaborados por el consultor de control de calidad interpretando en planta la disposición de paneles y uniones para cada geosintético. Adicionalmente pueden completarse con detalles y secciones donde se muestre la secuencia de geosintéticos instalada y zonas de complejidad como sumideros, botas y penetraciones, pasos de tuberías, etc.

Los materiales a representar en plano serán definidos previamente a cada obra por el Director del Proyecto y consultor de control de calidad.

Será obligatoria la realización de planos de disposición de paneles de geomembrana, que contengan al menos la siguiente información:

- Identificación de paneles y soldaduras (fusión y extrusión)
- Dimensión de paneles
- Localización e identificación de reparaciones y parches
- Localización de todos los puntos de muestreo para ensayos de laboratorio

Estos planos se elaborarán sobre una base topográfica que represente la superficie de apoyo de los geosintéticos.

3.5. INFORME FINAL DE CERTIFICACIÓN

Se emitirá al final del trabajo a modo de certificado final de ejecución conforme de todo el plan de control de calidad y se denominará "Certificado de Finalización de Obras". La información que contendrá este informe final será la siguiente:

- Partes y personal involucrados en el proyecto y control de calidad
- Objeto de control de calidad
- Resumen y definición general del proyecto
- Métodos de garantía de control de calidad. Definición de ensayos, normas, etc.
- Resultados de ensayos (conformidad, de obra, de laboratorio), certificados y firmados por el jefe de proyecto del QAL
- Plano de disposición definitiva de paneles geosintéticos
- Sumario de problemas detectados y solución. Informes de identificación de problemas
- Certificados de ejecución parciales y certificación final de ejecución aceptado y firmado por todas las partes
- Fotografías, recolección de datos diarios, muestreo, tablas de identificación de paneles, relación entre paneles y rollos, etc.
- Anexos (originales de normas, bibliografía, etc.)

En cualquier caso, la estructura del informe se podrá adaptar a las necesidades o exigencias de la propiedad.

4. REUNIONES

4.1. REUNIONES PARA LA GARANTÍA Y CONTROL DE LA CALIDAD

Las diferentes reuniones que deben mantenerse entre las partes involucradas en un proyecto para garantizar la consecución de los objetivos de calidad prefijados pueden dividirse en tres grupos.

4.2. REUNIONES DE RESOLUCIÓN

El objeto de estas reuniones es establecer líneas de comunicación, revisar los planos y especificaciones de proyecto, revisar el plan de obra y coordinar, si fuera necesaria, la interrelación entre diferentes tajos, anticiparse a posibles problemas que pudieran derivar en retrasos y completar el plan de control de calidad.

El diseño de la obra deberá discutirse asimismo en estas reuniones para aclarar si se requieren modificaciones.

Estas reuniones deben celebrarse inmediatamente después de la finalización del proyecto y obtención de la licencia de obra.

4.3. REUNIÓN PRECONSTRUCTIVA

Su celebración será inmediatamente anterior al inicio de la construcción del sistema de sellado o de la impermeabilización del vaso. Las partes presentes en este tipo de reuniones serán el Director del Proyecto, Proyectista, Instalador, Representante del consultor de garantía de calidad y Propiedad.

En esta reunión se presentará y revisará el plan de control de calidad para aclarar la responsabilidad de cada una de las partes involucradas.

4.4. REUNIONES DE EJECUCIÓN

Se celebrarán con la periodicidad que se establezca (semanal, diaria, etc.) entre todas las partes involucradas en la obra.

En estas reuniones se deben plantear el progreso de las obras, problemas solucionados y pendientes de resolver, y previsiones para fases inmediatamente posteriores. Asimismo, se plantearán las decisiones de obra que hayan dado lugar a modificaciones, así como su origen y justificación de la solución adoptada.

La resolución de los temas que se planteen en estas reuniones requerirá siempre de la aprobación del Director del Proyecto.

5. ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

En lo correspondiente a los geosintéticos instalados, el Director del Proyecto aceptará los materiales instalados en un sistema de sellado, bajo recomendación por escrito del consultor de control de calidad. La Propiedad y Director del Proyecto podrán exigir al instalador que garantice la buena entrada en servicio y funcionamiento del sistema instalado durante un periodo determinado, durante el cual mantendrá su responsabilidad.

El Director del Proyecto podrá definir asimismo si se realiza una aceptación por sectores.

Los geosintéticos instalados en un sistema de sellado serán aceptados por el Director del proyecto cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. La instalación de todos los geosintéticos haya finalizado.
2. Se verifique la idoneidad de todas las soldaduras y uniones, así como aceptación de todos los ensayos y reparaciones.
3. Se haya completado toda la documentación necesaria según las especificaciones del plan de control de calidad.
4. Se apruebe la instalación de sistemas auxiliares tales como zanjas de anclaje, anclajes móviles, sistemas de drenaje, etc.
5. El consultor de control de calidad apruebe la instalación y recomiende su aceptación.

Tras la aceptación, el consultor de control de calidad deberá emitir una certificación por escrito de ejecución conforme, firmada por el propio consultor de control de calidad, instalador de geosintéticos y Propiedad.

6. GEOTEXTILES

6.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS.

Lámina formada por filtros de tejido sintético.

Se han considerado los siguientes materiales:

- Filtro de polipropileno formado por filamentos sintéticos continuos unidos térmicamente.
- Filtro de poliéster termoestable realizado con fibras de poliéster sin tejer, consolidado mecánicamente mediante punzonamiento
- Filtro con un 70% de fibras de polipropileno y un 30% de fibras de polietileno, sin tejer, termosoldado
- Filtro no tejido, formado por filamentos de polipropileno, agujeteado.
- Fibra de vidrio con inserción de hilos de refuerzo longitudinales

6.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y NORMATIVA.

La función principal del geotextil puede ser:

- F:Filtración
- S:Separación
- R:Refuerzo
- D:Drenaje
- P:Protección

Un geotextil puede ser apto para varias funciones a la vez. La función de separación nunca se especifica sola, deberá ir junto con la de filtración o refuerzo. La lámina extendida presentará un aspecto uniforme y sin defectos. Los bordes serán rectos. Será resistente a la perforación y a los esfuerzos de tracción en su plano. Será permeable al agua y al vapor.

Resistirá la acción de los agentes climáticos y las sustancias activas naturales del suelo. Los geotextiles que no se hayan sometido al ensayo de resistencia a la intemperie deben recubrirse antes de las 24 h desde su colocación.

Las características exigidas para los geotextiles están en función del uso y vienen reguladas por la norma correspondiente. La relación uso-norma-funciones, es la siguiente:

- UNE-EN 13249: Carreteras y otras zonas de tráfico, excepto vías férreas y capas de rodadura asfáltica): F, R, F+S, F+R+S
- UNE-EN 13250: Construcciones ferroviarias: F, R, F+S, F+R+S
- UNE-EN 13251: Movimientos de tierras, cimientos y estructuras de contención: F, R, F+S, R+S, F+R, F+R+S
- UNE-EN 13252: Sistemas de drenaje: F, D, F+S, F+D, F+S+D
- UNE-EN 13253: Obras para el control de la erosión: protección costera y revestimiento de taludes: F, R, F+S, R+S, F+R, F+R+S
- UNE-EN 13254: Construcción de embalses y presas: F, R, P, F+S, R+S, F+R, R+P, F+R+S

- UNE-EN 13255: Construcción de canales: F, R, P, F+S, R+S, F+R, R+P, F+R+S
- UNE-EN 13256: Construcción de túneles y estructuras subterráneas: P
- UNE-EN 13257: Vertederos de residuos sólidos: F, R, P, F+S, R+S, F+R, R+P, F+R+S
- UNE-EN 13265: Contenedores de residuos líquidos: F, R, P, F+R, R+P

Las características siguientes cumplirán con los valores declarados por el fabricante, ensayados según la norma correspondiente, dentro del límite de tolerancia indicado, en su caso, y en cumplimiento de las especificaciones del Proyecto en todo caso.

- Masa por unidad de superficie (ISO 9864)
- Características esenciales:
 - Resistencia a la tracción (UNE-EN ISO 10319)
 - Durabilidad (UNE EN correspondiente según el uso)
- Características complementarias:
 - Deterioro durante la instalación (UNE-ENV ISO 10722-1)
 - Resistencia a la intemperie (UNE-EN 12224), excepto en túneles
 - Alargamiento la carga máxima (UNE-EN ISO 10319), en drenaje
- Características complementarias para condiciones de uso específicas:
 - Resistencia a la tracción de uniones y costuras (UNE-EN ISO 10321)
 - Resistencia al envejecimiento químico (UNE-EN ISO 13438, UNE-ENV 12447, UNE-ENV ISO 12960)
 - Resistencia a la degradación microbiológica (UNE-EN 1225)
 - Abrasión (UNE-EN ISO 13427), en construcciones ferroviarias
 - Características de fricción (UNE-EN ISO 12957-1, UNE-EN ISO 12957-2), en drenaje

Función: Filtración (F):

- Características esenciales:
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Medida de abertura característica (UNE-EN ISO 12956)
 - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058)
- Características complementarias:
 - Alargamiento a la carga máxima (UNE-EN ISO 10319)
- Características complementarias para condiciones de uso específicas:
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236)
 - Características de fricción (UNE-EN ISO 12957-1, UNE-EN ISO 12957-2), excepto en drenaje

Función: Refuerzo (R) o Refuerzo y Separación (R+S):

- Características esenciales:
 - Alargamiento a la carga máxima (UNE-EN ISO 10319)
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236)
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
- Características complementarias:

- Características de fricción (UNE-EN ISO 12957-1, UNE-EN ISO 12957-2)
- Fluencia en tracción (UNE-EN ISO 13431), excepto en carreteras
- Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058)
- Características complementarias para condiciones de uso específicas:
 - Fluencia en tracción (UNE-EN ISO 13431), en carreteras

Función: Filtración y Separación (F+S):

- Características esenciales:
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236)
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Medida de abertura característica (UNE-EN ISO 12956)
 - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058)

Función: Refuerzo y Filtración (R+F) o Filtración, Refuerzo y Separación (F+R+S):

- Características esenciales:
 - Alargamiento a la carga máxima (UNE-EN ISO 10319)
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Medida de abertura característica (UNE-EN ISO 12956)
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236), excepto en movimiento de tierras y cimientos
 - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058), excepto en movimiento de tierras y cimientos

Función: Drenaje (D):

- Características esenciales:
 - Capacidad de flujo de agua en el plano (UNE-EN ISO 12958)
- Características complementarias:
 - Fluencia en tracción (UNE-EN ISO 13431)

Función: Filtración y drenaje (F+D):

- Características esenciales:
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Capacidad de flujo de agua en el plano (UNE-EN ISO 12958)
 - Medida de abertura característica (UNE-EN ISO 12956)
 - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058)

Función: Filtración, separación y drenaje (F+S+D):

- Características esenciales:
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236)
 - Capacidad de flujo de agua en el plano (UNE-EN ISO 12958)
 - Medida de abertura característica (UNE-EN ISO 12956)
 - Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (UNE-EN ISO 11058)

Función: Protección (P):

- Características esenciales:
 - Alargamiento a la carga máxima (UNE-EN ISO 10319)
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Eficacia de la protección: (UNE-EN 13719, UNE-EN 14574)
- Características complementarias para condiciones de uso específicas:
 - Características de fricción (UNE-EN ISO 12957-1, UNE-EN ISO 12957-2)

Función: Refuerzo y Protección (R+P):

- Características esenciales:
 - Alargamiento a la carga máxima (UNE-EN ISO 10319)
 - Punzonamiento estático (ensayo CBR) (UNE-EN ISO 12236)
 - Resistencia a la perforación dinámica (UNE-EN 918)
 - Eficacia de la protección: (UNE-EN 13719, UNE-EN 14574)

6.3. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE.

Suministro: Empaquetado en rollos, sin uniones.

Almacenamiento: Los rollos se mantendrán en su envase, apilados en posición horizontal con un máximo de 5 hiladas puestas en la misma dirección, entre 5°C y 35°C, en lugares protegidos del sol, la lluvia y la humedad.

6.4. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Unidad de medición: la indicada en la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada en la obra. El suministro, extendido y colocación de geotextiles se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra. Se incluirán como medición la cantidad de GTX instalado en zanjas de anclaje y de drenaje, pero no los recortes o los solapes.

Así mismo, los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

6.5. CONDICIONES DE CONTROL DE RECEPCIÓN.

6.5.1. Condiciones de marcado y control de la documentación.

Antes del envío, el fabricante de GTX etiquetará cada rollo según la Norma Europea EN ISO 10320, incluyendo:

1. Información de identificación del producto (nombre y dirección del fabricante, marca del código de producto).

2. Número de lote y número de rollo.

3. Longitud de rollo, anchura y peso.

El GTX será enrollado alrededor de un núcleo rígido cuyo diámetro sea suficiente para facilitar su manejo. El núcleo no está necesariamente destinado a soportar el levantamiento del rollo, pero será lo suficientemente fuerte como para prevenir su caída durante el transporte.

Todos los rollos serán etiquetados y empaquetados en un embalaje resistente a la fotodegradación por luz ultravioleta (UV).

6.5.2. Documentación del control de calidad.

Previamente al inicio de la instalación, el fabricante o instalador deberá proporcionar al Director del proyecto la siguiente información.

1. Certificado CE.
2. Origen e identificación de la resina o material de reciclaje utilizado para la fabricación del geotextil.
3. Copias de certificados de control de calidad emitidos por el productor de la resina.
4. Copias de los resultados de ensayos de control de calidad realizados por el fabricante para verificar el cumplimiento de las especificaciones mínimas de fabricación, así como las de proyecto.
5. Composición del producto incluyendo polímero de base, negro de humo, aditivos.
6. Certificación por escrito del fabricante sobre el cumplimiento de los valores mínimos garantizados.
7. En caso de geotextiles no tejidos y unidos por cosido mecánico, certificación por escrito de la ausencia de agujas.
8. Certificados de control de calidad incluyendo rollos por lote, numeración de rollos, procedimientos de ensayo y resultados, como mínimo, de los siguientes parámetros:

- Masa unitaria.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al punzonamiento.

La identificación de cada rollo incluirá información sobre el nombre del fabricante, identificación del producto, número y dimensiones de cada rollo. La ausencia de información al respecto o inclusión de información falsa podrá ser motivo para rechazo de una partida de material.

El consultor de control de calidad quedará encargado de supervisar toda la información, informando al Director de Proyecto sobre cualquier desviación o deficiencia no admisible. Las atribuciones del consultor de control de calidad serán:

1. Verificar que los certificados cumplen con las especificaciones de proyecto.
2. Asegurarse de que la documentación presentada por el fabricante es correcta y que los métodos de ensayo utilizados son aceptables.
2. Revisar que los certificados y hojas de identificación de los rollos son correctos.
3. Informar al Director del proyecto sobre la conformidad de toda la documentación.

6.6. CONFORMIDAD DE MATERIALES

6.6.1. Interpretación de resultados

El consultor de control de calidad será responsable de comprobar el cumplimiento de las especificaciones sobre conformidad de materiales, informando al respecto previamente al inicio de las labores de instalación.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el consultor de control de calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la Propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se consideran válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indican no conformidad, se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador o instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben rechazarse. A criterio del Director del Proyecto podrán realizarse ensayos complementarios para acotar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que todos los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva.

6.7. INSTALACIÓN DE LOS GEOTEXTILES.

6.7.1. Extensión de los rollos

Durante su almacenamiento, los rollos de geotextil se protegerán de la exposición a la luz, precipitación, humedad, polvo, golpes o cualquier causa de deterioro de los materiales.

Los rollos de geotextil se despojarán de su embalaje sólo inmediatamente antes de su instalación.

Antes de desenrollarlos, los geotextiles se anclarán y luego extenderán pendiente abajo cuidando que el material permanezca continuamente en tensión.

Si hay viento excesivo durante la instalación, los geotextiles se fijarán con sacos de arena o neumáticos lastrados, que se mantendrán hasta su unión total o hasta que mejoren las condiciones climatológicas.

Durante la extensión de geotextiles, el Instalador tendrá cuidado de no dañar la superficie de apoyo. Si el geotextil se coloca en contacto con otro geosintéticos, especialmente sobre geomembranas, se cuidará especialmente que no entre polvo, gravas o humedad entre ambos geosintéticos.

La extensión de los rollos se hará según bandas paralelas a la línea de máxima pendiente en cada talud o perpendicularmente a su coronación con la aceptación de la DF.

Tras la instalación de cada geotextil en toda la superficie a cubrir se realizará una inspección visual que asegura la ausencia de objetos potencialmente perjudiciales, sobre todo aquellos que sean cortantes o punzantes.

6.7.2. Soldadura y unión

Independientemente de que la unión se realice por cosido o termofusión dos paneles de geotextil a soldar deben ser solapados, previamente a su soldadura, al menos 75 mm. En general, no se admitirán soldaduras horizontales continuas en taludes salvo aquellas que formen parte de un parche o en casos excepcionales bajo la aprobación del consultor del control de calidad. Cuando sea necesario realizar alguna soldadura horizontal se aumentará el solape a por lo menos 200 mm.

En taludes con mayor pendiente que 10H:1V, las uniones entre paneles de geotextil deberán ser continuas no permitiéndose la unión puntual (ya sea por cosido o termofusión). En zonas de base o taludes de menor pendiente que la anteriormente indicada podrá utilizarse la unión puntual bajo la aprobación del Director del Proyecto.

En el caso de uniones por costura debe utilizarse hilos poliméricos con aditivos protectores frente a los rayos ultravioleta y resistencia igual o superior a la del geotextil.

Asimismo, el color del hilo deberá contrastar con el del geotextil. La maquinaria de cosido deberá tener la aprobación del Director del Proyecto y su operatividad se demostrará mediante la realización de pruebas de cosido diarias. Las pruebas de cosido serán supervisadas por el consultor del control de calidad y consistirán en la realización de una unión entre dos parches de geotextil con un ancho de al menos 50 cm y una longitud mínima de 5 m.

7. GEOMEMBRANAS

7.1. CARACTERÍSTICAS

Las geomembranas son láminas plásticas de grosor variable que se utilizan en construcción en contacto con suelos u otros materiales con finalidad impermeabilizante.

Aunque existen comercialmente geomembranas impermeabilizantes de otros plásticos tales como PVC o el polietileno de baja densidad (PE), en el presente documento sólo consideraremos la aplicación del polietileno de alta densidad (PEAD ó HDPE).

Estará compuesta por una geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de **2 mm, 1,5 mm ó 1,00 mm. de espesor, texturizada por ambas caras o lisas** y homogénea en todo su espesor. Este material geosintético deberá cumplir los requisitos mínimos marcados en la Norma UNE-104:300.

El material de la lámina será suministrado, almacenado y manejado de acuerdo estrictamente con los requisitos impuestos por el fabricante y en última instancia aceptados por la Propiedad.

Las condiciones que debe verificar el material de la lámina son las siguientes: 28 días se obtiene una ganancia en peso inferior al 5% y una pérdida de resistencia a tracción inferior al 25%.

Debe estar constituida por resina de polietileno de alta densidad obtenida de un proceso de polimerización del etileno a baja presión siguiendo la norma DIN 16776.

Contendrá un noventa y siete (97) por ciento de polímero y un dos y medio (2,5) por ciento de negro de carbono, antioxidantes y estabilizadores térmicos. No contendrá aditivos que puedan migrar, fluir o producir fragilidad con el paso del tiempo. Tendrá una densidad mínima de 0,94 g/cm³.

Su fabricación será por extrusión utilizando el material anterior en estado puro, libre por tanto de plastificantes u otros materiales cualesquiera y sin prefabricación ninguna.

La lámina tendrá una superficie completamente lisa, con ausencia total de poros.

7.2. RECEPCIÓN EN OBRA Y ACEPTACIÓN

Previamente al inicio de la instalación, el productor o el instalador deberán proporcionar al Director del Proyecto la siguiente información:

- Certificado CE.
- Origen e identificación de la resina utilizada en la fabricación de la geomembrana.
- Copias de certificados correspondientes a cada lote de fabricación, emitidos por el suministrador de la resina, indicando fechas de fabricación.
- Resultados de ensayos realizados por el fabricante para verificar que la resina cumple con las especificaciones de proyecto.
- Composición de la geomembrana indicando porcentajes de polietileno, negro de humo, aditivos, etc.
- Certificación por escrito garantizando por parte del fabricante el cumplimiento de los valores mínimos aportados.

- Certificados de control de calidad, firmados por el responsable de control de calidad del productor, incluyendo números de identificación para todos los rollos, métodos de ensayo y resultados de al menos las siguientes características:
 - Densidad.
 - Índice de fluidez
 - Contenido en negro de humo.
 - Dispersión de negro de humo.
 - Espesor.
 - Propiedades tensodeformacionales (esfuerzo/deformación).
 - Resistencia al punzonamiento
 - Coeficiente de fricción (sólo para las membranas texturizadas)
 - Resultado del ensayo SCR (environmental stress crack resistance) garantizado por el fabricante de la resina.
 - Tiempo de inducción a la oxidación

El fabricante deberá identificar los rollos que se suministran según norma UNE EN ISO10320:1999, conteniendo como mínimo la siguiente información:

- Etiqueta según normativa CE.
- Nombre del fabricante
- Identificación del producto
- Espesor
- Número de rollo
- Dimensiones del rollo

Tras la recepción de rollos de geomembrana en obra, el consultor de control de calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse de todo el ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio de un rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desecharán los primeros 0,5 m para muestreo. Sobre la muestra se marcará con una flecha la dirección de máquina.

La frecuencia de muestreo, salvo especificaciones contrarias, será de una muestra por lote y por cada 10.000 m² de material.

Se realizarán al menos los siguientes ensayos para conformidad:

- · Densidad.
- · Contenido en negro de humo.
- · Dispersión de negro de humo.
- · Espesor.
- · Propiedades tensodeformacionales.

En Control de Calidad deberá revisar toda la documentación aportada informando al Director de obra y verificando que:

- Los valores garantizados por el fabricante entran dentro de las especificaciones.
- La información aportada por el fabricante sobre ensayos de Control de Calidad, los métodos utilizados y su frecuencia de aplicación son conformes.

- Los rollos están convenientemente identificados.
- Se entreguen al instalador una copia con las especificaciones del proyecto y plan de Control de Calidad.
- En coordinación con el Director del Proyecto y, en su caso, el Proyectista se han chequeado la totalidad de detalles constructivos en conexión con la geomembrana, confirmándose la validez del diseño y los materiales auxiliares a utilizar.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el consultor de control de calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se consideran válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indican no conformidad, se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador o instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben rechazarse. A criterio del Director del proyecto podrán realizarse ensayos complementarios para acotar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que todos los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva.

7.3. COLOCACIÓN

7.3.1. Comprobaciones

Previamente a la instalación de geomembrana, el consultor de control de calidad deberá verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Que se hayan comprobado topográficamente cotas y alineaciones en puntos de control.
- Que se haya verificado que el material de base cumple con las especificaciones de proyecto, especialmente en lo relativo a compactación, afinado de superficies, pendientes, ausencia de cantos e irregularidades, etc.
- Que no se detecten blandones en áreas con demasiada humedad o zonas de subsidencia potencial por heterogeneidades del material.
- Que no existan áreas con grietas de desecación.

Antes de proceder a la instalación de las geomembranas, el Instalador deberá certificar por escrito que la superficie de apoyo es aceptable, nivelada conforme a Proyecto y sin elementos extraños que provoquen riesgos de punzonamiento (afino de la superficie de apoyo).

Esta inspección se plasmará en un certificado de ejecución al que dará el visto bueno la entidad independiente de control QAC.

7.3.2. Zanjas de anclaje

El consultor de control de calidad deberá verificar lo siguiente:

- Las zanjas de anclaje se hayan construido de acuerdo con las especificaciones de proyecto.

- Si las zanjas se excavan en materiales arcillosos susceptibles de desecación, la longitud de zanja abierta ha de ser la menor posible. Si se detectasen signos de desecación se deberá informar de ello al Director del proyecto.
- Las aristas y bordes de las zanjas deberán estar redondeadas para evitar dañar la geomembrana.
- Que no se sujete la geomembrana con pilas de suelo flojo.
- Que la zanja presente un drenaje adecuado para evitar encharcamientos en su interior, así como que el material del interior de la zanja absorba demasiada humedad. Que la zanja se rellene y compacte adecuadamente, según las especificaciones de proyecto.

Se tendrán en cuenta de forma explícita los siguientes aspectos:

- Anclaje con zanjas: La distancia de la franja al borde será tal que la tracción no desestabilice dicho tramo, nunca será menor de un metro. La profundidad y ancho de la zanja nunca será inferior a 0.50 m.
- Anclaje en bermas: El anclaje se puede efectuar de modo preferente por el peso propio de las tierras de cubrición. En el caso de ejecutar zanjas se cuidará de modo especial la calidad de las soldaduras transversales, en el caso de emplearlas para conexión de dos tramos su situación será siempre en la zona de pie del talud superior.
- Conexión y anclaje con elementos singulares.

7.3.3. Despliegue y solape de geomembranas.

La lámina se colocará sobre una superficie lisa.

La geomembrana de PEAD es suministrada a la obra en rollos. Los rollos vienen equipados con eslingas para su fácil descarga sea mediante grúa o bien incluso pala cargadora o retroexcavadora.

El acopio de los rollos se debe de realizar sobre una superficie plana y libre de irregularidades y objetos duros o cortantes que puedan dañar la lámina.

La cubrición con lonas sólo será necesaria como protección frente a la luz ultravioleta durante periodos prolongados de almacenamiento.

Para los taludes y áreas pequeñas los rollos se cortan previamente a las medidas proyectadas y se vuelven a enrollar para su transporte al tajo. En estos casos deberá disponerse un área de acopio de longitud igual a la del tramo más largo a cortar.

Antes de las operaciones de desplegado el Ingeniero Director comprobará la adecuación de la superficie del terreno, planeidad y grado de compactación, en especial allí donde la lámina vaya a estar unida a puntos fijos. Los bordes de hormigón se biselarán antes de entrar en contacto con la lámina.

Bajo ningún concepto se admitirá el tráfico no controlado de maquinaria de ningún tipo sobre la lámina desplegada.

Cuando existan dificultades de acceso al perímetro superior del talud, los rollos deben desplegarse

en contrapendiente mediante equipo tráctel o similar y necesitan un anclaje temporal en coronación para asegurar la fase de soldado.

Unas condiciones fuertes de viento pueden obligar a alterar la secuencia de la instalación a fin de minimizar los riesgos sobre la lámina.

En general, las secciones no soldadas deben protegerse con sacos terreros contra el viento. En taludes de fuerte pendiente los sacos estarán suspendidos.

Es recomendable mantener los sacos hasta que la lámina ya terminada sea cubierta definitivamente.

Finalmente, se realiza el soldado de juntas por termofusión manteniendo los solapes necesarios para la realización de la doble soldadura. El solape mínimo entre láminas será de 10 cm.

Los solapes se realizarán en todos los casos aguas abajo, con disposición de teja, para reducir el riesgo de que la lámina pueda ser desplazada o arrastrada por los materiales aportados encima de ella.

El proceso se realiza automáticamente una vez ajustado a las condiciones del lugar. La velocidad de soldadura se controla mediante un cable fijado a una polea en coronación del talud.

Las áreas de difícil acceso o especiales como zonas reparadas, alrededores de obstáculos o puntos singulares, etc., se unen mediante cordón de soldadura en superficie.

La unión debe realizarse sobre superficies completamente secas y limpias de cualquier suciedad o incrustación. Debe, por tanto, prohibirse su ejecución con lluvia o fuerte humedad relativa y/o fuerte viento sin la adecuada protección, o cuando la temperatura esté fuera del intervalo entre +5 °C y +35 °C.

Simultáneamente es comprobada la calidad de todas las uniones.

7.3.4. Soldaduras.

Los métodos de soldadura aceptados son la doble soldadura por fusión con canal de comprobación y la extrusión con aporte de material.

Previamente al inicio de la instalación, el instalador proporcionará al Director del proyecto un plano de disposición teórica de paneles que deberá ser revisado para su aprobación o introducción de variaciones.

Salvo casos excepcionales, y bajo la aceptación del Director del proyecto, no se permitirá la realización de soldaduras horizontales en taludes, ni de fusión ni de extrusión. Las soldaduras horizontales deberán situarse como mínimo a 1,5 m de líneas de cambio de pendiente, es decir, pies y coronaciones de taludes.

Las soldaduras deberán ser identificadas por el consultor de control de calidad siguiendo una nomenclatura sencilla, compatible con la utilizada para los paneles. La identificación de soldaduras en obra se hará según los mismos criterios indicados para los paneles.

Durante la realización de soldaduras deben cumplirse las siguientes especificaciones generales:

- En el caso de que se generen arrugas en solapes, estas deben ser cortadas por su eje hasta eliminar la arruga. El parche que se coloque sobre la arruga cortada deberá exceder al menos 150 mm de los bordes de la zona a reparar
- Las operaciones de soldadura nocturna deberán realizarse con luz artificial.
- En zanjas de anclaje, las soldaduras deberán realizarse al menos hasta la pared interior de la zanja.
- Todas las uniones en T deberán reforzarse con un cordón de extrusión de al menos 100 mm por brazo.
- Si el encargado del instalador no esta presente en obra, el consultor de control de calidad podrá paralizar todos los trabajos de soldadura de geomembranas.
- Las uniones irregulares podrán mejorarse mediante la colocación de placas rígidas y móviles según avance la soldadura.
- La soldadura off-site de dos paneles y su traslado para despliegue posterior solo se realizará bajo la aprobación y supervisión del consultor de control de calidad.

7.3.4.1. Soldaduras por fusión

La QAC aprobará, antes del inicio de los trabajos del Instalador, la maquinaria para la realización de soldaduras dobles con canal de comprobación.

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática y con un sistema de control de la temperatura de soldado, a ser posible digital y con impresión de las condiciones de la soldadura: presión de los rodillos, velocidad y temperatura.

Los solapes de unión tendrán un ancho mínimo de 100 mm y, en cualquier caso, se harán de manera que permitan la realización de ensayos de pelado de la soldadura.

La temperatura y velocidad de soldadura, se regularán según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados in situ con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas a soldar estarán limpias y exentas de polvo o grasa, para lo cual, en ocasiones, será necesario limpiarla con un paño previamente.

Las soldaduras dobles con canal de comprobación se comprobarán según UNE 104-481-3-2. Aquellas soldaduras que no cumplan la anterior comprobación podrán repararse de alguna de las formas siguientes:

- Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión.
- Si la soldadura es completamente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1 m el cual se suelda a los paños cuya soldadura era defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

La máquina soldadora alcanzará una temperatura ideal de entre 325 y 420°C dependiendo del espesor de la lámina, temperatura ambiente y de la lámina, etc. Estará provista de un doble rodillo de presión que accione sobre las dos láminas solapadas.

Cuando se pierda la zona de la geomembrana reservada al solape debido al corte y encaje de los paños, se deberá lijar una zona de aproximadamente una zona de unos 10 cm común a ambos

paños en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina. El coste en tiempo y mano de obra correspondiente al lijado estará incluido en el precio pactado por m2 de instalación de geomembrana.

7.3.4.2. Soldaduras por extrusión.

La maquinaria de soldar por extrusión, que deberá ser aprobada por la Dirección de Obra y el QAC, deberá ser una extensora con aporte de resina en continuo equipada con un lector de temperatura.

El QCA vigilará que en el 100% de las soldaduras por extrusión se aporte PEAD de las mismas características al de la geomembrana que está siendo instalada, en forma de cordón o granza.

Antes de comenzar una soldadura, el extrusor será purgado para eliminar material extruído que esté degradado.

Antes de soldar, se limpiará enérgicamente toda la zona de solape eliminando polvo, barro, gravas, humedad, etc.

El 100% de las soldaduras por extrusión deberán ensayarse en campo por medio del método eléctrico – spark test o chispómetro -, colocándose al efecto un hilo de cobre en el solape y sobre la lámina inferior en toda la longitud de la soldadura.

La máquina de extrusión mantendrá una temperatura en continuo de 250 a 300°.

Se deberá lijar una zona de aproximadamente 6 cm, común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina. El coste en tiempo y mano de obra correspondiente al lijado estará incluido en el precio pactado por m2 de instalación de geomembrana.

El cordón de la soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima al espesor de la geomembrana.

Este tipo de soldadura será sólo utilizable en zonas de unión de varios paños y en puntos donde no haya sido efectiva la realización de la soldadura doble con canal de comprobación.

7.3.4.3. Pruebas de soldadura y tiras de ensayo

La mayoría de los documentos de VCC requieren la obtención de “soldaduras de prueba” o “tiras para ensayo” en forma periódica. Las tiras para ensayo reflejan por lo general la calidad de las soldaduras realizadas en obra, pero nunca deben usarse en forma exclusiva para la aceptación final de la soldadura en obra. La aceptación final de la soldadura en obra será la indicada en estas especificaciones. Se utilizan las tiras para ensayo a fin de reducir un nivel mínimo los ensayos destructivos de las soldaduras realizadas en obra, que requieren ulteriores reparaciones de la soldadura final. En forma típica, estos ensayos de la soldadura se realizan una vez al día para cada equipo de soldadores, o cada vez que hay un recambio de equipo, o cuando se advierten cambios significativos en las condiciones del lugar de trabajo, o cuando lo requieran las especificaciones del contrato. Estos ensayos tienen como propósito verificar que se hayan utilizado los materiales de soldadura, las temperaturas, las presiones, las proporciones y las técnicas que se especificaron,

como así también la necesaria preparación previa de la geomembrana para la costura. Pueden usarse las tiras de ensayo para evaluaciones de VCC / CCC, y estas tiras deben tener el tamaño suficiente como para poder realizar los ensayos requeridos.

Mientras se evalúan los ensayos básicos de las soldaduras, el equipo de soldadores puede comenzar a trabajar o continuar trabajando, siempre y cuando la soldadura en obra bajo construcción esté identificable. Si los resultados de un ensayo no cumplen con las especificaciones de diseño de la soldadura en obra, se obtendrá una muestra adicional para ensayo de la soldadura, que será nuevamente evaluada por el mismo equipo, con las mismas herramientas y los mismos materiales.

Las costuras realizadas en obra serán aceptadas únicamente si se obtienen resultados de ensayos de soldadura en obra de CCC que concuerden con las especificaciones de diseño.

Cuando quiera que una muestra no pase un ensayo destructivo debe aplicarse uno de los procedimientos siguientes:

1. Se reconstruirá la soldadura en obra en el tramo comprendido entre dos puntos de ensayo que hayan arrojado resultados aceptables, ubicados uno a cada lado de la muestra defectuosa.
2. Se trazarán puntos exteriores intermedios en la costura (a una distancia máxima de 3 metros en cada dirección desde la muestra defectuosa), y se obtendrán muestras adicionales para ensayo. Si estas muestras arrojan resultados aceptables, se reconstruye la costura entre estos dos puntos. Si una muestra intermedia no resulta aceptable, se repite el proceso para determinar la zona en la que debe reconstruirse la soldadura. Todas las soldaduras reconstruidas deben estar delimitadas por dos puntos donde se hayan tomado muestras que cumplieron con los requisitos de otros ensayos destructivos.

La reconstrucción de las soldaduras realizadas en obra se lleva a cabo eliminando la costura defectuosa, volviendo a posicionar los paneles y rehaciendo la costura, o bien colocando una tira que cubra la soldadura a reconstruir. Esta tira debe extenderse un mínimo de 15 centímetros a cada lado de la soldadura a reconstruir (en todas las direcciones).

Durante los períodos de ensayos de CCC y VCC no debe recubrirse ni ponerse en servicio una zona de soldadura realizada en obra. De esta manera se asegura que, en caso de necesidad, su reparación o reconstrucción pueda realizarse fácilmente.

Durante este período es indispensable colocar sobre el revestimiento la cantidad adecuada de balastro y asegurarlo correctamente para evitar daños producidos por el viento o las inclemencias del tiempo.

Las pruebas de soldadura se realizarán diariamente para fijar las condiciones de temperatura y velocidad de avance de todas las máquinas soldadoras de polietileno, ya fuesen de fusión con doble cuña o de extrusión.

Estos ensayos se repetirán cuantas veces fuesen necesarias hasta la obtención de las condiciones idóneas de soldadura en cada jornada.

Se realizarán los siguientes pasos:

- Soldadura de dos piezas de geomembrana de al menos 1,5 m de longitud y 0,30 m de anchura.
- Una vez realizada la soldadura, el instalador corta 5 especímenes de soldadura con un ancho de 25 mm, sometiéndolos a pelado tanto en la banda externa como en la interna de la soldadura con un tensiómetro de campo.
- Si el ensayo muestra que los especímenes sufren una rotura de tipo NFTB se modifican las condiciones y realiza una nueva soldadura. Si las roturas son de tipo FTB, el QAE toma una muestra de 46 cm de longitud y 30 cm de ancho con la soldadura centrada, corta 3 especímenes distribuidos al azar y los somete a pelado mediante un tensiómetro que garantice una separación constante de pinzas de 2 pulgadas/min (50,8 mm), anotando la tensión de pelado.
- Si no se superan las tensiones mínimas de pelado y las roturas no son de tipo FTB en los 3 especímenes ensayados, se ordena repetir el proceso. Si el resultado del ensayo es correcto, se anotarán los valores de tensión obtenidos, las condiciones de ensayo y se dará por válida la prueba de soldadura.

7.3.4.4. Ensayos no destructivos.

- Ensayo de aire a presión

Este método de ensayo se utiliza en soldaduras de doble banda realizadas en obra, y puede aplicarse para ensayar la longitud total de estas soldaduras. En zonas donde este método no resulte adecuado (como en el caso de intersecciones en tres direcciones) puede usarse el método de cámara de vacío.

Para realizar el ensayo por canal de aire a presión se requiere contar con los equipos siguientes:

- Un dispositivo para sellar los dos extremos del canal de aire
- Un dispositivo para inyectar aire en el canal abierto y para permitir el control de su presión.
- Se ha usado con resultados satisfactorios una aguja aguzada y hueca conectada a un medidor de presión adecuado. Otros dispositivos pueden brindar asimismo resultados equivalentes.
- Se requiere contar con una bomba de aire, ya sea de accionamiento manual o motorizado, capaz de generar y mantener una presión de hasta 350 kPa. La bomba debe colocarse siempre sobre un panel amortiguador adecuado a fin de no dañar la geomembrana. Para conectar la bomba al dispositivo de aire a presión se utiliza una membrana flexible. Esta manguera debe contar con un acople rápido en su extremo, a fin de poder desconectarla una vez que se ha alcanzado la presión requerida, ya que la bomba no debe quedar conectada mientras se controla la presión del aire.
- Es necesario tener a mano una cuchilla, en caso de que sea necesario cortar o recortar el material del revestimiento.
- Se recomienda usar una cuchilla de hoja curvada. Las cuchillas de hoja recta pueden dañar la geomembrana al pasar a través del material que se está recortando y cortar la geomembrana debajo del mismo.

El ensayo de la soldadura realizada en obra se realiza en la forma siguiente:

- Después de finalizar la soldadura de doble banda, selle los dos extremos del canal continuo de aire.
- Conecte el medidor de presión directamente al canal de aire.
- Conecte una bomba de aire al medidor de presión por medio de una manguera flexible provista de un acople rápido, y aplique presión de aire al canal a fin de producir una deflexión estable en un solo lado del canal con una dimensión máxima de 6,35 mm.
- Retire la manguera flexible que conecta el canal de aire a la bomba. Controle ahora el medidor de presión de aire durante el tiempo necesario. La evaluación mínima del ensayo debe ser de tres (3) minutos. Anote la hora, la presión inicial y la presión final del ensayo sobre la geomembrana con un marcador adecuado. La caída máxima de presión admisible no debe exceder el 110 % del valor inicial.
- Si la presión no disminuye por debajo del valor requerido después de transcurrir el tiempo especificado, haga un corte en el extremo del canal de aire más alejado del medidor de presión. El aire debe salir rápidamente, y el medidor debe registrar una caída abrupta de la presión, indicando que se ha controlado la longitud total de la soldadura. Si esto no sucede, el canal está bloqueado. Camine a lo largo de la soldadura para hallar el bloqueo visualmente o al tacto. El canal debe estar inflado hasta ese punto. Corte el canal de aire en el lado del bloqueo más cercano al manómetro, y verifique la pérdida de presión. Infle el canal desde el lado más alejado. Si la presión se mantiene, corte la soldadura inmediatamente antes del bloqueo y controle la caída de presión. Si no se puede hallar la ubicación del bloqueo, puede ser necesario cortar la costura en la mitad y tratar las dos mitades como soldaduras individuales. Emparche todos los cortes y perforaciones de la aguja que hay producido.
- Si se sospecha que hay muchos bloqueos, o si la soldadura es de longitud reducida, puede resultar más fácil cortar y eliminar la soldadura y volver a soldar la geomembrana.
- Si la caída de presión es excesiva, controle los sellos en los extremos del canal de aire. Si halla filtraciones, vuelva a sellar esas zonas y repita el ensayo completo
- Pueden detectarse las filtraciones alrededor de los extremos sellados y del medidor de presión mojando las zonas sospechosas y observando si se producen burbujas.
- Si no se puede localizar el problema, realice ensayos de desprendimiento en el comienzo y en el final de la soldadura, para determinar la resistencia de la costura.
- Si se halla una resistencia adecuada, puede ser necesario ensayar la soldadura por medio de otros métodos. Si la resistencia es inadecuada, repare o reemplace la soldadura.
- Spark test (chispómetro)

El ensayo spark se ha realizado sobre el 100% de las soldaduras de extrusión, incluyendo soldaduras de refuerzo en uniones en T entre soldaduras de fusión.

El procedimiento para realización de los ensayos spark es el siguiente:

- Tras el pulido de la superficie, se fija un hilo de cobre en continuo a lo largo de toda la zona a extruir.
- Aplicar el cordón de extrusión y dejar que se enfríe.
- Ajustar el equipo de ensayo de manera que proporcione un voltaje de aproximadamente 10 KV por milímetro de espesor de la geomembrana a ensayar.
- Pasar el chispómetro sobre la soldadura de extrusión, despacio y sobre el centro y ambos extremos de la misma.

- En caso de que se detecte el paso de una chispa de la soldadura al dispositivo de ensayo se considera que existe un defecto que deberá remediarse puliendo y volviendo a soldar la zona defectuosa.
- Ensayo con campana de vacío

Cuando el QAC lo estime necesario.

7.3.4.5. Ensayos destructivos

Pueden realizarse ensayos destructivos de las soldaduras realizadas en obra ya terminadas, a una distancia entre muestras no superior a 150 metros, o de acuerdo a lo indicado por el propietario.

El instalador debe sacar las muestras de la soldadura ya realizada en la geomembrana. las muestras deben rotularse de manera clara y comprensible. Debe asimismo identificarse y registrarse la ubicación de donde se extrajo la muestra.

Los agujeros producidos en la geomembrana como consecuencia de la toma de muestras para ensayo destructivo deben repararse de inmediato con parches del mismo material de la geomembrana. El perche debe extenderse un mínimo de 15 centímetros (en todas direcciones) más allá de la zona a reparar. La calidad de las reparaciones de las zonas de muestreo deberá confirmarse mediante los métodos de END descritos anteriormente.

La geometría mínima de muestreo debe ser la siguiente:

- El ancho de la muestra será igual al ancho de la zona soldada más 15 cm a ambos lados de dicha zona.
- En las geomembranas de polipropileno reforzado, la longitud de la muestra será de 2,45 metros.

La muestra arriba descrita debe cortarse en tres segmentos iguales. Uno de los segmentos se envía a ensayo en laboratorio, otro de los segmentos se entrega al instalador y el restante al Propietario.

Se ensayarán las muestras a fin de determinar la resistencia de la soldadura y su adhesión al desprendimiento. Los ensayos se llevarán a cabo de acuerdo a lo especificado en ASTM D 413, método modificado.

Cuando quiera que una muestra no pase un ensayo destructivo debe aplicarse uno de los procedimientos siguientes:

- Se reconstruirá la soldadura en obra en el tramo comprendido entre dos puntos de ensayo que hayan arrojado resultados aceptables, ubicados uno a cada lado de la muestra defectuosa.
- Se trazarán puntos exteriores intermedios en la costura (a una distancia máxima de 3 metros en cada dirección desde la muestra defectuosa), y se obtendrán muestras adicionales para ensayo. Si estas muestras arrojan resultados aceptables, se reconstruye la costura entre estos dos puntos. Si una muestra intermedia no resulta aceptable, se repite el proceso para determinar la zona en la que debe reconstruirse la soldadura. Todas las soldaduras reconstruidas deben estar delimitadas por dos puntos donde se hayan tomado muestras que cumplieron con los requisitos de otros ensayos destructivos.
- La reconstrucción de las soldaduras realizadas en obra se lleva a cabo eliminando la costura defectuosa, volviendo a posicionar los paneles y rehaciendo la costura, o bien

colocando una tira que cubra la soldadura reconstruir. Esta tira debe extenderse un mínimo de 15 centímetros a cada lado de la soldadura a reconstruir (en todas las direcciones).

Cualquier reparación que requiera un parche o una tira de cobertura deberá identificarse en los planos de modificaciones del proyecto.

Las reparaciones aprobadas por el END se tomarán como indicación de una reparación correcta. Si no pasan el END, se deberá reconstruir y volver a ensayar la zona reparada hasta obtener un resultado satisfactorio en el ensayo.

El propósito de estos ensayos es proporcionar información sobre la resistencia y calidad de las soldaduras realizadas. La toma, envío e interpretación de muestras para ensayos destructivos debe realizarse según progresa la instalación, nunca tras su finalización.

Los métodos de reparación aceptados incluyen:

- Parches: Reparación de punzonamientos, cortes, desgarros, arrugas y perforaciones de gran tamaño.
- Aporte puntual por extrusión, para reparación de pequeños punzonamientos y poros.
- Aporte de material por extrusión, para reparación zonas de adelgazamiento o debilitamiento de la geomembrana por aplicación de exceso de calor o por la acción de los rodillos de la soldadura de doble cuña.
- Cordón de extrusión: Refuerzo de solapes de soldaduras de fusión por debilitamiento de los mismos, solape insuficiente o riesgo de pelado. También se colocan para refuerzo de soldaduras bien ejecutadas pero sometidas a esfuerzos extremos. (El cordón será menor que 15 m).
- Saneamiento y repetición de soldaduras fallidas.

Independientemente del método de reparación elegido en cada caso, en todos ellos se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Todas las superficies de las áreas reparadas por todos los métodos deben secar y lavar justo antes de ser reparadas.
- Las superficies a reparar por algún método de aporte de material por extrusión, deben pulirse no más de 1 hora previamente a realizar el aporte.
- Los parches colocados deberán tener todos sus bordes redondeados y previamente a su fijación por extrusión, las uniones con la geomembrana inferior deben biselarse para conseguir una unión perfecta del material aportado (de la misma naturaleza que las geomembranas).
- Previamente a su fijación definitiva por extrusión con aporte de material en cable, todos los parches deben ser temporalmente fijados por termosoldado con tolva de aire caliente.

7.4. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Unidad de medición: la indicada en la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada en la obra. El suministro, extendido y colocación de geomembrana se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra. Se incluirán como medición la cantidad de GBR-P instalado en zanjas de anclaje y de drenaje, pero no los recortes o los solapes.

Así mismo, los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

La ejecución de estas obras se certificará cuando se hayan realizado correctamente todas las tareas descritas anteriormente para la unidad de obra.

8. GEOCOMPUESTOS DRENANTES (GEODRENES)

8.1. CARACTERÍSTICAS

Los geocompuestos drenantes son sandwiches de geosintéticos contruidos en fábrica compuestos por un núcleo drenante y una capa externa de geotextil de separación y filtro que cubre uno o ambos lados.

El núcleo drenante puede estar constituido por un núcleo de filamentos tridimensionales o una georred con capacidad de transmisión de fluidos. Los materiales que conforman este núcleo pueden ser el polipropileno, polietileno o polietileno de alta densidad.

La materia prima más utilizada para los forros de geotextil filtro son los polímeros derivados del polipropileno (PP).

El geocompuesto drenante a utilizar estará compuesto por dos geotextiles de polipropileno no tejidos y un interior filtrante.

8.2. RECEPCIÓN EN OBRA Y ACEPTACIÓN

Previamente al inicio de la instalación, el fabricante o instalador deberá proporcionar al Director del proyecto información relativa a:

- Certificado CE.
- Origen (nombre del suministrador y planta de producción) e Identificación (Nº lote) de los geosintéticos (geotextiles y geomalla) que formen parte del geocompuesto.
- Copias de certificados de control de calidad de fabricación de los suministradores de geomalla y geotextil, conteniendo información de los ensayos de control de calidad.
- Certificación por escrito garantizando por parte del fabricante el cumplimiento de los valores mínimos aportados.
- Certificados de control de calidad, firmados por el responsable de garantía de calidad de fabricación, incluyendo números de identificación de rollos, métodos de ensayo y resultados de al menos las siguientes características:
 - Masa unitaria.
 - Espesor.
 - Resistencia a la tracción.
 - Resistencia al punzonamiento CBR.
 - Adhesión geotextil/geomalla.
 - Transmisividad-flujo en plano

El fabricante o instalador aportará datos sobre identificación de los rollos a suministrar conteniendo la siguiente información:

- Etiqueta según normativa CE.
- Nombre del fabricante.
- Identificación del producto.
- Número de rollo.
- Dimensiones del rollo.

Las muestras deben tomarse de rollos que no estén dañados y salvo especificaciones diferentes, tendrán 1 m. de longitud por todo el ancho del rollo.

Las muestras deben tomarse de rollos que no estén dañados y salvo especificaciones diferentes, tendrán 1 m. de longitud por todo el ancho del rollo. El número de muestras a tomar será de una por cada 10.000 m² de material entregado en obra y lote, entendiéndose como lote un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación.

Salvo especificaciones complementarias incluidas en los documentos de proyecto, se realizarán al menos los siguientes ensayos para conformidad:

- Masa unitaria.
- Espesor.
- Resistencia al punzonamiento CBR.
- Resistencia a la tracción.
- Transmisividad-flujo en plano
- Abertura de poros del geotextil

Todos los resultados sobre conformidad de materiales deberán ser revisados y aceptados o rechazados por el consultor de control de calidad previamente al inicio de la instalación, emitiéndose un informe al Director del Proyecto.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el consultor de control de calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la Propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se consideran válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indican no conformidad, se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador o instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben rechazarse. A criterio del Director del Proyecto podrán realizarse ensayos complementarios para acotar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que todos los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva.

8.3. COLOCACIÓN

8.3.1. Transporte y almacenamiento

Durante su transporte y almacenamiento, los rollos de geocompuesto deberán protegerse de la luz ultravioleta, humedad, polvo y barro, desgarros y cortes y cualquier otro factor que pueda dañar su estado. El almacenamiento se realizará protegiendo los rollos con envueltas plásticas resistentes a la humedad y relativamente opacas. Las envueltas deben eliminarse justo previamente a la instalación.

El geodren en el sellado deberá estar cubierto completamente a los **30 días** siguientes a su colocación. Por otro lado, el geodren a colocar en la nueva celda, deberá tener una resistencia a los **rayos U.V mínimo de 2 años**.

Para geocompuestos donde la geored esté expuesta a la entrada de polvo y suciedad, por ejemplo geocompuestos con una única capa de geotextil, el consultor de garantía de calidad revisará todos los rollos previamente a su instalación para identificar qué rollos presentan excesiva suciedad.

Estos rollos deberán lavarse previamente a su instalación, rechazándose su uso en caso de que la limpieza no sea posible

El transporte de los rollos desde el área de almacenamiento hasta su punto de instalación deberá realizarse con cuidado de que no se dañen, y su manipulación se realizará cumpliéndose las siguientes condiciones:

1. En taludes, los rollos deben asegurarse en primer lugar para desenrollarlos posteriormente de manera que se mantengan continuamente en tensión. Tras su extensión, los paneles deberán ser recolocados a mano para eliminar arrugas y para asegurar la disposición paralela entre paneles adyacentes.
2. En presencia de viento los paneles serán lastrados provisionalmente desde el momento de su despliegue, no eliminando los lastres hasta la cubrición del geocompuesto con otro material.
3. Salvo especificación contraria, los paneles de geocompuesto no deben soldarse a geomembranas.
4. Las operaciones de corte de geocompuesto deben realizarse mediante cutters (cuchillas) autorizadas, no permitiéndose el corte por aplicación de aire caliente.
5. El instalador será responsable del cuidado de los materiales subyacentes al geocompuesto durante su instalación, de manera que no se deterioren. En este sentido, deberá reparar cualquier daño producido.
6. Durante la instalación del geocompueesto se deberá evitar la entrada de arena, polvo o grava que pueda perjudicar a la capacidad de drenaje del material, cuidándose especialmente que los sacos de arena que se utilicen como lastre provisional no sufran pérdidas por rotura. Toda acumulación de materiales finos en un geocompuesto instalado deberá eliminarse previamente a su cubrición por otro material.

8.3.2. Zanjas de anclaje.

1. Al inicio de la instalación del geocompuesto de drenaje, el QAC comprobará que la zanja de anclaje se ha construido de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas de proyecto y/o la interpretación que de éste haga la Dirección de Obra.
2. Se evitará la existencia de bordes y materiales cortantes en la zanja que puedan dañar cualquiera de los geosintéticos anclados. Tendrá singular importancia el drenaje de la zanja mientras esté abierta, así como su relleno siguiendo las especificaciones del Proyecto. El geocompuesto deberá cubrir por completo el fondo de la zanja, pero no la pared contraria.
3. Cualquier error o negligencia observada por el QAC, obligará al Instalador a la revisión del estado en la zanja de anclaje.
4. Cualquier anclaje estará calculado para soportar la tracción máxima a la que pueda estar sometido, con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,2 para la tensión de los geosintéticos (tensión máxima/tensión de trabajo) y de 1,2 para la capacidad de rozamiento del anclaje. Los 'valores resistentes' se determinarán teniendo en cuenta su evolución "in situ" a largo plazo (fluencia, degradación) y su deformación. Los geosintéticos tendrán las protecciones precisas (otros geotextiles,...).
5. Se tendrán en cuenta de forma explícita los siguientes aspectos:
 - Anclaje con zanjas: La distancia de la franja al borde será tal que la tracción no desestabilice dicho tramo, y nunca inferior a un metro. La profundidad y ancho de la zanja nunca será inferior a 0.5 m.
 - Anclaje en bermas: El anclaje se puede efectuar de modo preferente por el peso propio de las tierras de cubrición. En el caso de ejecutar zanjas se cuidará de modo especial la calidad

de las soldaduras transversales, en el caso de emplearlas para conexión de dos tramos su situación será siempre en la zona de pie del talud superior.

- Conexión con elementos singulares.

8.3.3. Desenrollado de geomembranas.

La instalación de los paneles será ubicada en la dirección del gradiente descendente, de tal modo que las lluvias escurran hacia la parte inferior.

Un panel se define como una porción de geocompuesto, parte de un rollo, soldada en obra. El consultor de control de calidad será responsable de identificar los paneles, tanto en su emplazamiento como en planos, con códigos lógicos y sencillos.

No se recomienda identificar paneles con los números de rollo sino más bien según criterios de localización en campo. Los códigos de paneles deben utilizarse en todas las partes e informes y se deben correlacionar en tablas de paneles por rollo.

La extensión y desenrollado de paneles de geocompuesto de PEAD, se hará a una temperatura ambiente entre 0°C y 40°C. Quedará estrictamente prohibida la extensión de paneles de geomembrana en días de lluvia, viento excesivo, elevada humedad (niebla o rocío) o sobre bases húmedas.

El consultor de control de calidad deberá verificar y controlar las siguientes cuestiones:

- Todo el personal que camine sobre la geocompuesto debe tener calzado con suela lisa.
- El personal que trabaje sobre la geocompuesto no debe fumar y no deberá realizar ninguna actividad que pueda dañar dicha geocompuesto.
- Las herramientas usadas en el proceso de instalación deben almacenarse y transportarse en forma adecuada. Los cuchillos y otros objetos aguzados deben llevarse enfundados en cubiertas protectoras.
- El método que se use para desplegar los paneles no deberán causar daños a la geocompuesto ni a los refuerzos geotextiles subyacentes.
- Cualquier elemento geosintético ubicado directamente debajo de la geocompuesto deberá estar limpio y desprovisto de cualquier desecho.
- Deben colocarse anclajes temporales apropiados para evitar que el viento pueda levantar los paneles de geocompuesto. Los elementos más usuales son las bolsas de arena o tubos de balastro. En casos de vientos muy fuertes, puede ser necesario colocar pesos a todo lo largo de los bordes de los paneles.
- Las zonas de gran tránsito pueden necesitar cubiertas protectores temporales (p/ej. Geotextiles, trozos adicionales de geocompuesto, arena, etc.).
- No se permitirá la circulación de vehículos sobre la geocompuesto.
- Los combustibles y los productos químicos deben almacenarse en forma separada, y en un lugar alejado de los paneles de polipropileno. Deben utilizarse recipientes con protección contra derrames cuando se trabaje directamente sobre la geocompuesto, y estos recipientes deben apoyarse sobre materiales sobrantes, tales como desechos de geocompuesto o cartones gruesos.
- La maquinaria auxiliar no debe dañar la geocompuesto.
- La superficie de apoyo de la geocompuesto es apta para el despliegue ya sea un terreno natural, arcilla compactada u otro geosintético subyacente.

- No debe soltarse los paneles por gravedad de manera que se generen pliegues, dobleces, rasgaduras, etc., o se dañe la base.
- El método de despliegue y colocación de paneles minimizará la generación de arrugas, especialmente en las uniones entre paneles.

La inspección de daños y defectos correrá a cargo del consultor de control de calidad que informará al respecto al Director del Proyecto.

8.3.4. Solape y unión.

En general no debe permitirse la realización de soldaduras o uniones horizontales en taludes, excepto aquellas que formen parte de un parche.

La unión entre paneles adyacentes de geocompuesto deberá realizarse como mínimo cumpliendo las siguientes especificaciones:

1. El solape mínimo entre las georedes de 2 paneles adyacentes de geocompuesto de drenaje será de 100 mm.
2. En geocompuestos de tipo sándwich, con una geored entre 2 capas de geotextil, la unión entre geotextiles portantes nunca se realizará por cosido ni termofusión sino por un solape simple geotextil sobre geotextil.
3. La unión de georedes se realizará mediante conexiones plásticas de color blanco o claro, espaciadas 1,5 m. en taludes, 20 cm. en la zanja de anclaje y 30 cm. en uniones horizontales. En ningún caso se permitirá la utilización de conexiones metálicas.
4. Si se instala más de una capa de geocompuesto, las capas superpuestas tendrán sus uniones desplazadas escalonadamente.
5. Una vez que la geored haya quedado unida, los geotextiles de cubrición de dos paneles adyacentes se unirán de manera continua (por cosido mecánico o térmicamente) en taludes, permitiendo la unión puntual en zonas llanas y taludes de pendiente inferior a 1V:10H.
6. En caso de realización de uniones por cosido, el hilo utilizado será polimérico y su resistencia a la degradación química y ultravioleta será al menos igual a la del geotextil. La maquinaria para cosido utilizada deberá ser aprobada por el responsable de garantía de calidad y Director del proyecto.

8.3.5. Defectos, reparaciones y medidas correctoras.

El consultor de control de calidad localizará los defectos localizados y se lo transmitirá al instalador y Director del proyecto para consensuar las medidas correctoras a adoptar.

Las decisiones sobre reparaciones deberán tomarse entre todas las partes incluyendo al instalador, Dirección de Obra y Responsable de control de calidad.

Si el área a reparar tiene una extensión menor que 1 x 1 m., en cuyo caso se considerará un defecto menor, el geocompuesto se reparará de la siguiente manera:

1. Si sólo está dañado un geotextil y la geored permanece en buenas condiciones, se colocará un parche de geotextil térmicamente unido con un solape mínimo de 30 cm. excéntricamente al área a reparar.
2. Si la geored está dañada, se cortará la zona dañada, colocándose un parche de geored con un solape mínimo de 100 mm. en todas direcciones, unido mediante conexiones plásticas con una separación máxima de 15 cm. El geotextil superior se reparará tal y como se indica en el punto anterior. Si el área a reparar tiene dimensiones mayores que 1 x 1 m., todo el panel deberá reemplazarse.

8.4. Unidad y criterios de medición.

Unidad de medición: la indicada en la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada en la obra. El suministro, extendido y colocación del geocompuesto se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra. Se incluirán como medición la cantidad de GBR-P instalado en zanjas de anclaje y de drenaje, pero no los recortes o los solapes.

Así mismo, los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

La ejecución de estas obras se certificará cuando se hayan realizado correctamente todas las tareas descritas anteriormente para la unidad de obra.

9. GEOCOMPUESTOS BENTONITICOS (GBR-C)

9.1. CARACTERÍSTICAS

Los geocompuestos bentoníticos (GBR-C) son productos compuestos por dos geotextiles que encapsulan una capa mineral de bentonita sódica.

El núcleo arcilloso está compuesto por bentonita sódica en polvo o en gránulos, con una masa por unidad de área que se sitúa comercialmente entre 4.700 y 5.500 g/m², aproximadamente. La bentonita (montmorillonita) es una arcilla con excelentes propiedades impermeabilizantes y fuertes características expansivas en contacto con la humedad, lo que se traduce en una capacidad autosellante en caso de poros o roturas en la geomembrana de PEAD.

Los forros de geotextil pueden ser tejidos y no tejidos, aceptándose por lo general los primeros en la superficie que se sitúa en contacto con el suelo y los no tejidos como geotextil en contacto con la geomembrana de PEAD, debido a su mayor ángulo de rozamiento entre capas. Tanto uno como los otros se realizan habitualmente en polipropileno (PP).

El geocompuesto bentonítico a instalar, tendrá como función principal la impermeabilización del área de vertido, estará compuesto por dos geotextiles de PP y tendrá un coeficiente de permeabilidad $\leq 5 \times 10^{-11}$ m/s

9.2. RECEPCIÓN EN OBRA Y ACEPTACIÓN

Previamente al inicio de la instalación, el fabricante o instalador deberá proporcionar al Director del proyecto información relativa a:

- Certificado CE.
- Información de identificación del producto (nombre y dirección del Fabricante, marca del código de producto).
- Longitud de rollo, anchura y peso.
- Los certificados de análisis para la bentonita usada en la producción del GBR-C que demuestre el cumplimiento de los parámetros de Hinchamiento y Pérdida por filtrado mostrada en el capítulo 12.
- Los datos de prueba del fabricante para cada producto(s) tipo GBR-C terminado en cuanto a masa por área de bentonita, el límite de resistencia a la tracción del GBR-C y resistencia al pelado del GBR-C demostrando el cumplimiento con el índice de parámetros mostrados en el capítulo 12.
- Números de lote y de rollo suministrados para el proyecto (con albarán de transporte). Los datos de prueba del fabricante para el producto(s) GBR-C terminado, que incluyen un índice de flujo, la permeabilidad y grado de hidratación interna en cumplimiento de los parámetros exigidos en este proyecto, estarán disponibles bajo petición al fabricante.

Las muestras deben tomarse de rollos que no estén dañados y salvo especificaciones diferentes, tendrán 1 m. de longitud por todo el ancho del rollo.

Certificados de control de calidad, firmados por el fabricante, incluyendo números de identificación de rollos, procedimientos de ensayo y resultados como mínimo para los siguientes parámetros.

- Masa unitaria

- Espesor
- Contenido de bentonita
- Masa de los geotextiles
- Porcentaje de montmorillonita
- Resistencia al corte directo en seco y húmedo
- Resistencia a la tracción en ambos sentidos
- Adherencia
- Humedad
- Conductividad hidráulica
- Índice de hinchamiento

Los resultados de los ensayos anteriores deberán proporcionarse con una frecuencia mínima de 5.000 m², salvo para la conductividad hidráulica, de la que se proporcionarán de al menos cada 10.000 m² de material producido.

El fabricante deberá suministrar los rollos de GCL correctamente etiquetados, de manera que contengan como mínimo la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Identificación del producto.
- Número del rollo.
- Dimensiones del rollo

Todos los resultados sobre conformidad de materiales deberán ser revisados y aceptados o rechazados por el consultor de control de calidad previamente al inicio de la instalación, emitiéndose un informe al Director del Proyecto.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el consultor de control de calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se consideran válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indica no conformidad, se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador o instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben rechazarse. A criterio del Director del proyecto podrán realizarse ensayos complementarios para acotar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que todos los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva

9.3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN

9.3.1. Suministro

El GBR-C será enrollado alrededor de un núcleo rígido cuyo diámetro sea suficiente para facilitar su manejo. El núcleo no está necesariamente destinado a soportar el levantamiento del rollo, pero será lo suficientemente fuerte como para prevenir su caída durante el transporte.

Todos los rollos serán etiquetados y empaquetados en un embalaje resistente a la fotodegradación por luz ultravioleta (UV).

El almacenaje de los rollos de GBR-C será responsabilidad del contratista. El área dedicada al almacenaje será seleccionada en el lugar de trabajo, debiendo estar lejos de zonas de tráfico denso, ser un terreno llano, seco y con buen drenaje.

Los rollos deberán ser almacenados de manera que se pueda prevenir deslizamientos de los montones mediante el empleo de cuñas. Los rollos deberán ser apilados hasta una altura no superior a la altura máxima de manejo de la maquinaria de levantamiento (no más alto de 5 alturas).

Todos los materiales almacenados, tanto GBR-Cs como bentonita granular, deben ser cubiertos con un plástico o lona hasta su instalación.

La integridad y la legibilidad de las etiquetas serán conservadas durante el almacenaje.

9.3.2. Instalación

Cualquier superficie sobre la cual el GBR-C sea instalado, estará preparada y compactada conforme a los datos específicos de proyecto y planos. La superficie será lisa, firme y compacta, y sin:

1. Vegetación.
2. Palos, maderas, raíces.
3. Residuos de construcción y/o demolición.
4. Rocas agudas o con aristas cortantes.
5. Cambios de rasante abruptos.
6. Rezumes, surgencias difusas, charcos.
7. Hielo.
8. Huecos, agujeros o grietas de más de 6 mm de ancho.
9. Saliente de más de 12 mm sobre la superficie.
10. Cualquier otro elemento o materia extraña que pueda alterar el contacto con el GBR-C.

Así mismo, no pueden existir en la superficie surcos de rueda, huellas u otras irregularidades. De esta forma, todos los salientes que superen 20 mm sobre la superficie serán eliminados, aplastados o reducidos con un compactador liso y/o los medios más adecuados a las circunstancias de obra.

Las superficies de apoyo que consistan en suelos granulares o grava no pueden ser aceptables debido su gran vacío de fracción y su potencial de perforación. Los suelos de apoyo deben ser, por tanto, predominantemente de grano fino.

Inmediatamente antes del desenrollado del GBR-C, la superficie de apoyo será examinada para rellenar totalmente huecos o grietas, para que una vez lisa, se pueda proporcionar la mejor superficie posible para el GBR-C.

El control de calidad (QAC) y la Dirección de Obra certificará la aceptación de la superficie de apoyo antes de la colocación del GBR-C. A partir de entonces, la responsabilidad será del instalador para indicar a la Dirección de Obra cualquier cambio en la condición de la superficie de apoyo que pudiera hacer que las condiciones estuvieran fuera del cumplimiento de cualquiera de las exigencias de instalación del material.

En la zona más alta de los taludes del lugar de trabajo, será excavada una zanja de anclaje. La zanja de anclaje será excavada según diseño de proyecto y aprobación de la Dirección de Obra previo a la colocación del GBR-C. No se permitirá un suelo suelto en el fondo de la zanja y no existirán esquinas agudas o salientes dentro de la zanja.

9.3.3. Desenrollado de geocompuestos.

Los rollos de GBR-C deberán ser entregados en la zona de trabajo en su embalaje original. Inmediatamente antes de desenrollar, se quitará el embalaje con cuidado de no dañar el GBR-C.

Un panel se define como una porción de geocompuesto, parte de un rollo, soldada en obra. El consultor de control de calidad será responsable de identificar los paneles, tanto en su emplazamiento como en planos, con códigos lógicos y sencillos.

No se recomienda identificar paneles con los números de rollo sino más bien según criterios de localización en campo. Los códigos de paneles deben utilizarse en todas las partes e informes y se deben correlacionar en tablas de paneles por rollo.

La extensión y desenrollado de paneles de geocompuesto de PEAD, se hará a una temperatura ambiente entre 0°C y 40°C. Quedará estrictamente prohibida la extensión de paneles de geomembrana en días de lluvia, viento excesivo, elevada humedad (niebla o rocío) o sobre bases húmedas.

- El consultor de control de calidad deberá verificar y controlar las siguientes cuestiones:
- Todo el personal que camine sobre la geocompuesto debe tener calzado con suela lisa.
- El personal que trabaje sobre la geocompuesto no debe fumar y no deberá realizar ninguna actividad que pueda dañar dicha geocompuesto.
- Las herramientas usadas en el proceso de instalación deben almacenarse y transportarse en forma adecuada. Los cuchillos y otros objetos aguzados deben llevarse enfundados en cubiertas protectoras.
- El método que se use para desplegar los paneles no deberán causar daños a la geocompuesto ni a los refuerzos geotextiles subyacentes.
- Cualquier elemento geosintético ubicado directamente debajo de la geocompuesto deberá estar limpio y desprovisto de cualquier desecho.
- Deben colocarse anclajes temporales apropiados para evitar que el viento pueda levantar los paneles de geocompuesto. Los elementos más usuales son las bolsas de arena o tubos de balastro. En casos de vientos muy fuertes, puede ser necesario colocar pesos a todo lo largo de los bordes de los paneles.

- Las zonas de gran tránsito pueden necesitar cubiertas protectores temporales (p/ej. Geotextiles, trozos adicionales de geocompuesto, arena, etc.).
- No se permitirá la circulación de vehículos sobre la geocompuesto.
- Los combustibles y los productos químicos deben almacenarse en forma separada, y en un lugar alejado de los paneles de polipropileno. Deben utilizarse recipientes con protección contra derrames cuando se trabaje directamente sobre la geocompuesto, y estos recipientes deben apoyarse sobre materiales sobrantes, tales como desechos de geocompuesto o cartones gruesos.
- La maquinaria auxiliar no debe dañar la geocompuesto.
- La superficie de apoyo de la geocompuesto es apta para el despliegue ya sea un terreno natural, arcilla compactada u otro geosintético subyacente.
- No debe soltarse los paneles por gravedad de manera que se generen pliegues, dobleces, rasgaduras, etc., o se dañe la base.
- El método de despliegue y colocación de paneles minimizará la generación de arrugas, especialmente en las uniones entre paneles.

9.3.4. Instalación de geocompuestos

Antes de proceder a la instalación del geocompuesto, el Instalador deberá certificar por escrito que la superficie de apoyo es aceptable, nivelada conforme a Proyecto y sin elementos extraños que provoquen riesgos de punzonamiento. Esta inspección se plasmará en un certificado de ejecución al que dará el visto bueno la entidad independiente de control QAC.

El cuidado debe ser máximo para reducir el grado de arrastramiento del GBR-C a través de la superficie para evitar daños en la superficie inferior del mismo. Un geosintético temporal en la superficie de apoyo puede ser una solución sólida para reducir la fricción y los daños durante la colocación.

Los paños GBR-C serán colocados de forma cuasiparalela a la línea de máxima pendiente.

Todos los paños GBR-C deberán extenderse sobre la superficie subyacente, sin arrugas o pliegues, sobre todo en los bordes expuestos de los paneles. En las operaciones de desenrollado y extendido, habrá de minimizarse la generación de arrugas, ondulaciones y rasgaduras, especialmente en las zonas de solape entre paneles.

Durante el extendido, y sobre todo en días de viento, los paneles de geocompuesto se anclarán temporalmente por medio de sacos de arena o, en su defecto, neumáticos a modo de lastre, que se retirarán tras la instalación definitiva.

En el transcurso de la instalación del geocompuesto, el QAC podrá prevenir de la existencia de bases no aptas para la instalación de geosintéticos, indicando la reparación o modificación a realizar, o incluso paralizando la obra del Instalador hasta la subsanación de dichas deficiencias.

La extensión y colocación del geocompuesto se realizará de forma continua. Así mismo, se realizarán los taludes y la base de forma diferenciada e independiente. Los geocompuestos, una vez presentados, se termosoldarán por su forro geotextil. Antes de proceder al cosido definitivo de los paneles, se realizará una inspección por parte del QAC de cara a evidenciar posibles defectos y en consecuencia indicar al Instalador si los paneles son admisibles, rechazables o reparables.

Los pasos a seguir para su correcta colocación son:

- Extensión y numeración de los paños
- Anclaje provisional de los mismos (si fuese necesario)
- Cosido y numeración de las mismas
- Comprobación del termosoldado.
- Anclaje definitivo

El GBR-C ha de ser cubierto cuanto antes después de la instalación, siguiendo escrupulosamente los plazos y recomendaciones del fabricante.

9.3.5. Anclaje y unión

El final de cada paño de GBR-C será fijado en una zanja de anclaje en lo alto del talud. Al inicio de la instalación de geosintéticos el QAC comprobará que la zanja de anclaje se ha construido de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. El GBR-C deberá cubrir por completo el fondo de la zanja, pero no la pared contraria.

Se evitará la existencia de bordes y materiales cortantes en la zanja que puedan dañar cualquiera de los geosintéticos anclados. Tendrá singular importancia el drenaje de la zanja mientras esté abierta, así como su relleno siguiendo las especificaciones del Proyecto. Cualquier error o negligencia observada por el QAC, obligará al Instalador a la revisión del estado en la zanja de anclaje.

Cualquier anclaje estará calculado para soportar la tracción máxima a la que pueda estar sometido, con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,2 para la tensión de los geosintéticos (tensión máxima/tensión de trabajo) y de 1,2 para la capacidad de rozamiento del anclaje. Los 'valores resistentes' se determinarán teniendo en cuenta su evolución "in situ" a largo plazo (fluencia, degradación) y su deformación. Los geosintéticos tendrán las protecciones precisas (otros geotextiles,...).

Se tendrán en cuenta de forma explícita los siguientes aspectos:

- Anclaje con zanjas: La distancia de la franja al borde será tal que la tracción no desestabilice dicho tramo, y nunca inferior a un metro. La profundidad y ancho de la zanja tampoco será nunca inferior a 0.5 m. No obstante, se seguirán las dimensiones y diseño establecidos en el Proyecto.
- Anclaje en bermas: El anclaje se puede efectuar de modo preferente por el peso propio de las tierras de cubrición. En el caso de ejecutar zanjas se cuidará de modo especial la calidad de las soldaduras transversales, en el caso de emplearlas para conexión de dos tramos su situación será siempre en la zona de pie del talud superior.
- Conexión con elementos singulares.

Las uniones del GBR-C se ejecutan solapando sus bordes adyacentes. Debe de asegurarse que la zona de solape se encuentra limpia de partículas del suelo u otros restos de materiales.

La dimensión mínima del solape longitudinal debería ser 150 mm. Las uniones de final de rollo deben ser solapadas de modo similar, pero el solape mínimo tendrá una medida de 600 mm.

Las uniones al final de los paños deberán ser ejecutadas de tal modo que los rollos sean dispuestos en la misma dirección de la pendiente para prevenir el potencial flujo de entrada dentro de la zona del solape.

Las uniones de GBR-C entre paneles adyacentes pueden ser mejoradas. Para ello, el borde subyacente del solape longitudinal se descubre, aplicando una cantidad continua de bentonita de sodio granular a lo largo de la zona definida entre el borde del panel subyacente y la línea de 150 mm. En el caso del solape de final de rollo, se repite la misma operación. La bentonita granular será aplicada en una cantidad mínima de 400 g por metro lineal. Este recebo no es necesario si los rollos poseen material extra de bentonita en la zona de solape.

Cuando se deba proceder a corregir la desviación, la unión lateral entre los diferentes paneles se podrá llevar a cabo siguiendo las siguientes metodologías:

- Mediante solape de los diferentes paneles sin necesidad de que los núcleos bentoníticos estén exactamente en contacto lateral, esto es, pudiéndose montar unos encima de los otros. En este caso, y en función del solape resultante, se verá la necesidad o no de establecer uniones adicionales además de la propia termofusión entre geotextiles.
- Mediante corte del núcleo y unión lateral con el panel existente. La unión se realizará con el método general descrito, si bien será necesario que la zona de unión entre paños sea protegida por un geotextil de características similares a las del que dispone el geocompuesto y un cordón de bentonita en polvo. El solape mínimo de este geotextil adicional deberá ser sobre cada panel de las mismas dimensiones que dispone el geocompuesto original de fábrica. La unión por termofusión de los geotextiles será necesaria en todos los casos.

9.3.6. Defectos, reparaciones y medidas correctoras.

El consultor de control de calidad localizará los defectos localizados y se lo transmitirá al instalador y Director del Proyecto para consensuar las medidas correctoras a adoptar.

Las decisiones sobre reparaciones deberán tomarse entre todas las partes incluyendo al instalador, Dirección de Obra y Responsable de control de calidad.

Si el GBR-C es dañado (rasgado, pinchado, perforado, etc.) durante la instalación, puede repararse mediante la aplicación de una pieza de GBR-C sobre el área dañada. El pedazo será obtenido de un rollo nuevo de GBR-C y será cortado con unas dimensiones tales que se pueda colocar quedando un solape mínimo de 300 mm alrededor de toda el área dañada. Debe aplicarse bentonita granular o masilla de bentonita alrededor del área dañada antes de la colocación del recorte.

9.3.7. Material de cubrición

El material de cubrición no presentará piedras angulares u otros materiales extraños que pudieran dañar el GBR-C. Los suelos de cubrición deben ser aprobados por la Dirección de Obra en lo que concierne al tamaño de partícula, uniformidad y compatibilidad química. Los suelos de cubrición con altas concentraciones de calcio (por ejemplo, la caliza, la dolomía) no deberían ser aceptados.

El material de cubrición será colocado sobre el GBR-C mediante la utilización de maquinaria de construcción que reduzca al mínimo las rodadas sobre el GBR-C. Se deberá mantener un espesor

mínimo de 500 mm de material entre las ruedas de la máquina y el GBR-C durante el proceso de extendido. Esta recomendación de espesor no es aplicable a zonas con alta frecuencia de tránsito de vehículos o calzadas, para las cuales se requiere un cálculo específico al respecto.

El suelo de cubrición deberá ser colocado de manera que se impida la entrada de material a las zonas de solape del GBR-C. El extendido del material será realizado avanzando pendiente arriba, no descendiendo la pendiente, para minimizar fuerzas de tensión sobre el GBR-C.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá el tráfico no controlado de maquinaria sobre el geocompuesto sin una protección adecuada.

Cuando una geomembrana texturizada es instalada sobre el GBR-C, puede ser recomendable utilizar un geosintético temporal a modo de capa de protección para reducir la fricción durante la instalación y permitir que la geomembrana texturizada pueda ser desplazada más fácilmente hasta su posición final. Será conveniente fijar el GBR-C en las zanjas de anclaje mediante clavos en "U" al terreno para evitar su movimiento con las dilataciones de la geomembrana.

9.4. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada en la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada en la obra. El suministro, extendido y colocación de geomembrana se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra. Se incluirán como medición la cantidad de GBR-P instalado en zanjas de anclaje y de drenaje, pero no los recortes o los solapes.

Así mismo, los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

La ejecución de estas obras se certificará cuando se hayan realizado correctamente todas las tareas descritas anteriormente para la unidad de obra.

10. NORMATIVA APLICABLE

En todos aquellos aspectos no definidos en el presente Plan de control, o en aquellos que resulten dudosos o contradictorios en su interpretación, se seguirán las siguientes normativas de referencia:

UNE 104425:2001	Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad (PEAD).
UNE-EN 13493:2020	Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos.
UNE-EN 13257:2017	Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos.
UNE-EN 14414:2004	Geosintéticos. Método de ensayo selectivo para la determinación de la resistencia química para aplicaciones en vertederos.
UNE-EN 13492:20020	Barreras geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de vertederos para residuos líquidos, estaciones de transferencia o recintos de confinamiento secundario.

11. ENSAYOS DE CONFORMIDAD DE LOS MATERIALES

Durante la instalación de los materiales se procederá al muestreo de los mismos con el fin de poder llevar a cabo sobre ellos el test de conformidad, comprobando de esta forma las características de cada uno de ellos. Para la realización de estos ensayos se tomará una muestra del interior del rollo, nunca coincidiendo con el inicio ni el final de estos.

11.1. GEODREN

Con el fin de poder contrastar la información proporcionada por el fabricante de este material se procederá a la toma de tres muestras a partir de los rollos acopiados en obra destinadas a llevar a cabo sobre ellas el test de conformidad del material. Los resultados deberán cumplir con lo establecido en la ficha técnica del apartado 13 con una tolerancia de $\pm 30\%$. Esta tolerancia no se admitirá ni para el espesor ni para el flujo hidráulico.

11.2. MANTA DE BENTONITA

Con el fin de poder contrastar la información proporcionada por el fabricante de este material se procederá a la toma de tres muestras a partir de los rollos acopiados en obra, destinadas a llevar a cabo sobre ellas el test de conformidad del material. Los resultados deberán cumplir con lo establecido en la ficha técnica del apartado 13 con una tolerancia de $\pm 10\%$. Esta tolerancia no se admitirá para la permeabilidad.

11.3. GEOMEMBRANA PEAD 2,0-1,5MM-1,0MM

Con el fin de poder contrastar la información proporcionada por el fabricante de este material se procederá a la toma de tres muestras a partir de los rollos acopiados en obra, destinadas a llevar a cabo sobre ellas el test de conformidad del material. Los resultados deberán cumplir con lo establecido en la ficha técnica del apartado 13 con una tolerancia de $\pm 5\%$.

11.4. GEOTEXTIL

Con el fin de poder contrastar la información proporcionada por el fabricante de este material se procederá a la toma de tres muestras a partir de los rollos acopiados en obra, destinadas a llevar a cabo sobre ellas el test de conformidad del material. Los resultados deberán cumplir con lo establecido en la ficha técnica del apartado 13 según se trate de un tipo u otro de los geotextiles definidos con una tolerancia de $\pm 5\%$.

11.5. GEOMALLA

Con el fin de poder contrastar la información proporcionada por el fabricante de este material se procederá a la toma de dos muestras a partir de los rollos acopiados en obra, destinadas a llevar a cabo sobre ellas el test de conformidad del material. Los resultados deberán cumplir con lo establecido en la ficha técnica del apartado 13 sin tolerancia alguna.

12. ENSAYOS DE CONFORMIDAD DE LA INSTALACIÓN

12.1. ENSAYO GEOFÍSICO

Con el fin de poder comprobar la impermeabilización ejecutada, se procederá a realizar un ensayo geofísico mediante método geoeléctrico dipolo realizada por entidad independiente previamente aceptado por la Dirección Facultativa, para detección de fugas en toda la superficie impermeabilizada con una densidad de lectura de 1 lectura cada 2 metros cuadrados en sellado y 1 lectura cada 1 metro cuadrado en nueva impermeabilización de base y talud, incluso ejecución en fases, de acuerdo a las obras, con todos los medios mecánicos, manuales y auxiliares necesarios, totalmente terminado, incluso comunicación de los resultados de los ensayos y entrega de informes de avance y definitivo, estando incluidos los costes indirectos, ejecutado de acuerdo a la norma ASTM D 6747-04 -Standard Guide for Selection of Techniques for Electrical Detection of Potential Leak Paths in Geomembranes.

13. GEOSINTÉTICOS DE PROYECTO

Se adjuntan a continuación características técnicas a cumplir de los diferentes geosintéticos:

13.1. GEODREN

- **GEODREN EN PLATAFORMA DEL SELLADO Y PARTES HORIZONTALES DE LA NUEVA CELDA**

- Flujo hidráulico en el plano para $i=1.0$ a 20 kPa $\geq 1,40$ l/ms

Geocompuesto de drenaje con georred triplanar de PEAD formada por tres hilos			
Parámetro	Valor		Ensayo
Geocompuesto			
Masa por unidad de superficie	≥ 1490	g / m²	UNE-EN ISO 9864
Espesor a 2 kPa / 200 kPa	> 7,7 / 7,2	mm	EN ISO 9863-1
Resistencia a la tracción máxima MD / CD	29 / 19	kN/m	EN ISO 10319
Elongación a rotura, MD / CD	40 / 50	%	EN 10319
Flujo hidráulico en el plano, MD, para i=1.0		l/m·s	UNE-EN ISO 12958
σ = 20 kPa	≥ 1,40		i=1.0
σ = 50 kPa	≥ 1,25		i=1.0
σ = 200 kPa	≥ 1,00		i=1.0
Georred drenante			
Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)		
Espesor a 20Kpa/200Kpa	≥ 7,1 / 6,8	mm	EN ISO 9863-1
Geotextil filtro			
Material	Polipropileno (PP)		
Peso unitario	120	g /m²	UNE-EN ISO 9864
Punzonamiento estático (CBR)	1,4	kN	UNE-EN ISO 12236
Apertura de poro	< 170	µm	UNE-EN ISO 12956
Permeabilidad normal al plano	90	l / m2.s.	UNE-EN ISO 11058

- **GEODREN EN LOS TALUDES DEL SELLADO**

- Flujo hidráulico en el plano para $i=1.0$ a 20 kPa $\geq 1,00$ l/ms

Geocompuesto de drenaje con georred triplanar de PEAD formada por tres hilos				
Parámetro		Valor		Ensayo
Geocompuesto				
Masa por unidad de superficie	≥ 1.060	g / m²	UNE-EN ISO 9864	
Espesor a 2 kPa / 200 kPa	> 6,0 / 5,5	mm	EN ISO 9863-1	
Resistencia a la tracción máxima MD / CD	20 / 15	kN/m	EN ISO 10319	
Elongación a rotura, MD / CD	30 / 40	%	EN 10319	
Flujo hidráulico en el plano, MD, para i=1.0		l/m·s	UNE-EN ISO 12958	
σ = 20 kPa	≥ 1,00		i=1.0	
σ = 50 kPa	≥ 0,89		i=1.0	
σ = 200 kPa	≥ 0,60		i=1.0	
Georred drenante				
Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)			
Espesor a 2Kpa/200Kpa	> 5,4 / 5,1	mm	EN ISO 9863-1	
Geotextil filtro				
Material	Polipropileno (PP)			
Peso unitario	120	g /m²	UNE-EN ISO 9864	
Punzonamiento estático (CBR)	1,40	kN	UNE-EN ISO 12236	
Apertura de poro	< 170	µm	UNE-EN ISO 12956	
Permeabilidad normal al plano	90	l / m2.s.	UNE-EN ISO 11058	

- **GEODREN SOBRE IMPERMEABILIZACIÓN EN EL TALUD DE LA NUEVA FASE Nº 3**

- Flujo hidráulico en el plano para $i=1.0$ a 20 kPa $\geq 1,00$ l/ms

Geocompuesto de drenaje con georred triplanar de PEAD formada por tres hilos			
Parámetro	Valor		Ensayo
Geocompuesto			
Masa por unidad de superficie	≥ 1.570	g / m²	UNE-EN ISO 9864
Espesor a 2 kPa / 200 kPa	> 7.7 / 7.2	mm	EN ISO 9863-1
Resistencia a la tracción máxima MD / CD	29 / 19	kN/m	EN ISO 10319
Elongación a rotura, MD / CD	40 / 50	%	EN 10319
Flujo hidráulico en el plano, MD, para i=1.0		l/m·s	UNE-EN ISO 12958
σ = 20 kPa	≥ 0,95		i=1.0
σ = 100 kPa	≥ 0,84		i=1.0
σ = 500 kPa	≥ 0,55		i=1.0
Georred drenante			
Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)		
Espesor a 2Kpa/200Kpa	> 7,1 / 6,8	mm	EN ISO 9863-1
Geotextil superior (filtro)			
Material	Polipropileno (PP) estabilizado		
Peso unitario	≥ 200	g /m²	UNE-EN ISO 9864
Punzonamiento estático (CBR)	2,4	kN	UNE-EN ISO 12236
Apertura de poro	70	µm	UNE-EN ISO 12956
Permeabilidad normal al plano	60	l/m².s	UNE-EN ISO 11058
UV resistencia	> 80	%	UNE-EN 12224:2001
Geotextil inferior			
Material	Polipropileno (PP)		
Peso unitario	120	g /m²	ISO 9864
Punzonamiento estático (CBR)	1,3	kN	UNE-EN ISO 12236
Apertura de poro	<170	µm	UNE-EN ISO 12956
Permeabilidad normal al plano	90	l/m².s	UNE-EN ISO 11058

13.2. GEOCOMPUESTO DE BENTONITA

Geocompuesto de bentonita (GBR-C)		
Parámetro	Ensayo	Valor
Naturaleza y propiedades físicas de los materiales		
Masa por unidad de área del núcleo bentonítico	UNE EN 14196	$\geq 5.000 \text{ g/m}^2$
Materia prima del núcleo	Difracción de Rayos X	$\geq 80\%$ montmorillonita
Masa por unidad de área del geotextil superior, no tejido	UNE EN 965	$\geq 200 \text{ g/m}^2$
Masa por unidad de área del geotextil inferior, tejido	UNE EN 965	$\geq 130 \text{ g/m}^2$
Material geotextiles	---	polipropileno
Espesor	UNE EN ISO 9863-1	$\geq 7,3 \text{ mm}$
Propiedades mecánicas e hidráulicas		
Tensión máxima long.-transv.	UNE EN ISO 10319	12,4 / 12,5 kN/m
Punzonado estático	UNE EN ISO 12236	$\geq 2,2 \text{ kN}$
Tensión de pelado	UNE EN ISO 10319	$\geq 60 \text{ N/10 cm}$
Coeficiente de hinchamiento	ASTM D 5890	$> 26 \text{ ml/ 2g}$
Absorción de agua	ASTM E 946	$> 600 \%$
Pérdida por filtrado	ASTM D 5891	$\leq 18 \text{ ml}$
Permeabilidad K	ASTM-D-5887	$\leq 1 \times 10^{-11} \text{ m/s}$

13.3. GEOMEMBRANA PEAD

- PEAD 2,0 mm (nueva celda)

Geomembrana de PEAD (GBR-P)		
Parámetro	Ensayo	Valor
Identificación de la materia prima y propiedades físicas de los materiales		
Espesor	EN 1849-2	2,00 mm
Densidad de la geomembrana	EN ISO 1183-1	$0,94 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$
Índice de fluidez (190°/ 2,16 kg)	EN ISO 1133	$\leq 1,00 \text{ g/10 min}$
Contenido en negro de carbono	UNE 53375-1	2,0 - 3,0
Propiedades mecánicas y resistentes		
Ensayo de resistencia al desgarro en zona estructurada	53516-1:2001	$\geq 135 \text{ N}$
Ensayo de resistencia a la tracción (T y L) Parte estructurada	EN ISO 527-3 Probetas tipo 5	$\geq 13 \text{ N/mm}^2$
Ensayo de alargamiento en rotura (T y L) Parte estructurada	EN ISO 527-3 Probetas tipo 5	$\geq 150 \%$
Ensayo de resistencia al punzonado estático (CBR)	EN ISO 12236	$\geq 4 \text{ kN}$
Durabilidad		
Tiempo de inducción a oxidación	UNE-EN 728	$\geq 100 \text{ min}$
Envejecimiento térmico	UNE EN 14575	$\leq 15 \%$
Fisuración bajo tensión debido al ambiente (stress cracking)	ASTM D 5397	$\geq 400 \text{ h}$

- PEAD 1,5 mm (sellado)

Geomembrana de PEAD (GBR-P)		
Parámetro	Ensayo	Valor
Identificación de la materia prima y propiedades físicas de los materiales		
Espesor	EN 1849-2	1,50 mm
Densidad de la geomembrana	EN ISO 1183-1	0,94 ± 0,004 g/cm ³
Índice de fluidez (190º/ 2,16 kg)	EN ISO 1133	≤ 1,00 g/10 min
Contenido en negro de carbono	UNE 53375-1	2,0 - 3,0
Propiedades mecánicas y resistentes		
Ensayo de resistencia al desgarro	53516-1:2001	≥ 135 N
Ensayo de resistencia a la tracción (T y L) Parte estructurada	EN ISO 527-3 Probeta tipo 5	≥ 13 N/mm ²
Ensayo de alargamiento en rotura (T y L) Parte estructurada	EN ISO 527-3 Probeta tipo5	≥ 150 %
Ensayo de resistencia al punzonado estático (CBR)	EN ISO 12236	≥ 3 kN
Durabilidad		
Tiempo de inducción a oxidación	UNE-EN 728	≥ 100 min
Envejecimiento térmico	UNE EN 14575	≤ 15 %
Fisuración bajo tensión debido al ambiente (stress cracking)	ASTM D 5397	≥ 400 h

- PEAD 1,0 mm (sellado PROVISIONAL)

Geomembrana de PEAD (GBR-P)		
Parámetro	Ensayo	Valor
Identificación de la materia prima y propiedades físicas de los materiales		
Espesor	EN 1849-2	1,00 mm
Densidad de la geomembrana	EN ISO 1183-1	0,94 ± 0,004 g/cm ³
Índice de fluidez (190º/ 2,16 kg)	EN ISO 1133	≤ 1,0 g/10 min
Contenido en negro de carbono	UNE 53375-1	2,0 - 3,0
Propiedades mecánicas y resistentes		
Ensayo de resistencia al desgarro	53516-1	≥ 145 N/mm
Ensayo de resistencia a la tracción (T y L)	EN ISO 527-3 Parte estructurada	≥ 33 N/mm ²
Ensayo de alargamiento en rotura (T y L)	EN ISO 527-3 Parte estructurada	≥ 850%
Ensayo de resistencia al punzonado estático (CBR)	EN ISO 12236	≥ 3,0 kN
Durabilidad		
Tiempo de inducción a oxidación	UNE-EN 728	≥ 100 min
Envejecimiento térmico	UNE EN 14575	≤ 15 %
Fisuración bajo tensión debido al ambiente (stress cracking)	ASTM D 5397	≥ 400 h

13.4. GEOTEXTILES

Geotextil no tejido de PP antipunzonamiento de 1.000 g/m ²		
Parámetro:	Norma de ensayo:	Valor:
Materia prima	Polipropileno (PP)	
Peso unitario	UNE-EN ISO 9864	≥ 1.000 g/m ²
Espesor del geotextil (a 2 KPa)	UNE-EN ISO 9863-1	≥ 7,0 mm
Resistencia a tracción longitudinal /transversal	UNE-EN ISO 10319	≥ 65.0/ 75.0 kN/m
Elongación a la tracción nominal DM	UNE-EN ISO 10319	≥ 60 %
Resistencia al punzonamiento estático CBR	UNE-EN ISO 12236	≥ 12,0 kN
Permeabilidad normal al plano	UNE-EN ISO 11058	≥ 10.5 l/m ² ·s
Apertura de poro (O90)	UNE-EN ISO 12956	≥ 0,040 mm.

Geotextil no tejido de PP de separación de 150 g/m ²		
Parámetro:	Norma de ensayo:	Valor:
Materia prima	Polipropileno (PP), no tejido	
Peso unitario	UNE-EN ISO 9864	≥ 150 g/m ²
Espesor (presión 2kpa)	UNE-EN ISO 9863-1	≥ 1,6 mm
Resistencia a tracción longitudinal /transversal	UNE-EN ISO 10319	≥ 12 kN/m
Elongación DM / DT	UNE-EN ISO 10319	≥ 52 % / ≥ 61 %
Resistencia al punzonamiento estático CBR	UNE-EN ISO 12236	≥ 2 kN

13.5. GEOMALLA 65 kN

Geomalla		
Parámetro	Ensayo	Valor
Propiedades mecánicas y resistentes		
Ensayo de resistencia a la tracción (MD)	EN ISO 10319	≥ 65 kN/m
Ensayo de elongación a rotura (MD)	EN ISO 10319	≤ 10 %

14. PRESUPUESTO

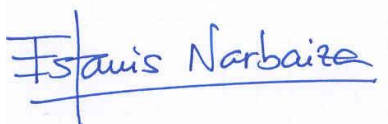
El presupuesto en ejecución material para desarrollar el Plan de Control de Calidad de los Geosintéticos es el siguiente:

1. Ensayos de Laboratorio.....	20.010,00 €
2. Control de la garantía de calidad de geosintéticos	22.050,00 €
3. Ensayos geofísico.....	12.139,68 €
SUMA	54.199,68 €

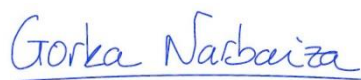
El importe para desarrollar el Plan de Control de Calidad de los Geosintéticos asciende a la cantidad de CINCUENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (44.569,60 €).

Todos estos ensayos se encuentran excluidos del presupuesto de licitación del presente Proyecto debido a que se licitarán de manera independiente por parte de la Propiedad.

Bergara, julio de 2022



Fdo. Estandis Narbaiza Zubizarreta
Ingeniero de Caminos
Ldo. Ciencias Ambientales



Fdo. Gorka Narbaiza Zubizarreta
Ingeniero de Caminos
Ldo. Ciencias Ambientales