"MEJORAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO EL TOTUMO MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA CELDA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LA AMPLIACIÓN Y ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE LIXIVIADOS DEL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, ARAUCA"

ALCALDÍA MUNICIPAL DE

CRAVO NORTE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

[redacted]

[redacted]

ALCALDÍA DE CRAVO NORTE
MUNICIPIO DE CRAVO NORTE
2024-2027

NOVIEMBRE DE 2026

INTRODUCCIÓN

Las especificaciones, planos anexos y demás documentos que se entregan el contratista se complementan entre sí y tienen por objeto explicar las condiciones y características constructivas relacionadas con el empleo de los materiales como figuran en las especificaciones, en los planos, donde se determinarán las pautas al Contratista de su ejecución ni podrán tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores.

Cualquier cambio que proponga el Contratista, deberá ser consultado por escrito al supervisor y/o interventor, y no podrán proceder a su ejecución sin la aceptación escrita de éste. En caso contrario, cualquier trabajo será por cuenta y riesgo del Contratista.

Será obligación primordial del Contratista ejecutar el trabajo, estrictamente de acuerdo con los planos y especificaciones para lo cual presentará muestras de los materiales a utilizar para la aprobación del supervisor o interventor.

OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Para el cabal cumplimiento del Contrato, se entienden como obligaciones del Contratista y/o subcontratistas, las siguientes:

1. Suministrar en el lugar de la obra los materiales necesarios de la mejor calidad y a los cuales se refieren estas especificaciones y los planos adjuntos.
2. Suministrar el personal competente y adecuado para ejecutar los trabajos a los que se refieren los planos y las especificaciones, en la mejor manera posible.
3. Pagar cumplidamente al personal a su cargo, sueldos, prestaciones, seguros, bonificaciones, y demás beneficios o complementos que ordene la Ley, en tal forma que el propietario, bajo ningún concepto, tenga que asumir responsabilidades por omisiones legales del Contratista y/o subcontratistas.
4. Estudiar cuidadosamente todos y cada uno de los planos que contienen el proyecto, leer atentamente las especificaciones e inspeccionar el lugar de la obra para determinar aquellas condiciones que puedan afectar los trabajos a realizar.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista y/o subcontratistas, debe presentar al supervisor y/o Interventor, un programa de trabajo que permita establecer el orden y la duración de cada una de las partes de la misma.

El Contratista y/o subcontratistas, antes de iniciar los trabajos deben disponer de un lugar adecuado que le sirva de oficina y depósito de materiales y herramientas. Tanto los materiales como la herramienta deberán ser revisados por el supervisor para comprobar que son necesarios para la ejecución de la obra. En caso contrario, fijará un plazo prudencial para que el Contratista los lleve a la obra.

Como parte de la organización de los trabajos, el Contratista y/o subcontratistas observarán un reglamento de seguridad industrial para aplicarlo en el desarrollo de las obras, que será parte del contrato y cuyo incumplimiento puede ser causal de terminación del Contrato respectivo.

MODIFICACIONES

Si durante la localización, el Contratista encuentra diferencias notables entre el proyecto y las condiciones del terreno, dará aviso al supervisor o interventor, quien será el encargado de tomar una decisión al respecto. Todo cambio sugerido por el Contratista, debe ser aprobado o rechazado por el supervisor o el Interventor, quien a su vez podrá hacer cambios que considere convenientes desde el punto de vista arquitectónico, técnico y económico, previa consulta con la supervisión arquitectónica.

De cualquier cambio que se realice, debe dejarse constancia por medio de actas, con copia al Contratista. El Supervisor y/o Interventor deberá consignar en los planos definitivos dichos cambios y todos los que se realicen durante el proceso de la obra.

Los cambios que surjan de adiciones o modificaciones sustanciales sobre el diseño original del proyecto, deberán ser consultados con el Proyectista y aprobados por la Supervisión o Interventoría.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CAPÍTULO 1. OBRAS PRELIMINARES PARA DIQUES CAJAS Y CUNETAS

1.1 Localización y replanteo topográfico (M2)

Definición o procedimiento

Este trabajo consiste en la ejecución de los trabajos topográficos necesarios para la ubicación exacta de las obras, ejes, niveles y alineamientos de la celda de disposición final, diques, cajas de inspección y sistemas de drenaje pluvial, de acuerdo con los planos detallados del proyecto y los lineamientos técnicos de la Alcaldía de Cravo Norte. El Contratista deberá realizar la localización empleando equipos topográficos de alta precisión (Estación Total y GPS diferencial), referenciados obligatoriamente a las coordenadas y vértices geodésicos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). El procedimiento paso a paso contempla: 1) Verificación y estancamiento de las carteras topográficas originales entregadas; 2) Colocación de mojoneras de concreto y carretas fijas adecuadamente referenciadas fuera del área de afectación directa de maquinaria; 3) Trazado continuo y replanteo de chaflanes y bordes de excavación. Se exigirá una tolerancia máxima en nivelación de ±5 mm y en alineamiento horizontal de ±10 mm. La Interventoría supervisará y aprobará mediante acta cada fase de levantamiento previa al inicio de movimientos de tierra.

Materiales

- Estacas de madera tratada de alta durabilidad y tablas para fijación de carretas y marcas de referencia.
- Pintura de esmalte sintético de alta visibilidad resistente a la intemperie y marcado industrial.
- Puntillas, clavos de acero, hilos de nylon de alta resistencia y cinta de señalización perimetral.
- Cemento Portland Tipo I, arena limpia y gravilla para la fundición de mojones permanentes de concreto.

Medida y forma de pago

La unidad de medida para el pago será el metro cuadrado (M2) de área efectivamente replanteada e identificada en terreno. La liquidación se efectuará midiendo la proyección horizontal aprobada por la Interventoría. El precio unitario acordado cubre los costos de personal profesional topográfico certificado, cadeneros, equipos de precisión con calibración vigente, insumos, transporte, comisiones de campo y todos los imprevistos necesarios para garantizar la estabilidad del replanteo.

1.2 Descapote limpieza y recolección mecánica áreas menores (M2)

Definición o procedimiento

Comprende la remoción, transporte y disposición de la capa vegetal, maleza, raíces y suelos orgánicos blandos e inadecuados de la superficie del terreno asignado para las obras. La metodología incluye: 1) Delimitación del área de trabajo mediante estacado aprobado; 2) Remoción mecánica mediante buldócer sobre orugas o excavadora cuidando no alterar estratos inferiores resistentes; 3) Carga y retiro del material descapotado hacia la zona de acopio temporal autorizada dentro del predio. El espesor promedio de descapote será de 0.20 m salvo indicación contraria de la

Interventoría basada en ensayos de suelo. El control de calidad verificará la ausencia total de materia orgánica o raíces en la subrasante resultante. Toda sobre-excavación no autorizada será reconformada a costo del Contratista.

Materiales

- No se requiere la incorporación de materiales permanentes en la estructura del terreno.
- Combustibles, aceites, grasa y lubricantes para la operación continua de maquinaria y equipos de acarreo.

Medida y forma de pago

La unidad de medida será el metro cuadrado (M2) de descapote ejecutado a satisfacción. La medición se obtendrá mediante cálculo topográfico de la superficie horizontal intervenida. El valor unitario incluye maquinaria pesada, operadores, combustible, acopio, nivelación de la subrasante limpia, herramientas menores y administración.

1.3 Instalación y compactación de la base de la celda (M3)

Definición o procedimiento

Proceso de suministro, acondicionamiento, extendido y densificación de suelo arcilloso de cantera para conformar la subrasante impermeable de soporte en el fondo de la celda. Metodología: 1) Preparación de la superficie base mediante limpieza; 2) Extendido del material en capas de espesor no mayor a 0.20 m suelto; 3) Acondicionamiento de humedad de amasado por aspersión o ventilación; 4) Compactación mecánica con rodillo vibratorio o compactador especializado. Se realizarán ensayos de densidad seca e hidrometría en laboratorio de campo conforme a las normas NTC 1504 / ASTM D1557 (Proctor Modificado), exigiendo una compactación mínima del 95% de la densidad máxima seca. La tolerancia de nivelación final será de ±10 mm.

Materiales

- Material Arcilloso de cantera, homogéneo, exento de materia orgánica, piedras >2", raíces y aristas cortantes.
- Agua limpia para humidificación homogénea del suelo durante la compactación.

Medida y forma de pago

La unidad de medida será el metro cúbico (M3) de base compactada en sitio. La cubicación se calculará por el método de secciones transversales topográficas. El pago contempla el suministro o extracción de suelo, transporte, mezcla, humedecimiento, compactación, ensayos de calidad NTC/ASTM y mano de obra.

1.4 Relleno y conformación de diques en arcilla compactada (M3)

Definición o procedimiento

Comprende la adquisición, transporte desde cantera de Arauca, trasiego interno, conformación geométrica y densificación de suelos arcillosos de baja permeabilidad ($k \le 1 \times 10^{-7}\text{ cm/s}$) para erigir los diques de contención perimetral de la celda. Procedimiento: 1) Extendido de capas sucesivas de arcilla de 0.15 m a 0.20 m de espesor; 2) Humedecimiento controlado hasta obtener un contenido de agua cercano al óptimo del ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557); 3) Compactación con rodillo pata de cabra u opcionalmente compactador vibratorio; 4) Escarificación de la cara superior de cada capa compactada previo a la colocación de la siguiente capa para evitar planos de falla. Se realizarán ensayos de permeabilidad de laboratorio (ASTM D5084) y densidad en sitio cada 250 m2 por capa.

Materiales

- Suelo arcilloso de cantera con Límite Líquido (LL) >30%, Índice de Plasticidad (IP) >15 y contenido de finos (Tamiz 200) >35%.
- Agua apta para acondicionamiento de humedad sin sales nocivas ni contaminantes orgánicos.

Medida y forma de pago

Metro cúbico (M3) de dique compactado y terminado según los alineamientos del diseño. La medida se determinará mediante levantamiento topográfico final por secciones. El costo cubre adquisición/extracción del suelo, fletes internos, cargue, humedecimiento, compactación, ensayos de permeabilidad/densidad y mano de obra.

1.5 Excavación manual en material común (M3)

Definición o procedimiento

Consiste en la excavación a mano requerida en zonas de difícil acceso para maquinaria, perfilado final de taludes, zanjas de anclaje de geosintéticos y cimentaciones de cajas de inspección. El proceso comprende: 1) Marcación previa de ejes y bordes de corte; 2) Extracción manual del suelo mediante herramienta menor; 3) Perfilado vertical y horizontal de paredes y fondos respetando las dimensiones del diseño con tolerancias de ±20 mm; 4) Retiro manual o en carretilla del material fuera del perímetro de trabajo. Se realizarán inspecciones visuales para garantizar que el fondo quede libre de pedruscos salientes o bordes filosos que puedan dañar recubrimientos posteriores.

Materiales

- Herramienta menor de excavación: palas, picos, picas, barras de acero, carretillas y baldes de acarreo.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (M3) medido en banco mediante levantamiento topográfico previo y posterior. El pago compensará la mano de obra no calificada y calificada, herramientas, extracción, perfilado de taludes o zanjas y trasiego del material hasta el sitio de apilamiento asignado.

1.6 Suministro e instalación geomembrana HDPE 60 mils (M2)

Definición o procedimiento

Comprende el suministro, transporte, almacenamiento, despliegue, soldadura por termofusión e inspección de geomembrana de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de 60 mils (1.5 mm) lisa. Metodología: 1) Inspección de la subrasante para asegurar ausencia de aristas; 2) Despliegue de paneles sin arrugas en el sentido de la máxima pendiente; 3) Uniones longitudinales mediante soldadura de doble cuña caliente con canal de prueba; 4) Remates, parches y esquinas mediante soldadura de extrusión con aporte de cordón HDPE; 5) Ejecución de pruebas no destructivas al 100% de las costuras (presión de aire en doble cuña a 30 PSI y caja de vacío en extrusión) y destructivas según norma GRI-GM19. Todo el proceso cumplirá estrictamente con la especificación GRI-GM13 bajo supervisión técnica continua.

Materiales

- Geomembrana HDPE de 60 mils (1.5 mm) de espesor, certificada bajo la norma internacional GRI-GM13.
- Cordón de aportación de HDPE compatible para extrusión manual y soldadura de accesorios.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cuadrado (M2) de geomembrana colocada y aprobada por la Interventoría. Se calculará sobre el área neta instalada, incluyendo la longitud introducida en las zanjas de anclaje, pero sin contabilizar traslapes ni desperdicios. El pago incluye suministro, fletes, personal especializado, equipos de termofusión, pruebas de laboratorio y garantía técnica.

1.7 Suministro e instalación geotextil NT 2500 (M2)

Definición o procedimiento

Consiste en el suministro e instalación de geotextil no tejido de polipropileno de alto gramaje (NT 2500), actuando como elemento amortiguador y antipunzonante sobre la geomembrana. Procedimiento: 1) Verificación visual de la geomembrana limpia; 2) Extendido manual de los rollos evitando arrugas y tensión excesiva; 3) Alineación de paneles garantizando traslapes mínimos de 0.30 m; 4) Unión continua de los paneles mediante costura mecánica de doble hilo sintético con máquina portátil o termofusión por aire caliente. No se permitirá el tránsito de equipo pesado directamente sobre el geotextil. La supervisión verificará la continuidad del manto y la integridad de las costuras.

Materiales

- Geotextil No Tejido de Polipropileno clase NT 2500, de alta resistencia al punzonamiento CBR y degradación química/UV.
- Hilo sintético de alta tenacidad (Kevlar/Poliéster) imputrescible para máquina de coser portátil.

Medida y forma de pago

Metro cuadrado (M2) de geotextil instalado. La cantidad pagada corresponderá a la superficie neta plana cubierta en obra. El valor acordado cubre el suministro del material, acopio, despliegue, costura/termofusión, desperdicios, mano de obra e imprevistos.

1.8 Filtros en tubería polipropileno de alta densidad 4" alcantarillado - Perforado (ML)

Definición o procedimiento

Comprende el suministro e instalación de tubería perforada de Polipropileno de Alta Densidad (PEAD/HDPE) de 4 pulgadas de diámetro nominal para la red primaria de recolección de lixiviados en el fondo de la celda. Metodología: 1) Trazado y alineación de los ejes de drenaje sobre la capa geotextil; 2) Perforación geométrica de los tubos según patrón de diseño si no vienen perforados de fábrica; 3) Tendido alineado respetando las pendientes de diseño hacia las cajas de inspección con tolerancia de ±5 mm; 4) Uniones herméticas entre tramos mediante soldadura por termofusión a tope o acoples mecánicos de alta resistencia. La Interventoría inspeccionará las pendientes y la alineación del conducto antes de la colocación del filtro de piedra.

Materiales

- Tubería corrugada o lisa de Polipropileno de Alta Densidad (PEAD) perforada de 4", especificación PE100 / RDE adecuado para aplastamiento por carga de residuos.

Medida y forma de pago

Metro lineal (ML) de tubería perforada instalada en el fondo del filtro. Se medirá longitudinalmente a lo largo del eje central instalado. El costo abarca el suministro de tubos, perforado, fletes, equipos de termofusión, accesorios de unión, alineamiento y mano de obra.

1.9 Red de conducción lixiviados - tubería polipropileno alta densidad 4" alcantarillado (ML)

Definición o procedimiento

Suministro e instalación de la línea de conducción no perforada (lisa) de Polipropileno de Alta Densidad de 4" para evacuar los lixiviados hacia las lagunas de tratamiento. Pasos: 1) Excavación de zanjas y colocación de cama de asiento de arena de 0.10 m de espesor; 2) Tendido de tubería verificando la pendiente hidráulica mínima del 1%; 3) Ejecución de uniones por termofusión a tope para garantizan hermeticidad total; 4) Prueba hidrostática de estanqueidad a presión controlada presenciada por la Interventoría; 5) Relleno lateral y superior con material seleccionado compactado a mano.

Materiales

- Tubería PEAD de 4" lisa no perforada, químicamente resistente a lixiviados agresivos y presión de fluido.
- Arena de peña limpia o triturado fino para conformar la cama de apoyo e hincado de la tubería.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro lineal (ML) efectivamente instalado y probado hidrostáticamente. El precio incluye tuberías, arena de apoyo, termofusión, pruebas de estanqueidad, rellenos protectores, equipos y personal técnico.

1.10 Empradización de diques (M2)

Definición o procedimiento

Protección vegetal en taludes exteriores y coronas de los diques para prevenir la erosión. Procedimiento: 1) Escarificación de la superficie del talud; 2) Suministro e incorporación de una capa de tierra negra orgánica fertilizada de 5 cm de espesor; 3) Colocación de cespedón en tapete o sembrado de estolones de grama nativa de alto enraizamiento; 4) Apisonado manual para garantizar contacto con el suelo; 5) Riego diario supervisado durante 30 días o hasta lograr una cobertura vegetal viva mínima del 90% del área tratada.

Materiales

- Material vegetal vivo: Grama trenza, Swazi o especies nativas adaptadas de alta adherencia.
- Tierra negra vegetal de capa fértil enriquecida con abono orgánico/químico de enraizamiento.
- Agua limpia para riego continuo sin contaminantes.

Medida y forma de pago

Metro cuadrado (M2) de superficie de talud efectivamente empradizada y prendida. La medición corresponderá al área inclinada tratada. Incluye preparación del suelo, tierra negra, fertilizantes, cespón/estolones, riego, mantenimiento y mano de obra.

1.11 Concreto de 1.500 psi (f'c=105 Kg/cm2) para solado (M2)

Definición o procedimiento

Comprende la preparación, vaciado y nivelación de una capa de concreto pobre de f'c = 1500 psi (10 MPa) e=5 cm en el fondo de las excavaciones para cajas de inspección y cimentaciones. Pasos: 1) Limpieza y compactación del suelo de fundación; 2) Colocación de maestras de nivelación; 3) Vaciado del concreto de baja resistencia; 4) Afinado de la superficie superior mediante llana de madera. Tolerancia de espesor: ±5 mm. Resistencia comprobada a los 28 días conforme a NTC 673.

Materiales

- Cemento Portland Tipo I que cumpla con la norma NTC 121 / ASTM C150.
- Agregados fino (arena limpia) y grueso (triturado máximo 3/4") libres de orgánicos según NTC 174.
- Agua limpia y potable para mezcla y curado.

Medida y forma de pago

Metro cuadrado (M2) de solado en concreto de f'c = 1500 psi vaciado con el espesor de diseño. Incluye materiales, mezcla, transporte interno, vaciado, afinado, curado húmedo y mano de obra.

1.12 Caja de llegada en concreto de 3000 psi reforzado e impermeabilizado de 0,80 m x 0,80 m e=0,10 m (Inc. Lámina Alfajor cal. 3/16" 0,70 m x 0,70 m corrugada válvula de compuerta latón 4") (UN)

Definición o procedimiento

Construcción integral de cajas de inspección y control de lixiviados de 0.80 m x 0.80 m interiores, espesor e=0.10 m en concreto reforzado de f'c = 3000 psi e impermeabilizado. Metodología: 1) Excavación y solado de soporte; 2) Armado de malla/acero de refuerzo figurado según diseño; 3) Montaje de formaletas con aplicación de desmoldante; 4) Vaciado de concreto mezclado con aditivo impermeabilizante integral de masa; 5) Vibrado mecánico; 6) Confección de cañuelas pulidas en el fondo; 7) Instalación de válvula de compuerta en latón de 4"; 8) Suministro y colocación de tapa en lámina alfajor de 3/16" con marco angular pintado. Resistencia probada por cilindros (NTC 673) y estanqueidad probada por llenado de agua durante 24 horas.

Materiales

- Concreto de f'c = 3000 psi (21 MPa) y acero de refuerzo figurado fy = 4200 kg/cm2.
- Aditivo impermeabilizante integral hidrófugo de masa para concreto.
- Lámina alfajor de 3/16" de 0.70 m x 0.70 m con marco y contramarco en ángulo estructural anticorrosivo/esmalte.
- Válvula de compuerta en latón de 4" para trabajo pesado y roscas/bridas de empalme.

Medida y forma de pago

Unidad (UN) de caja completamente terminada, equipada y probada a satisfacción de la Interventoría. Incluye excavación, solado, concreto, acero, impermeabilizante, válvula de 4", tapa en lámina alfajor, acabados y pruebas de estanqueidad.

1.13 Cunetas en concreto de 3000 psi reforzado de 0,40 m x 0,30 m e=0,10 m (ML)

Definición o procedimiento

Construcción de cunetas perimetrales en concreto reforzado de f'c = 3000 psi de sección interior 0.40 m x 0.30 m y e=0.10 m. Pasos: 1) Excavación y nivelación de la zanja sobre solado pobre; 2) Armado de acero/malla de refuerzo; 3) Colocación de formaletas laterales; 4) Vaciado y vibrado de

concreto; 5) Escobillado/afinado de la superficie; 6) Corte e inducción de juntas de dilatación transversales cada 3.0 m selladas con elastómero de poliuretano. Control de resistencia mediante ensayos de cilindros a 28 días (NTC 673).

Materiales

- Concreto de f'c = 3000 psi (21 MPa) preparado con agregados clasificados.
- Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 o malla electrosoldada según diseño estructural.
- Sellador de juntas elástico a base de poliuretano y formaletas metálicas o de madera.

Medida y forma de pago

Metro lineal (ML) de cuneta terminada y curada. La medición se hará sobre el eje longitudinal. El pago incluye excavación, concreto, refuerzo, encofrados, juntas, sellado, curado y mano de obra completa.

1.14 Cunetas en concreto de 3000 psi reforzado de 0,60 m x 0,40 m e=0,10 m (ML)

Definición o procedimiento

Construcción de cunetas de mayor capacidad en concreto de f'c = 3000 psi, dimensiones interiores 0.60 m x 0.40 m y e=0.10 m. Pasos: 1) Perfilado del terreno y solado de limpieza; 2) Instalación de acero de refuerzo o malla electrosoldada; 3) Formaleteado; 4) Vaciado de concreto hidráulico vibrado mecánicamente; 5) Acabado afilar y paleteado; 6) Sellado hermético de juntas de dilatación cada 3.0 m con cordón elástico poliuretánico. Ensayos de laboratorio requeridos para resistencia del concreto a 7 y 28 días (NTC 673).

Materiales

- Concreto hidráulico de f'c = 3000 psi (21 MPa).
- Acero de refuerzo figurado fy = 4200 kg/cm2 o malla electrosoldada equivalente.
- Sellador elastomérico de poliuretano, cordón de respaldo (Backer Rod) y formaletería.

Medida y forma de pago

Metro lineal (ML) de cuneta de 0.60 m x 0.40 m terminada y recibida a satisfacción. Incluye excavación previa, concreto, acero, formaletas, corte/sellado de juntas, curado y mano de obra.

1.15 Canal bajante en concreto 3000 PSI reforzado de 0,60 m x 0,40 m e=0,10 m (ML)

Definición o procedimiento

Construcción de canal bajante sobre talud exterior en concreto reforzado de f'c = 3000 psi, de dimensiones interiores 0.60 m x 0.40 m y e=0.10 m. Metodología: 1) Conformación y perfilado del canal sobre el talud del dique; 2) Excavación de dientes de anclaje empotrados en el suelo cada 4.0 m para impedir deslizamientos; 3) Armado del acero de refuerzo con amarras a los dientes de anclaje; 4) Vaciado de concreto con formaleta superior para pendientes pronunciadas; 5) Curado

húmedo. Control de calidad: verificación de resistencia del concreto (NTC 673) y adherencia de los anclajes al terreno.

Materiales

- Concreto de f'c = 3000 psi (21 MPa) diseñado para vertido en pendiente.
- Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 figurado para cuerpo de canal y dientes de anclaje.
- Formaletas especiales con traba para vertido en talud y memabranas de curado químico.

Medida y forma de pago

Metro lineal (ML) de canal bajante construido y anclado sobre el talud. El valor cubre conformación del terreno, dientes de anclaje, acero, concreto, encofrado en pendiente, curado y mano de obra completa.

2. CHIMENEAS

2.1 Tubería PVC alcantarillado corrugado 4" perforada manejo de gases (ML)

Definición o procedimiento

Suministro e instalación de tubería de PVC alcantarillado corrugado perforado de 4" de diámetro para conformar el eje de evacuación vertical de biogás en la celda. Procedimiento: 1) Fijación del primer tramo vertical al dado de cimentación; 2) Perforación alternada del tubo según diseño; 3) Uniones mecánicas con soldadura líquida de alta viscosidad a medida que se eleva la capa de basura; 4) Verificación de la verticalidad y aplomado mediante plomada topográfica. Tolerancia vertical: máximo 1% de desviación respecto al eje perpendicular.

Materiales

- Tubería PVC Alcantarillado Corrugado de 4" perforada de alto impacto y rigidez anular.
- Limpiador removedor y limpiador/soldadura líquida de PVC pesada.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro lineal (ML) de tubería vertical instalada y aplomada dentro de la estructura de la chimenea. El pago incluye suministro de tubería, limpiadores, soldaduras, perforado, aplomado, herramientas y mano de obra.

2.2 Dado en concreto de 3000 psi cimentación chimeneas (0,6 x 0,6) m (UN)

Definición o procedimiento

Construcción del dado masivo de cimentación en concreto de f'c = 3000 psi (21 MPa) de dimensiones 0.60 m x 0.60 m x 0.30 m para soporte de chimeneas. Metodología: 1) Excavación manual y colocación de solado de limpieza; 2) Armado y figurado de la parrilla de refuerzo según planos de detalle; 3) Encofrado de madera con desmoldante; 4) Colocación e hincado del tramo inicial de tubería y parantes metálicos; 5) Vaciado de concreto con vibrado mecánico para evitar hormigueros;

6) Curado húmedo por 7 días. Resistencia verificada mediante ensayo a compresión de cilindros de concreto a 28 días conforme a la norma NTC 673 / ASTM C39.

Materiales

- Concreto preparado en obra o comercial de f'c = 3000 psi (21 MPa).
- Acero de refuerzo figurado fy = 4200 kg/cm2 según planos estructurales.
- Formaletas de madera, desmoldante y aditivos de vaciado/curado.

Medida y forma de pago

Unidad (UN) de dado de cimentación construido. El valor contempla excavación, solado, acero de refuerzo, encofrado, vaciado, vibrado, curado, ensayos de laboratorio a compresión y mano de obra completa.

2.3 Malla alambre triple torsión Cal. 12 (M2)

Definición o procedimiento

Suministro e instalación de malla de alambre galvanizado de triple torsión calibre 12 para formar la jaula exterior cilíndrica de la chimenea. Procedimiento: 1) Trazado y corte de la malla según el diámetro cilíndrico de diseño; 2) Envolvente exterior fija a los tubos o parantes de acero cuadrados; 3) Amarre continuo y costura de solapes mediante alambre galvanizado calibre 16 cada 0.15 m para evitar aperturas por la presión ejercida por la piedra bola de relleno. La supervisión comprobará la tensión y firmeza de la jaula.

Materiales

- Malla galvanizada de triple torsión calibre 12, con revestimiento anticorrosivo de cincado pesado.
- Alambre de amarre galvanizado calibre 16 para costuras continuas.

Medida y forma de pago

Metro cuadrado (M2) de malla instalada en la envoltura exterior. Se medirá el área lateral cilíndrica desarrollada. Incluye el suministro de malla, alambre de amarre, cortes, tensionado, fijación a la estructura y mano de obra.

2.4 Piedra Bola 4" (M3)

Definición o procedimiento

Suministro y acomodo de piedra bola seleccionada de diámetro 4" (3" a 6") en el interior de la jaula cilíndrica de la chimenea. Metodología: 1) Lavado y selección de la piedra eliminando finos o arcillas adheridas; 2) Colocación cuidadosa por capas manuales o mediante baldes alrededor del tubo central de PVC; 3) Acomodo denso para garantizar la máxima permeabilidad al gas biogás e impedir la colmatación por residuos sólidos. La Interventoría inspeccionará la limpieza del agregado previo a su vaciado.

Materiales

- Piedra bola o canto rodado limpio, duro e inalterable, graduado entre 3" y 6" de diámetro.

Medida y forma de pago

Metro Cúbico (M3) de piedra bola colocada dentro del cilindro. La medición se obtendrá por cálculo del volumen geométrico del cuerpo cilíndrico relleno. Incluye adquisición, selección, lavado, acarreo, acomodación manual y herramientas menores.

2.5 Cono de reducción para chimenea en acero inoxidable según diseño (UN)

Definición o procedimiento

Suministro, fabricación e instalación de cono de reducción superior en acero inoxidable para acelerar el flujo saliente de biogás. Pasos: 1) Fabricación en taller especializado con lámina de acero inoxidable según planos de detalle; 2) Montaje y acople hermético en el remate del tubo vertical de evacuación; 3) Ajuste mecánico mediante abrazaderas inoxidables reforzadas. Tolerancias dimensionales en fabricación de ±2 mm.

Materiales

- Cono de reducción en lámina de acero inoxidable AISI 304 o 316 de 1.5 mm de espesor.
- Abrazaderas, pernos y empaques de fijación en acero inoxidable.

Medida y forma de pago

Unidad (UN) de cono instalado y montado en la cúspide de la chimenea. El pago incluye fabricación, suministro, fletes, montaje, elementos de acople y herramientas de fijación.

2.6 Tubo en acero cuadrado cal. 2,5 mm según diseño incluye anticorrosivo y pintura (ML)

Definición o procedimiento

Suministro, corte, soldadura, tratamiento anticorrosivo, pintura de acabado y montaje de tubos de acero estructural cuadrado cal. 2.5 mm para soporte de chimeneas. Metodología: 1) Corte y armado del esqueleto metálico conforme a planos; 2) Soldadura eléctrica continua con electrodo E-6013 o E-7018; 3) Limpieza superficial con grata metálica o chorro de arena (SSP-SP6); 4) Aplicación de dos (2) manos de imprimación anticorrosiva epóxica (3 mils de espesor seco); 5) Aplicación de dos (2) manos de esmalte sintético para intemperie. La Interventoría inspeccionará el espesor de película de pintura con medidor magnético.

Materiales

- Perfil de acero estructural de sección cuadrada en calibre 2.5 mm según especificación ASTM A500.
- Electrodos para soldadura E-6013 / E-7018 y consumibles de corte/pulido.
- Pintura anticorrosiva epóxica de alta adherencia y rendimiento.

- Pintura de acabado tipo esmalte sintético para intemperie en color institucional.

Medida y forma de pago

Metro lineal (ML) de tubo cuadrado instalado. La medida corresponde a la longitud real cortada e integrada a la estructura. Incluye suministro del perfil, soldaduras, limpieza, aplicación de anticorrosivo y pintura esmalte, equipos y mano de obra.

2.7 Quemadores para chimeneas (UN)

Definición o procedimiento

Suministro, ensamble e instalación del conjunto quemador pasivo / manual de biogás en la cúspide de la chimenea. Procedimiento: 1) Ensamble en taller de la bandeja de ignición, cortafuegos y venturi; 2) Montaje sobre la boca superior de la estructura de la chimenea; 3) Ajuste con pernos y sellado de uniones para garantizar estanqueidad y resistencia a ráfagas de viento. Se realizará una prueba funcional de encendido manual e ignición en presencia de la Interventoría.

Materiales

- Conjunto quemador con elementos en acero inoxidable o acero al carbón con recubrimiento cerámico para alta temperatura.
- Accesorios de acople, trampas de condensados, tornillería y selladores térmicos.

Medida y forma de pago

Unidad (UND) de quemador instalado y probado operacionalmente. El valor cubre suministro, fletes, ensamblado, fijación, pruebas de encendido y mano de obra calificada.

CAPÍTULO 3. LAGUNAS DE LIXIVIADOS

3.1 PRELIMINARES

3.1.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO (M2)

Definición o procedimiento

Demarcación, trazado y nivelación topográfica del vaso y diques de las lagunas de lixiviados. Pasos: 1) Ubicación de vértices con GPS diferencial e integración a la red IGAC; 2) Trazado de bordes de excavación, pendientes de fondo e inclinación de taludes; 3) Colocación de mojoneras de concreto fijas de referencia exterior. Tolerancia en nivelación: ±5 mm. La Interventoría revisará y firmará el acta de replanteo previo a la excavación.

Materiales

- Estacas de madera, tablas de referencia, pintura de esmalte visibilidad industrial, puntillas y concreto para mojoneras.

Medida y forma de pago

Metro Cuadrado (M2) de área de lagunas replanteada en proyección horizontal. El precio abarca equipos topográficos, comisiones de personal técnico, materiales de trazado, mojoneras y supervisión.

3.1.2 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL COMUN ENTRE 0-2 M. DE PROFUNDIDAD (M3)

Definición o procedimiento

Excavación ejecutada a mano en profundidades de 0 a 2 metros para conformar el vaso interior, trincheras de anclaje y taludes de lagunas. Procedimiento: 1) Marcado de líneas de excavación; 2) Extracción del suelo con herramienta menor evitando alterar la base de cimentación; 3) Perfilado manual fino de paredes laterales y fondo con tolerancia de ±15 mm; 4) Retiro del material sobrante hacia la zona de apilamiento. Se verificará que no queden raíces ni salientes cortantes.

Materiales

- Herramientas menores de excavación manual (palas, picos, barras, carretillas).

Medida y forma de pago

Metro Cúbico (M3) de material excavado en banco medido topográficamente por secciones. Incluye mano de obra, herramientas, excavación, perfilado de taludes y traslado interno del suelo.

3.1.3 INSTALACION Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO CON VIBROCOMPACTADOR TIPO RANA (M3)

Definición o procedimiento

Comprende a la adquisición de a material arcilloso de cantera, transporte, compactación mediante vibrocompactador de placa accionada mecánicamente (tipo rana) en áreas reducidas o de difícil acceso del fondo y taludes de lagunas. Metodología: 1) Extendido del suelo en capas de 0.10 m a 0.15 m; 2) Ajuste del contenido de agua mediante aspersión; 3) Pasadas sucesivas del vibrocompactador hasta alcanzar el 95% de la densidad Proctor Modificado (ASTM D1557). Control de calidad: ensayos de densidad en sitio mediante cono de arena o densímetro nuclear conforme a NTC 1667 / ASTM D6938.

Materiales

- Arcilloso de Cantera, incluye transporte sin elementos punzantes y agua para humidificación.

Medida y forma de pago

Metro Cúbico (M3) de suelo compactado en sitio. La medida se calculará por cubicación topográfica o volumétrica aprobada. Incluye uso de vibrocompactador, combustible, humedecimiento, ensayos de densidad NTC/ASTM y mano de obra.

3.1.4 CONFORMACION DIQUES EN ARCILLA COMPACTADA (M3)

Definición o procedimiento

Construcción de los diques perimetrales de las lagunas utilizando arcilla de cantera. Procedimiento: 1) Extendido de capas delgadas de 0.15 m a 0.20 m de espesor; 2) Homogenización y humedecimiento del suelo al óptimo del Proctor Modificado; 3) Densificación con rodillo mecánico o pata de cabra al 95% del Proctor Modificado (ASTM D1557); 4) Escarificación superficial entre capas para sellado intercapa. Control de impermeabilidad mediante ensayos de laboratorio ASTM D5084 y control de densidad en campo cada 200 m2.

Materiales

- Arcilla de cantera (incluye transporte) seleccionada con Límite Líquido >30% e Índice de Plasticidad >15, libre de materia orgánica.

Medida y forma de pago

Metro Cúbico (M3) de dique de arcilla compactado y perfilado según diseño. La medición se hará por levantamiento topográfico final por secciones. Incluye extracción/suministro de arcilla, acopio, mezcla, humedecimiento, compactación, ensayos de calidad y mano de obra.

3.1.5 CUNETAS EN CONCRETO DE 3000 PSI REFORZADO DE 0,40 M X 0,30 M E=0,10 M (ML)

Definición o procedimiento

Construcción de cunetas perimetrales en las lagunas de lixiviados echas en concreto de f'c = 3000 psi, dimensiones 0.40 m x 0.30 m y e=0.10 m. tal como se señala en los planos y en las memorias de cantidades; Pasos: 1) Excavación manual y solado pobre; 2) Colocación de malla electrosoldada o varillas de refuerzo; 3) Vaciado de concreto hidráulico con vibrado; 4) Afinado de la sección; 5) Inducción y sellado elástico de juntas de dilatación cada 3.0 m con poliuretano. Control de calidad: muestras de resistencia a la compresión a 28 días (NTC 673).

Materiales

- Concreto hidráulico f'c = 3000 psi (21 MPa), acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 y sellador de juntas de poliuretano.

Medida y forma de pago

Metro Lineal (ML) de cuneta terminada. Se medirá a lo largo del eje del canal. El pago contempla excavación, solado, concreto, acero, formaletas, corte/sellado de juntas, curado y mano de obra.

3.2 SUMINISTRO E INSTALACION

3.2.1 GEOTEXTIL NT2500-INCLUYE INSTALACION (M2)

Definición o procedimiento

Refiere al suministro e instalación de manto de geotextil no tejido NT 2500 en el vaso, paredes, dique y hasta el área de material de sub-base de las lagunas de lixiviados. Metodología: 1) Limpieza fina del terreno base; 2) Despliegue manual de rollos garantizando traslapes de 0.30 m en favor de la pendiente; 3) Unión continua de paneles mediante costura con hilo sintético o termofusión por aire caliente. Supervisión: verificación visual del 100% de costuras y ausencia de arrugas o zonas bajo tensión antes de colocar recubrimientos sintéticos.

Materiales

- Geotextil No Tejido de Polipropileno NT 2500 e hilo sintético imputrescible para costura mecánica.

Medida y forma de pago

Metro Cuadrado (M2) de geotextil instalado. La cantidad corresponde a la superficie neta plana cubierta en obra. Incluye suministro, fletes, acopio, despliegue, costuras, desperdicios y mano de obra.

3.2.2 S.T.C de geomembrana 40 mils. La geomembrana se deberá instalar termofundida y se realiza esta actividad en presencia de la interventoría para la verificación de la total impermeabilidad de la zona. (M2)

Definición o procedimiento

Comprende el suministro, transporte e instalación del complejo impermeabilizante compuesto por geomembrana HDPE de 40 mils (1.0 mm). Procedimiento: 1) Despliegue de los paneles de geomembrana HDPE de 40 mils; 3) Termofusión continua por doble cuña caliente de los paneles en presencia obligatoria de la Interventoría; 4) Ejecución de pruebas no destructivas (presión de aire a 30 PSI en canal de prueba y caja de vacío en extrusión) y destructivas según GRI-GM19/GRI-GM13; 5) Anclaje perimetral del complejo en la trinchera de coronación (área donde va a ser aplicada la sub-base). Certificación obligatoria del 100% de la zona impermeabilizada mediante acta firmada y aprobación por parte de la interventoría.

Materiales

- Geomembrana HDPE de 40 mils (1.0 mm) especificación GRI-GM13 y cordón de aportación HDPE para extrusión.

Medida y forma de pago

Metro Cuadrado (M2) de complejo impermeabilizante instalado y certificado. Se medirá el área neta de superficie cubierta, incluyendo la porción en zanja de anclaje. El pago cubre suministro de

geomembrana 40 mils, fletes, equipos de termofusión, ensayos destructivos/no destructivos, personal especializado e imprevistos.

3.3 RELLENO

3.3.1 SUBBASE GRANULAR PARA ZAJAS- INCLUYE INSTALADA Y COMPACTACION (M3)

Definición o procedimiento

Refiere al suministro, acarreo, extendido, homogenización y compactación mecánica de material de subbase granular SBG - I O SBG-2 CARA FRACTURADA-(0-2 PULG.) sobre las áreas seleccionadas de soporte en las lagunas. Pasos: 1) Extendido en capas horizontales no mayores a 0.15 m de espesor suelto; 2) Humedecimiento u oreado según el óptimo del Proctor Modificado; 3) Compactación con vibrocompactador tipo Rana hasta alcanzar el 100% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557). Control de calidad: verificación de densidad en sitio mediante cono de arena (NTC 1667 / ASTM D1556) y ensayos de granulometría (NTC 77).

Materiales

- Material de subbase granular SBG - I O SBG-2 CARA FRACTURADA-(0-2 PULG.) clasificado que cumpla con gradación e índice de soporte CBR >80% según NTC 2221.

Medida y forma de pago

Metro Cúbico (M3) de subbase granular colocada y compactada en sitio. La medición se hará por levantamiento topográfico por secciones. Incluye adquisición, fletes, humedecimiento, compactación, ensayos de densidad/granulometría NTC/ASTM y mano de obra.

3.4. Cubierta

3.4.1. DESMONTE DE CUBIERTA EXISTENTE

Definición o procedimiento

Comprende el desmonte y retiro de las láminas de cubierta existentes en la Laguna de Lixiviados No. 01, incluyendo las labores de desatornillado, liberación de elementos de fijación y desmontaje cuidadoso de cada uno de los componentes, procurando no ocasionar daños en la estructura metálica o elementos de soporte que serán conservados y reutilizados para la instalación de la nueva cubierta. El procedimiento contempla: 1) Inspección previa de las condiciones de la cubierta y de los elementos de soporte; 2) Delimitación y señalización del área de trabajo, implementación de medidas de seguridad y protección contra caídas; 3) Retiro progresivo y controlado de las láminas existentes, accesorios y elementos de fijación; 4) Descenso seguro de los materiales desmontados, evitando su caída o dispersión dentro de la laguna; 5) Clasificación, acopio y disposición de los residuos generados en los sitios autorizados por la Entidad. Una vez finalizado el desmonte, se deberá realizar la limpieza del área intervenida y verificar el estado de la estructura de soporte, informando a la Interventoría cualquier deterioro, deformación o condición que pueda afectar la instalación de la nueva cubierta.

Materiales

- Herramientas menores para desmontaje (destornilladores, llaves, alicates, palancas y demás elementos necesarios).
- Elementos de protección personal y sistemas de protección contra caídas, conforme a la normativa vigente de seguridad y salud en el trabajo.
- Elementos de señalización, delimitación y protección del área de intervención.

Medida y forma de pago

Metro Cuadrado (M2) de cubierta existente efectivamente desmontada, medida sobre la superficie inclinada o desarrollada de la cubierta y recibida a satisfacción por la Interventoría. El precio incluye mano de obra, herramientas, equipos de acceso y protección, desmonte cuidadoso de las láminas, retiro de elementos de fijación, descenso, clasificación, acopio, transporte interno y disposición de los residuos generados, así como todas las actividades necesarias para entregar el área despejada y en condiciones adecuadas para la instalación de la nueva cubierta.

3.4.2. CUBIERTA EN LAMINA POLICARBONATO ALVEOLAR COLOR GRIS HUMO INCLUYE ACCESORIOS E INSTALACION

Definición o procedimiento

Comprende el suministro, transporte e instalación de cubierta en lámina de policarbonato alveolar color gris humo, para la reposición de la cubierta de la Laguna de Lixiviados No. 01, sobre la estructura de soporte existente previamente inspeccionada y aprobada por la Interventoría. Las láminas deberán ser nuevas, de calidad comercial certificada, resistentes a la intemperie, a la radiación ultravioleta y a las condiciones ambientales propias del lugar de instalación, garantizando adecuada protección y durabilidad. El procedimiento contempla: 1) Verificación de las dimensiones, pendientes, alineamientos y condiciones de la estructura de soporte existente; 2) Suministro y disposición de las láminas de policarbonato alveolar color gris humo, con espesor y características técnicas acordes con las condiciones de instalación y las recomendaciones del fabricante; 3) Corte y adecuación de las láminas de acuerdo con las dimensiones requeridas, procurando mantener la continuidad de los canales alveolares y evitando daños en el material; 4) Instalación de perfiles de unión, perfiles de cierre, cintas de sellado y demás accesorios compatibles con el sistema de cubierta; 5) Fijación de las láminas mediante tornillería con arandelas de estanqueidad y elementos de sujeción adecuados, respetando las dilataciones térmicas y las recomendaciones del fabricante; 6) Ejecución de remates, sellos y encuentros necesarios para evitar filtraciones de agua y garantizar la estabilidad del conjunto; 7) Limpieza de la superficie instalada y retiro de los residuos generados durante la actividad. La instalación deberá garantizar la correcta disposición de las láminas, el sentido de los alveolos, la evacuación de aguas lluvias y la hermeticidad de las uniones. La Interventoría verificará la calidad de los materiales, los accesorios utilizados, la correcta instalación y el acabado final de la cubierta.

Materiales

- Lámina de policarbonato alveolar color gris humo, con protección contra radiación ultravioleta (UV), espesor y características técnicas de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las

condiciones de diseño.

- Perfiles de unión y perfiles de remate compatibles con el sistema de policarbonato.
- Cintas de sellado impermeables y transpirables, según la ubicación de los extremos de los alveolos.
- Tornillería galvanizada o inoxidable con arandelas de neopreno o EPDM para garantizar la estanqueidad de las fijaciones.
- Sellante de silicona neutra compatible con policarbonato.
- Demás accesorios y elementos complementarios requeridos para garantizar la correcta instalación y funcionamiento del sistema de cubierta.

Medida y forma de pago

Metro Cuadrado (M2) de cubierta en lámina de policarbonato alveolar color gris humo, debidamente suministrada e instalada, medida sobre la superficie inclinada o desarrollada de la cubierta y recibida a satisfacción por la Interventoría. El precio incluye suministro de láminas, transporte, almacenamiento, cortes, desperdicios, perfiles de unión y remate, cintas de sellado, tornillería, arandelas, sellantes, herramientas, equipos, mano de obra, instalación, ajustes y todas las actividades necesarias para entregar la cubierta completamente terminada, estable y libre de filtraciones

ING. JULIO CESAR DELGADO ALARCON
SECRETARIO DE PLANEACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DE CRAVO NORTE

Revisó y Aprobó: ing. Julio Cesar Delgado Alarcon
Secretario de Planeación y Obras Publicas

Proyectó y digitó: Santiago Andrés Mujica Cabarte
Profesional de Apoyo SPOP CPS 141-2026