ANEXO TÉCNICO

EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN PARA LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEA EN ZONAS PRIORIZADAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Calle 24 #51-40, Bogotá
Capital Tower- Piso 7 y 11
Código Postal: 111321- Tel 601 795 44 80
contactenos@epc.com.co
www.epc.com.co
@EPCUNDI

1. OBJETIVO

Realizar la **EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN PARA LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEA EN ZONAS PRIORIZADAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ**

2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS

En los casos no contemplados explícitamente en estas especificaciones, el contratista y la Interventoría aplicarán las normativas establecidas en los códigos y recomendaciones pertinentes. Dichos estándares se formulan para mantener registros y determinar si el trabajo realizado está o no, en conformidad con los requerimientos e intenciones de este manifiesto de trabajo/especificaciones.

a) Bajo la solicitud del CONTRATANTE, el CONTRATISTA deberá suministrar evidencia satisfactoria tal como documentación de facturas, certificaciones de fabricantes y/o documentación de garantía indicando que todos los materiales a ser suministrados en el desarrollo del trabajo especificado son nuevos y de que todos los equipos a ser usados se encuentran en buen estado de funcionamiento.

b) El CONTRATISTA no podrá, sin aprobación del CONTRATANTE, exhibir o permitir que sea exhibido cualquier tipo de anuncio en el sitio de los trabajos temporales. Todos los avisos en el sitio estarán sujetos a la aprobación del CONTRATANTE antes de que sean montados.

c) Elaborar y presentar facturas con desglose detallado de IVA, ICA, retención en la fuente y amortización de anticipo (si aplica), incluyendo soportes de pagos salariales y certificación de paz laboral, para su revisión por la interventoría antes de cada corte de pago.

d) Presentar solicitudes de modificatorios contractuales (ampliaciones de plazo, adiciones presupuestales) con justificación técnica, estudio de mercado actualizado y análisis de impacto financiero, para su aprobación conjunta por la interventoría y el contratante.

e) Mantener actualizado y disponible en sitio el cuadernillo legal que incluya: copia del contrato firmado, actas de inicio, suspensiones, recibos parciales, liquidaciones, y certificaciones de paz y salvo laboral, para inspección permanente de la interventoría.

f) Elaborar informes trimestrales de balance financiero que contrasten el presupuesto original vs. ejecutado, identificando variaciones mayores al 5% con análisis de causas y planes de ajuste, para validación de la interventoría.

g) Notificar por escrito a la interventoría cualquier evento de fuerza mayor o caso fortuito dentro de las 48 horas de ocurrido, adjuntando pruebas documentales (fotos, informes técnicos, actas de autoridad competente) para iniciar trámite de modificación contractual.

h) Presentar la propuesta de liquidación contractual con desglose de valores ejecutados, saldos pendientes y justificación de costos no previstos, acompañada de paz y salvo laboral y certificación de revisor fiscal, para aprobación de la interventoría.

DESEMPEÑO DE COMPONENTES PRINCIPALES

a) El desempeño de los equipos de perforación y equipos auxiliares deberá ser suficiente para realizar las operaciones de perforación como se específica en este documento.
b) Los compresores de aire utilizados serán dimensionados adecuadamente para los requerimientos de trabajo.
c) Cualquier equipo de manejo de lodo u otro fluido de perforación tendrán clasificaciones y capacidades documentadas adecuadas para la terminación de los trabajos. Se podrá solicitar la documentación en cualquier momento durante el periodo entre, la firma del contrato y la terminación del contrato.
d) El rendimiento del equipo para la prueba de bombeo deberá ser suficiente para llevar a cabo las pruebas de acuerdo con los objetivos del proyecto, es decir, para suplir el agua adicional necesaria para abastecer la empresa de acueducto del municipio.
e) Se podrá requerir una foto digital de cualquier detalle de un componente principal en cualquier momento después de la firma del contrato y hasta el inicio de operaciones en campo.
f) Bajo pedido del CONTRATANTE a través de la INTERVENTORIA, el CONTRATISTA deberá proveer documentación técnica (ficha técnica del producto, manual de operación, certificado de calibración y otros) acerca del equipo principal propuesto o usado en sitio durante la implementación, a satisfacción del CONTRATANTE. Dicha información deberá ser suministrada sin demoras y puede ser solicitada en cualquier momento entre la firma del contrato y la finalización del trabajo.

g) Realizar el plan de mantenimiento de equipos.

3. SALUD Y SEGURIDAD

SALUD Y SEGURIDAD

a) El CONTRATISTA deberá ser responsable por la seguridad de todo su personal trabajando en el sitio de perforación.

b) El CONTRATISTA deberá proveer los siguientes ítems de equipo de seguridad para su personal y uso por parte del contratante o sus agentes.
   - Una caja completa de primeros auxilios
   - Una instalación de sanitario portátil

c) El contratista deberá proveer condiciones de sitio apropiadas y adecuadas respecto a la recolección de basuras, higiene y disposición de aguas residuales, para sus trabajadores y empleados del sitio en todo momento.

d) Realizar las afiliaciones y pagos oportunos de todo su personal al Sistema General de Seguridad Social Integral (salud, pensiones, ARL, etc.), y presentar las constancias de pago mensuales a la interventoría para su validación.

e) Emitir y entregar a la interventoría la certificación del revisor fiscal/contador público y representante legal que acredite el paz y salvo por pagos al sistema de seguridad social y salarios, incluyendo el número de trabajadores y periodos laborados.

f) Proveer EPP certificados y en buen estado a todos los trabajadores, garantizar su uso correcto durante las actividades, y documentar su entrega y mantenimiento para revisión de la interventoría.

g) Notificar dentro de las 24 horas a la EPS y ARL cualquier accidente o incidente de trabajo, y enviar copia del reporte a la interventoría con detalles del hecho y medidas correctivas implementadas.

h) Ejecutar y mantener actualizado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), incluyendo la identificación de riesgos, planes de emergencia y capacitaciones, y entregar evidencia documental a la interventoría.

i) Realizar inducciones, reinducciones y capacitaciones obligatorias en SST a todo el personal, con énfasis en normas de perforación, manejo de equipos y emergencias, y presentar registros de asistencia y contenidos a la interventoría.

j) Realizar inspecciones diarias o semanales a equipos de perforación, maquinaria y áreas de trabajo, documentar hallazgos y acciones correctivas, y entregar reportes semanales a la interventoría.

k) Establecer y socializar un plan de emergencias específico para actividades de perforación (incendios, derrumbes, fugas).

l) Elaborar informes técnicos detallados de accidentes o incidentes, incluyendo causas raíz, personas afectadas y planes de corrección, y presentarlos a la interventoría en un plazo máximo de 48 horas.

SEGURO

a) El CONTRATISTA deberá proveer todo el aseguramiento necesario para los trabajos.

CONTROL DEL TRÁFICO

a) Se podrá requerir el control de tráfico periódicamente en algunas ubicaciones de la obra, durante la preparación del sitio y movilización/desmovilización hacía/desde los sitios de perforación. El control de tráfico deberá consistir en señales, conos de tráfico y una persona para dirigir el tráfico necesario y de ser necesario coordinar con la autoridad local.

NORMAS

a) Todos los trabajos deberán ser llevados a cabo, construidos, fabricados, probados, reinstalados en conformidad con estándares reconocidos internacionalmente, códigos de prácticas, o regulaciones que sean aplicables para esa parte de los trabajos.
b) Los siguientes estándares forman parte de estas especificaciones técnicas. Por esta razón, el CONTRATISTA debe confirmar las siguientes normas a los cuales se ceñirá:

- Reglamento técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Resolución 330 de 2017.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5539 Pozos Profundos de Agua.
- American Water Works Association (AWWA) Standard A100-97
- Test pumping – BS ISO 14686:2003
- Steel casing – API 5CT
- Stainless steel screen and casing – DIN 4920/4922

El CONTRATISTA deberá demostrar a satisfacción del CONTRATANTE la equivalencia o superioridad de cualquier ítem de la planta suministrado, a estos estándares o equivalentes.

MATERIALES Y PRODUCTOS

a) Bajo petición del contratante, lo siguiente será entregado por el contratista como parte de su oferta:
   - Una lista de materiales de construcción y suministros (incluyendo el nombre del fabricante, información técnica disponible) que confirme el cumplimiento con los materiales descritos en estas especificaciones. La lista de suministros y materiales incluye, pero no necesariamente está limitada a lo siguiente:

- Cubierta de pozo.
- Pantallas del pozo.
- Productos de geofiltro.
- Cemento
- Cubierta protectora y tapas del pozo.
- Pellets de bentonita, chips
- Cesta de cementación o similar

- Nombre de la marca y detalles de cualquier lubricante o compuestos para rosca usados en las barras de perforación, acoples temporales u otro equipo para pozo. Tales materiales deberán ser aprobados previamente al inicio del trabajo de campo por el CONTRATANTE. Todos los lubricantes deberán ser libres de hidrocarburos.

SEGURIDAD

a) El CONTRATISTA deberá ser responsable de asegurar todos los equipos y materiales mientras se encuentran en cada sitio. El CONTRATISTA también será responsable por la seguridad de todos los materiales apilados y equipo en el área de soporte del proyecto. EL CONTRATANTE no será responsable por ningún material o equipo del CONTRATISTA que sea objeto de actos de vandalismo, que sea robado, o que de cualquier forma resulte no apto para el uso en este proyecto.

b) Constituir y mantener vigente la garantía única de cumplimiento con los amparos requeridos (cumplimiento, estabilidad de obra, responsabilidad civil), presentando copia certificada de la póliza anexa a la interventoría dentro de los 5 días hábiles posteriores a la suscripción del contrato.

SUMINISTRO DE ENERGÍA Y AGUA

a) El CONTRATISTA deberá hacer todos los arreglos necesarios para el suministro de energía eléctrica y la captación de agua, que serán requeridos para la implementación de los trabajos. El costo de proveer suministros de energía eléctrica y captar el agua para todos los propósitos de perforación, deberá ser cubierto por el CONTRATISTA.

REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA EN SITIO.

a) El CONTRATISTA deberá mantener presencia en sitio de al menos un empleado senior de supervisión autorizado, quién debe ser experimentado en operaciones en sitio y con fluidez tanto en idioma español como en el idioma o idiomas de sus trabajadores. Este individuo deberá estar presente en cada sitio durante el periodo de duración de los trabajos.

b) Personal técnico apropiado deberá estar en sitio y disponible para conducir las operaciones en sitio necesarias, de acuerdo con los procedimientos y habilidades necesarias en cualquier momento requerido para la implementación y terminación de los trabajos.

c) El CONTRATANTE puede solicitar la remoción y remplazo de cualquier empleado que se considere, no sea experimentado o competente en sus funciones.

d) El CONTRATISTA hará sus propios preparativos de los terrenos, patios, almacenes, talleres, oficinas, etc., con el propósito de implementar los trabajos. Se deberán hacer preparativos con el objetivo de reducir los riesgos de incidentes con residentes locales o molestia para el público.

e) El CONTRATISTA deberá proporcionar y mantener refugios adecuados y suficientes de instalaciones sanitarias, incluyendo higiene personal, para sus trabajadores y personal de supervisión como es habitual y necesario. Estos deberán ser apropiadamente mantenidos en estado limpio y sanitario en todo momento.

f) Todas las instalaciones del CONTRATISTA deberán ser localizadas en posiciones a ser aprobadas por la INTERVENTORÍA.

g) El CONTRATISTA deberá ser responsable de hacer todos los preparativos para la disposición de residuos generados en, comedores, armarios y letrinas. No se podrán ubicar letrinas, duchas o instalaciones para disposición de agua o recibos (ej. pozos sépticos) dentro de los límites del sitio del sitio de perforación, y no deberán interferir con el movimiento diario del equipo, materiales o personal que entra o sale del sitio.

Con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental, se deberá implementar un plan de manejo y seguimiento ambiental para los trabajos de perforación. Este plan deberá contemplar, como mínimo, el manejo y disposición de los residuos generados durante las fases de perforación, completamiento y evaluación del pozo exploratorio, así como también la restauración del sitio de perforación.

Además, el CONTRATISTA será responsable de realizar todos los preparativos para la adecuada disposición de los residuos generados en áreas como comedores, armarios y letrinas. Queda prohibida la ubicación de letrinas, duchas u otras instalaciones destinadas a la disposición de agua o residuos (e.g., pozos sépticos) dentro de los límites del sitio de perforación, a fin de evitar interferencias con el movimiento diario del equipo, materiales o personal en la zona de trabajo.

j) El CONTRATISTA debe contar con un análisis de riesgos actualizado para conocer y gestionar los riesgos de la actividad en cada sitio de perforación; debe estar preparado para atender cualquier incidente, accidente o eventualidad que se presente durante la ejecución de las actividades y contar con personal preparado para la implementación de las acciones de mitigación y control de riesgos. Los protocolos específicos para el análisis de riesgo deberán incluir, pero no limitarse a, los siguientes aspectos:

- Identificación y análisis de posibles riesgos geológicos, inestabilidad del terreno o formación de cavidades durante la perforación.
- Establecimiento de procedimientos estandarizados para prevenir accidentes operativos, tales como fallas en el equipo de perforación o pérdidas de integridad estructural en los pozos.
- Zonas de pérdidas de circulación.
- Diseño de acciones específicas para actuar en caso de eventos críticos, tales como accidentes laborales, derrumbes o conflictos sociales que puedan afectar la continuidad del proyecto.
- Implementación de un sistema continuo de monitoreo de riesgos, acompañado de revisiones periódicas para asegurar la eficacia de las medidas implementadas.

4. PREPARACIÓN DEL SITIO

La preparación del sitio se refiere a las actividades que necesitan ser llevadas a cabo por el CONTRATISTA para permitir el acceso del equipo, materiales y trabajadores requeridos en cada sitio de perforación, cuando se considere necesario por el CONTRATISTA. La preparación de sitio precede a la movilización de equipos, materiales y trabajadores requeridos para completar los trabajos especificados en el presente documento.

PREPARACIÓN DEL SITIO

a) La preparación adecuada del sitio es responsabilidad del CONTRATISTA.
b) El acceso a algunas ubicaciones de perforación podrá requerir la remoción de suelo superior y ubicación de roca triturada y otros materiales de soporte, para proveer una superficie adecuada para la perforación y equipo asociado. Cualquier suelo superior removido será apilado adyacente a la ubicación de la obra. La piedra triturada y otros materiales de soporte pueden tener que ser removidos como parte de las actividades de restauración del sitio y el suelo superior será reemplazado.
c) El sitio de la obra deberá ser visitado previo al inicio del contrato y fijación de precios como parte del proceso de licitación. Las actividades de preparación del sitio deberán ser definidas y costeadas como parte de la presentación de la oferta y aprobadas por el CONTRATANTE, previo a la movilización y ejecución de los trabajos.

d) El CONTRATISTA deberá asegurar que el área de trabajo sea funcional sin interferir con las actividades que tienen lugar fuera del área de trabajo. Cualquier drenaje de agua y disposición en el área de trabajo deberá ser aprobado por el CONTRATANTE.
e) Previo a la movilización (véase más adelante), el CONTRATISTA deberá localizar los servicios elevados y sub-superficiales (ej. Líneas de energía, cables, tuberías de agua y agua residual, etc.). Para asegurarse que todas las fuentes de información en sitio sean comprobadas, el CONTRATANTE solicitarán asistencia de la autoridad pública relevante, para revisar la ubicación de los servicios públicos en cada sitio de perforación. La aprobación del CONTRATANTE de cualquier ajuste en el sitio de perforación indicará que la ubicación es aceptable en términos de los objetivos técnicos del proyecto, pero no que la ubicación está libre de servicios enterrados.
f) Previo a la movilización, el CONTRATISTA también deberá localizar un suministro de agua limpia adecuado. El CONTRATANTE deberá indicar donde se realizará el suministro de agua que se utilizará para apoyar todas actividades relacionadas con este proyecto.

MOVILIZACIÓN

a) La movilización deberá incluir lo siguiente:
- Movimiento de toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios para perforar y construir los pozos como se específica en el presente documento.
- Cualquier esfuerzo y tiempo requerido para mover y configurar el equipo de perforación y equipos auxiliares entre los pozos exploratorios, y entre cada sitio de perforación.
- Configuración de los equipos de perforación de tal forma que los cortes de perforación y agua descargada del pozo de exploratorio durante la perforación y el desarrollo puedan ser contenidos y canalizados para la inspección y medición en cada sitio de perforación.
- Captación de agua para la perforación y todas las operaciones relacionadas con los trabajos.
- Limpieza del equipo. En el momento de llegada a cada sitio y antes del uso en cualquier pozo de exploratorio dado, todo el equipo que pueda ser usado en el fondo de pozo deberá ser limpiado para remover tierra y otros residuos. Del mismo modo, las juntas deben limpiarse y/o cepillarse para remover residuos no deseados.
- Control del tráfico periódico.
- Tiempo de retraso de hasta máximo una hora entre perforaciones de pozos exploratorios subsecuentes.
- Toma de fotografías digitales de todas las ubicaciones de trabajo, antes del inicio de las actividades, para documentar las condiciones pre-existentes del sitio (estas fotos serán usadas para ayudar en la restauración).

b) El contratista deberá indicar la fecha de movilización para aprobación por el CONTRATANTE en el cronograma detallado de ejecución del proyecto, garantizando que se cumplan los tiempos de puesta en marcha y entrega del proyecto.

c) Para establecer el costo de esta actividad se debe considerar todos los costos de equipos, de transportes, desplazamientos, costos de personal, etc.

5. PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS

a) Los pozos con miras a su posterior aprovechamiento serán perforados e instalados para satisfacer la demanda establecida en el alcance del trabajo. El número total de pozos que se ejecutarán dependerá de los hallazgos realizados durante la perforación y pruebas, y será determinado conjuntamente por el CONTRATANTE y el CONTRATISTA.

b) Las profundidades y diámetros finales dependen de los resultados arrojados durante el proceso de perforación y pruebas.

c) Se requiere la instalación de un encamisado de acero al carbón. Esto será lechado con cemento in situ. El propósito del sello sanitario es estabilizar los primeros metros de la perforación y proporcionar un sello de protección higiénico para minimizar el riesgo de que contaminantes entren en el pozo terminado desde la superficie (por ejemplo, líquidos o agua de escorrentía contaminadas).

d) Para la selección de los filtros se debe tener en cuenta: el tipo de filtro, diámetro, espesor de la pared, material, apertura, tipo de conexión e intervalo de profundidad en la perforación. El diseño de los filtros deberá permitir la mayor entrada de agua en el interior del pozo exploratorio, con las mínimas pérdidas de carga posibles y la mínima entrada de sedimentos.

e) Para garantizar la eficiencia y seguridad en el diseño y operación de los pozos, se recomienda al CONTRATISTA limitar las velocidades de entrada del agua a valores iguales o inferiores de 0,46 m/s, conforme a los estándares establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 5539. Esta medida busca prevenir problemas como la erosión excesiva del suelo, la obstrucción del filtro y posibles daños estructurales, contribuyendo a la sostenibilidad y durabilidad del pozo. En caso de que este valor sea superado, el CONTRATISTA deberá presentar un informe técnico que justifique las razones del por qué se establece un límite superior al recomendado y las acciones que debe tener en cuenta el usuario para el mantenimiento y cuidado del pozo. Dicho informe será revisado y aprobado por la interventoría.

f) Cuando la granulometría de la formación acuífera que se quiere captar está comprendida entre 0,05 y 2 mm, es decir, en el caso de las arenas, hay que recurrir a la instalación de un paquete de grava con el suficiente espesor para que impida la entrada de granos finos al interior del pozo.

g) Para reducir la posibilidad de corrosión, los filtros del pozo y sus accesorios deben ser fabricados con el mismo material. Este material debe ser acero inoxidable AISI* Tipo 304 u otra especificación similar. Se debe entregar al CONTRATANTE una certificación de materiales del fabricante y la ficha técnica del filtro donde se detallen sus características.

h) Si la instalación de tubería ranurada (filtros) en las zonas productivas de los acuíferos, esta tubería podrá tener aberturas tipo ranura continua o filtros tipo pipe, lo cual se definirá conforme las condiciones específicas de cada pozo.

i) Los diámetros de la perforación y de los pozos exploratorios terminados y su encamisado asociado son a discreción del CONTRATISTA, sin embargo, los diámetros de perforación e instalación deben ser complementarios y los pozos terminados deben tener el tamaño suficiente para acomodar bombas sumergibles que: a) produzcan las cantidades necesarias de agua; b) permitan un flujo y una velocidad de flujo a través de los motores adecuada para enfriar los mismos, según las recomendaciones del fabricante; y c) adaptarse a cualquier carcasa de la bomba, si se considerara necesario por el CONTRATISTA.

j) Los métodos de perforación serán decididos por el CONTRATISTA, pero éstos deben tener en cuenta las condiciones del terreno que se describen en el alcance del trabajo que acompaña a estás especificaciones técnicas.

k) Cualquier uso temporal de un conductor de acero durante el proceso de perforación implica que este debe ser removido de la perforación antes de la terminación del pozo. Se tomarán todas las precauciones necesarias durante el procedimiento de perforación e instalación, para asegurar que el encamisado temporal no quede atascado en el pozo de sondeo. Sin embargo, se reconoce que bajo ciertas condiciones puede ser necesario introducir y dejar el encamisado de acero en sitio para prevenir el colapso de materiales inestables y permitir más perforaciones.

l) La lechada de cemento debe dejarse asentarse por 24 horas antes de continuar con la perforación. El CONTRATISTA puede hacer la previsión de adicionar un acelerante como el cloruro de calcio para reducir el tiempo de asentamiento de la lechada.

m) Luego de alcanzar la profundidad objetivo, el CONTRATISTA evaluará estabilidad de paredes de la perforación (método a su elección) con su perforador, geólogo y director

de obra, bajo supervisión de la INTERVENTORIA. Si el CONTRATISTA lo considera adecuado, podrá proponer una prueba de bombeo a pozo abierto; de lo contrario, procederá a completamiento o abandono del pozo.

n) Dependiendo de los hallazgos durante la perforación, el CONTRATISTA podrá rellenar totalmente el pozo exploratorio, siguiendo lo indicado en la sección de abandono de pozos.

o) Mientras el pozo exploratorio está siendo perforado, los cortes serán registrados y las condiciones de perforación evaluadas por el CONTRATISTA. Se deberá describir el material encontrado cada metro y se presentará un registro al CONTRATISTA, tomando nota de cualquier otro elemento de especial interés como las zonas de pérdidas de circulación.

p) Si se encuentran las zonas de pérdidas de circulación, éstas deberán ser cuidadosamente evaluadas. El CONTRATISTA deberá tomar en cuenta que la inyección de cemento como inhibidor de la pérdida de circulación no está permitido. El cemento tiene el potencial de dañar los pozos de producción existentes y afectar el funcionamiento de las plantas de tratamiento de los acueductos. Los métodos y técnicas de perforación para controlar las pérdidas de circulación deben ser adecuados para evitar el riesgo de impactar o comprometer los pozos circundantes. El costo de los daños y/o sustitución de pozos circundantes dañados será asumido por el CONTRATISTA.

q) Un método mutuamente aceptado en términos de restricción, contención y canalización de agua desde la operación de perforación será utilizado para que el CONTRATISTA pueda establecer el volumen de agua encontrado a diferentes profundidades durante la perforación. Esta información debe ser registrada y presentada a la INTERVENTORÍA una vez terminados los pozos.

r) Se deberá instalar dos aislamientos hidráulicos o sellos, uno a la profundidad techo del primer filtro y otro a la profundidad de contacto entre el Depósito Cuaternario y el Cretácico/Terciario.

s) Instalación de un paquete de grava en el espacio anular del pozo, adyacente a la sección de filtros y con un espesor mínimo de 3 pulgadas, el material del empaque de grava debe tener una gravedad específica promedio de no menos de 2,5. No más de 5 % de la grava debe ser soluble en ácido clorhídrico. La razón de tamaños de grano entre el material del empaque de grava y el material de la formación debe estar en un rango de 6:1 a 4:1 de acuerdo con el resultado del análisis granulométrico y dependiendo de la uniformidad y el tamaño del material de la formación. El coeficiente de uniformidad del

empaque de grava no debe exceder 2,5.

t) La grava se debe colocar en el espacio anular, es decir, entre la tubería de revestimiento y las paredes del agujero, de manera tal (velocidad de aplicación) que se asegure la continuidad del empaque de grava sin puentes, vacíos o segregaciones, para lo cual el contratista deberá seguir lo indicado en el Anexo B de la norma NTC 5539.

u) Será necesario ajustar el espesor del paquete de grava en las zonas productivas donde el muestreo geológico identifique tramos con las siguientes características específicas:

- Arenas finas uniformes.
- Niveles de gravas con un elevado porcentaje de arena fina.
- Areniscas pobremente cementadas.
- Acuíferos multicapa con niveles delgados de arenas embebidos en limos o en arcillas.

En las zonas con las características mencionadas, el CONTRATISTA y la INTERVENTORÍA deberán analizar la situación con detalle y definir el espesor adecuado del paquete de grava antes de proceder con la ampliación del pozo.

v) La grava se proporcionará en la calidad y tamaño especificados por escrito de manera conjunta por la INTERVENTORÍA y el CONTRATISTA. La grava debe estar cribada y lavada, y no se permitirá el inicio de una corrida de tubería de ademe sin disponer de la grava en el sitio. No se aceptará material para filtro de composición calcárea y fácilmente alterable; se preferirá la grava de cuarzo. Tampoco se aceptará material triturado.

w) En los sitios de perforación donde exista un pozo de abastecimiento productivo, en reserva o abandonado, se deberá tener en cuenta su diseño final para la elaboración del diseño del pozo exploratorio.

x) Al finalizar un nuevo pozo, se presentará a la INTERVENTORÍA un diagrama de construcción del mismo durante la semana siguiente a la finalización. En este diagrama incluirá todos los elementos como diámetros de perforación del pozo de sondeo, profundidades totales, profundidades y diámetros de los encamisados, las zonas de pérdidas de circulación y detalles en boca de pozo. Todos los diagramas se proporcionarán como diagramas con escala de profundidad en formato de Autocad (DWG) y (PDF).

EQUIPOS, MATERIALES Y PRODUCTOS

a) El CONTRATISTA deberá suministrar los equipos, materiales y mano de obra experimentada, necesarios para completar el trabajo según lo previsto y descrito en estas especificaciones. Los equipos y materiales descritos a continuación deberán ser suministrados conforme se requiera sin retrasos y pueden ser almacenados en el área dispuesta en el sitio.
b) Todos los ítems a ser instalados de forma permanente y utilizados dentro del pozo deberán ser llevados limpios al sitio y en un estado nuevo, y deberán mantenerse limpios y en buen estado durante toda la duración del contrato. Se deberá tener cuidado de cubrir el cemento, arena, bentonita, etc., con lonas para evitar que se moje.
c) Todo el equipo que será utilizado dentro de un pozo exploratorio deberá limpiarse adecuadamente antes de su uso inmediato. Se deberá tener cuidado de mantener el equipo en buenas condiciones de limpieza en todo momento a fin de no perder tiempo con las operaciones de limpieza.
d) Los materiales dañados, sacos rotos, etc., deberán ser reemplazados conforme lo indique el CONTRATANTE o su representante.
e) Los materiales y equipos utilizados alrededor del equipo de perforación deberán ser almacenados, organizados y mantenidos de tal forma que se minimicen los riesgos de salud y seguridad (por ejemplo, accidentes por tropiezos y caídas).

EQUIPO DE PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE POZO

a) El CONTRATISTA deberá proveer todos los equipos, herramientas, y suministros para completar el Alcance del Trabajo. La siguiente lista pretende indicar el tipo de equipo y capacidades requeridas y no pretende ser una lista exhaustiva:
   - Un equipo de perforación o equipos capaces de completar el alcance el trabajo
   - Un camión de trabajo capaz de apoyar la perforación del pozo y la instalación.
   - Planta de mezclado e inyección de grout, mangueras, cubetas, tubo tremie y accesorios capaces de mezclar grout a las mezclas especificadas y grouting tremie.
   - Equipo de lavado de presión.
   - Generador independiente, de ser necesario capaz de suministrar energía para todos los equipos de soporte.
   - Cisterna de agua (ya sea montado en tráiler o en camión) y tanque estático de agua de reserva ya sea en el equipo de perforación o en el suelo, para alimentar agua al equipo de perforación mientras la cisterna está recolectando agua adicional, bombas asociadas, mangueras, etc., con capacidad de abastecer el equipo de perforación y lavadores a presión con suficientes cantidades de agua de un suministro de agua aprobado para actividades diarias.

- Vehículos auxiliares (pickups, camiones para tráilers y cama baja, etc) según sea necesario para el trabajo.

FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y ADITIVOS

a) Los fluidos de perforación que son aceptables para la perforación son: fluidos de perforación con base de agua dulce o con base de aire.
b) Los aditivos para los fluidos de perforación pueden ser disueltos como: agentes para adelgazar el lodo, fosfatos inorgánicos, surfactantes, detergentes de perforación, agentes espumantes y polímeros naturales o sintéticos; o no disueltos como: sólidos nativos (arcillas y arenas), bentonita materiales que aumentan densidad y materiales de pérdida de circulación (no se deben usar en zona de producción)
c) Los fluidos de perforación y aditivos utilizados deberán ser inertes y no tóxicos.
d) El lodo de perforación deberá ser un lodo inerte, con base de bentonita tipo/grado API, fabricada para el propósito específico de perforación. Calidades inferiores (más económicas) de bentonita no serán aceptadas.
e) El uso de lodos/aditivos biodegradables deberá ser previamente aprobado por el CONTRATANTE o su representante designado.
f) El uso de productos a base de Diesel no será permitido.
g) Los aditivos a ser utilizados (ej. En caso de pérdida de circulación) será otro material inerte (ej. Aserrín, escamas de mica, cáscaras de frutos secos, etc.) a discreción del CONTRATISTA. Una lista de cantidades de todos los aditivos de perforación deberá ser entregada a la INTERVENTORIA para aprobación previa, y cantidades adecuadas serán almacenadas en sitio durante las operaciones de perforación.
h) Agentes de inhibición por pérdida de circulación deberán estar disponibles en el sitio previo a cualquier operación de perforación.

ESPECIFICACIONES PARA ENCAMISADO DE ACERO

a) El encamisado temporal usado durante las operaciones de perforación debe ser de acero de bajo carbono de calibre 10 o equivalente, que puede ser unido utilizando soldado. El encamisado deberá estar en buenas condiciones cuando se entregue en el sitio. En el sitio, éste será organizado de tal manera que se mantenga limpio. También será limpiado inmediatamente previo al uso para remover cualquier material extraño.

LECHADA DE CEMENTO

a) La pared del pozo exploratorio deberá ser completamente llenada con la lechada de cemento con gravedad específica de 1,7-1,8. La lechada será inyectada desde el fondo del anillo alrededor del encamisado permanente y subirá por el anillo para fluir libremente hacia la superficie del terreno. La lechada será terminada como será necesario para que el nivel final de la lechada sea un metro por debajo de la superficie del terreno. La lechada de cemento será llevada a cabo utilizando una planta de

mezclado de lechada e inyectando en la base del anillo abierto utilizando tubos tremie de 0,75 a 1 pulgada de diámetro (u otro diámetro adecuado).

b) La lechada de cemento debe consistir en una mezcla de cemento clase A bajo especificación API Spec. 10A (o cemento Pórtland Tipo 2 de acuerdo con NTC 121 y NTC 321) y agua a una razón de no más de 0,53 L por cada kilogramo de cemento para una densidad aproximada de 1 880 kg/m3 (18 Ib/pie3). Adicionalmente se puede agregar un máximo de 6 % por peso de bentonita y 2 % por peso de cloruro cálcico.
c) El CONTRATANTE o su representante y el CONTRATISTA calcularán independientemente el volumen de lechada requerida para el anillo y estimará el volumen de lechada adicional que será absorbido por las fracturas, cavidades y variaciones en el diámetro del pozo de sondeo. Es responsabilidad del CONTRATISTA suministrar y aplicar la cantidad apropiada de lechada.
d) El CONTRATANTE o su representante y el CONTRATISTA medirán independientemente los volúmenes de agua y cantidad de cemento seco utilizado en el proceso de inyección de lechada. Es responsabilidad del CONTRATISTA la mezcla y aplicación de la lechada requerida.
e) El CONTRATISTA monitoreará el incremento en los niveles de agua en el anillo del pozo exploratorio mientras el cemento está siendo inyectado. Sí existe un movimiento de subida o bajada inesperada en estos niveles de agua, la inyección se detendrá para revisar las causas potenciales. Los intentos para remediar la situación estarán a expensas del CONTRATISTA. En la situación del peor caso, el pozo exploratorio será abandonado y re-perforado a expensas del CONTRATISTA.
f) El CONTRATISTA deberá tener previsión y cuidado para asegurar que el interior del pozo (ej. encamisado y malla) permanezca libre de lechada.
g) Se deberá permitir un período de asentamiento para la lechada de cemento de 18-24 horas previo al inicio de trabajos adicionales.
h) El cemento utilizado deberá ser nuevo y sin uso. Deberá ser entregado en el sitio en un empaque adecuado a prueba de agua.
i) Se deberá instalar dos aislamientos hidráulicos o sellos, uno a la profundidad techo del primer filtro y otro a la profundidad de contacto entre el Depósito Cuaternario y el Cretácico. Los materiales y profundidades serán definidas por el contratista una vez se realice el registro físico del pozo.

CHIPS DE BENTONITA

a) Se podrán usar chips de bentonita para el llenado parcial de los pozos.
b) La bentonita deberá ser aplicada en conformidad con las instrucciones del fabricante. En particular, el producto deberá ser tamizado antes de la aplicación para remover cualquier material fino.

c) Cualquier producto de bentonita utilizado deberá ser químicamente inerte y libre de contaminantes orgánicos. Éste no deberá interferir con los análisis de muestreo de agua subterránea y deberá ser adecuado para aplicaciones de monitoreo ambiental.

COMPUESTO PARA ROSCAS

a) Cualquier compuesto para roscas, utilizado en las roscas de tuberías de perforación o acoples para encamisado y malla deberá ser libre de hidrocarburos. El material debe ser natural (por ejemplo, manteca de cerdo) o sintético tal como " Well-Guard " o equivalente.

EQUIPO DE SEGURIDAD

a) El CONTRATISTA deberá suministrar a sus empleados toda la ropa y equipo necesarios para cumplir con los requisitos de salud y seguridad, especificados en el Plan de Salud y Seguridad del proyecto. Todo el equipo necesario deberá estar fácilmente disponible para los empleados del CONTRATISTA en el sitio y deberá estar en conformidad con el Plan de Salud y Seguridad del sitio del proyecto. Todo el equipo de seguridad deberá cumplir con los requisitos del organismo regulador competente.

ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES DE DESECHO

a) El CONTRATISTA deberá proveer recipientes adecuados para contener todos los materiales de desecho y basura sólida recolectados o producidos en cada lugar de trabajo. Esto incluye bolsas de arena y cemento usadas, empaques de plástico, botellas, etc.
b) Todos los residuos derivados deberán ser llevados fuera del sitio y dispuestos de forma apropiada.
c) Los cortes de perforación deberán ser retenidos dentro del sitio de perforación. El agua de perforación deberá ser canalizada lejos del pozo y se deberá permitir el asentamiento de los sedimentos antes que se permita la descarga a cualquier fuente de agua. Al final de la perforación, la disposición de los cortes de perforación podrá incluir disposición fuera del sitio en una localización apropiada.

LIMPIEZA DEL EQUIPO

a) Todos los equipos de perforación y construcción de pozo serán limpiados en cada pozo. Un limpiador de agua a alta presión deberá ser provisto para estos propósitos.

6. LIMPIEZA Y DESARROLLO DE POZOS

a) Todos los pozos serán limpiados con aire comprimido (airlifting) y/o rebosamiento, bombeo o baldeo. El objetivo es remover los cortes, partículas y/o fluidos de perforación o aditivos del pozo. Se contempla realizar bombeo con aire comprimido excesivos. El desarrollo podrá realizarse también con una bomba sumergible.

b) Se prevé un tiempo de desarrollo de hasta 24 horas, sin contar el tiempo requerido para la instalación y remoción de los equipos, dependiendo del método de perforación utilizado y los requerimientos finales de desarrollo. El proceso de desarrollo deberá continuar hasta que el agua bombeada a partir del pozo esté libre de arena y sedimentos, adecuada para el bombeo hacia la unidad de tratamiento de agua del acueducto. El CONTRATISTA deberá proporcionar los equipos para medición insitu del contenido de arena. El flujo de producción de arena deberá ser medido por el CONTRATISTA usando un medidor de arena tipo Rossum o equivalente, tal como se describe en AWWA A100 Apéndice E, Sección E.4.6 "Measurement of Sand Content"
c) Se debe medir el contenido de arenas promedio en el agua cada 2 horas, expresado en mg/L en un ciclo completo de bombeo; no se deben tomar menos de 10 medidas a intervalos iguales para permitir el trazado del contenido de arena en función del tiempo y la rata de producción y para determinar el contenido de arena para cada ciclo.
d) La profundidad total del pozo deberá ser medida por sonido por el CONTRATISTA antes de que empiece el desarrollo y después de que el desarrollo del pozo termine.
e) Al finalizar el desarrollo del pozo y después de que el contenido de arena sea aceptable, se deberá colectar aproximadamente 1 litro de agua de pozo en un recipiente claro de vidrio. El recipiente deberá ser marcado con el nombre del Proyecto, el número del pozo y la fecha y ser fotografiado. La fotografía deberá ser retro iluminada de manera apropiada y en primer plano para dejar ver la claridad del agua y cualquier sedimento suspendido. La fotografía digital deberá ser tomada por el CONTRATISTA y entregada al CONTRATANTE.
f) El agua descargada deberá ser direccionada y disponerse de acuerdo con las especificaciones de las pruebas de bombeo mostrada más adelante.

7. VERTICALIDAD Y ALINEACIÓN

La verticalidad y alineación de los pozos de agua deben permitir la instalación exitosa y la operación a largo plazo del equipo de bombeo permanente que se instale en el pozo.

a) La desviación horizontal máxima permitida (desplazamiento) del pozo con respecto a la vertical no debe exceder dos terceras partes del diámetro interior de la cámara de bombeo por cada 30,5 m (100 pies).
b) El procedimiento para realizar la prueba de verticalidad y alineación se llevará a cabo conforme a lo establecido en el Anexo D de la norma NTC 5539 o una normativa equivalente. Dicho procedimiento será revisado previamente por la INTERVENTORÍA, quien se encargará de verificar su cumplimiento.

8. PRUEBAS HIDRÁULICAS

ASPECTOS GENERALES

a) Cada pozo nuevo terminado deberá ser probado por bombeo. La secuencia de prueba es la siguiente:
   - Nivel estático del agua y observación de los efectos barométricos
   - Monitorización de abatimiento
   - Prueba de bombeo escalonada
   - Prueba de bombeo a caudal constante
   - Prueba de recuperación.

b) Los procedimientos de prueba de bombeo deberán llevarse a cabo siguiendo protocolos establecidos para asegurar una adquisición de datos adecuada y consistente tanto para la exploración como para la producción.

c) El CONTRATISTA deberá suministrar y tener disponible tres equipos de bombeo que permitan la ejecución de pruebas hidráulicas con diferentes caudales. El equipo específico se seleccionará una vez se determine el diámetro de revestimiento del pozo correspondiente. Para la instalación y ejecución de estas pruebas, será indispensable incluir todos los materiales, herramientas, planificación y logística requeridos para operarlas con los siguientes equipos de bombeo:
   - Bomba con diámetro de carcasa de 10 pulgadas, capaz de generar caudales entre 40 y 58 l/s.
   - Bomba con diámetro de carcasa de 8 pulgadas, diseñada para caudales entre 19 y 40 l/s.
   - Bomba con diámetro de carcasa de 6 pulgadas, adecuada para caudales entre 2 y 19 l/s.

   Los equipos deben garantizar un rendimiento eficiente dentro de las alturas manométricas especificadas, que oscilan entre 200 y 300 m.c.a., además de cumplir con los caudales indicados. Cabe destacar que no habrá inconveniente si el equipo seleccionado tiene la capacidad de generar un caudal superior al requerido, siempre que priorice la adecuación a las necesidades específicas de cada situación.

d) El CONTRATISTA suministrará todos los equipos necesarios para las actividades de prueba de bombeo, las cuales incluyen el bombeo, mediciones y gestión de la operación de descarga.

e) En cada punto, los siguientes equipos de medición deberán ser suministrados y usados por el CONTRATISTA:
   - Medidores de nivel de agua manual– consistentes de una cinta de medición graduada (con precisión al milímetro), de hasta 300 metros de longitud.

- Medidores de nivel de agua automático– que se pueda sumergir por debajo del nivel estático en el pozo, midiendo nivel/presión.
- Medidores de calidad del agua – pH, temperatura, conductividad eléctrica.

f) Un instrumento de medición de presión barométrica apropiado deberá ser instalado para permitir la lectura continua de la presión barométrica durante la totalidad del periodo de implementación de los trabajos.

g) Los datos de la prueba de bombeo serán tomados en el pozo de bombeo. En caso de existir un pozo de observación se requiere también las mediciones de los niveles de agua en el pozo de observación.

h) El pozo de observación deberá tener unidades transductoras apropiadas para el registro continuo del nivel de agua. El CONTRATISTA deberá estar preparado para asignar la instrumentación y el personal requeridos para la medición en el pozo de observación.

i) Todos los instrumentos tendrán unidades de respaldo en caso de que uno falle. El CONTRATISTA especificará el tipo de instrumentos digitales de monitorización que vayan a ser empleados, y tendrá disponibles medidores de nivel de agua manuales en todo momento.

j) Durante todas las operaciones de bombeo y las secuencias, se deberán realizar mediciones manuales de descarga cada hora para verificar los caudales indicados por los medidores de flujo.

k) Durante todas las operaciones de bombeo y las secuencias, se deberán realizar mediciones manuales de descarga cada hora para verificar los caudales indicados por los medidores de flujo.

l) Toda el agua descargada deberá ser direccionada y desviada para evitar la inundación de las vías adyacentes y de los terrenos cultivados y/o habitados (a menos que los propietarios de los terrenos lo soliciten). El agua descargada no podrá causar erosión excesiva ni podrá ser dirigida hacia ningún humedal.

m) El agua deberá ser descargada de la forma en que sea aprobada con anticipación por la INTERVENTORÍA. El agua descargada deberá ser conducida lejos del pozo de bombeo en una dirección que tenga una pendiente hacia abajo del pozo de bombeo. Esto puede implicar el direccionamiento del agua hacia una corriente de agua cercana.

n) La línea de descarga en la boca del pozo deberá estar equipada con una válvula de compuerta para ajustar el caudal de descarga (después del medidor de flujo) y con un puerto de muestreo para permitir el muestreo de agua. El puerto de muestreo deberá tener un tubo de plástico transparente que permita la toma de muestras con un mínimo de turbulencia.

o) Para instalar el registrador de datos y permitir las mediciones manuales de los niveles de agua, se deberán añadir dos tubos de PVC de diámetro pequeño (20-50 mm de diámetro cada uno) al tubo de descarga de la bomba (en el pozo bombeado) de dimensiones tales que permitan realizar las mediciones del nivel de agua manual y bajar

los registradores de datos (transductores). Estos tubos deberán ser ranurados en los 5 últimos metros, y deberán extenderse hasta 1-2 metros por encima de la toma de la bomba.

p) Los medidores de flujo que vayan a ser utilizados deberán ser nuevos y tener una precisión mínima del 95%, se deberá dar comprobación de su calibración a petición, y una semana antes de la instalación para el primer bombeo de prueba del primer punto, y antes de los subsecuentes bombeos de pruebas en otros puntos exploratorios donde el mismo equipo vaya a ser utilizado.
q) Los datos de la prueba manuales generados durante toda la secuencia de pruebas deberán presentarte a la INTERVENTORÍA en formato MS Excel. Los nombres de los archivos de datos serán claramente identificados con el nombre del pozo y tipo de prueba realizada. Los datos de las pruebas manuales deben incluir los niveles de agua, las lecturas de flujo y las lecturas de la calidad del agua.
r) Los datos del transductor de nivel/presión generados durante la secuencia de pruebas serán descargados y entregados a la INTERVENTORÍA en formato de archivo de texto original y como archivos de MS Excel. Los nombres de los archivos de datos serán claramente identificados con el nombre del pozo y tipo de prueba realizada.
s) Todos los datos presentados deberán ir acompañados de un formulario que indique la fecha de la prueba, el tipo de prueba y los nombres de archivo asociados.

PRE-PRUEBA

a) Deberá ser llevada a cabo una pre-prueba para determinar un rango de descarga apropiado. La pre-prueba será llevada a cabo, en un período estimado de 6 a 12 horas, durante el cual el rango de descarga deberá ser ajustado para examinar el rendimiento pronosticado del pozo completado.
b) Luego de la pre-prueba, se deberá permitir que los niveles de agua se recuperen por un periodo de 12 horas o hasta que se alcance un porcentaje de recuperación del 90%, lo que ocurra primero.
c) Durante la pre-prueba, se deberá verificar el funcionamiento de los dispositivos de medida para la medición de flujo y deberán ser calibrados. La línea de descarga también deberá ser observada para verificar que no haya fugas, y el punto de descarga deberá ser verificado para asegurarse de que el agua no cause ninguna inundación de las vías adyacentes ni de los terrenos cultivados y/o habitados (a menos que los propietarios de los terrenos lo soliciten).

PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADO

a) La prueba de bombeo escalonada consistirá en cuatro escalones de dos horas cada uno. El caudal de bombeo más bajo será el que corresponda al 40% del rendimiento esperado del pozo de acuerdo con los resultados de la pre-prueba. El caudal de bombeo más alto será el que corresponda al 100% del rendimiento referenciado.

b) No se permitirá la recuperación del pozo entre etapas. Después de la última etapa, se deberá permitir la recuperación de los niveles de agua por un período de 12 horas o hasta que se alcance una recuperación del 90%, lo que ocurra primero.
c) Durante la recuperación, el equipo de bombeo no podrá ser levantado o removido del pozo.
d) Durante cada etapa, un caudal constante de flujo deberá ser mantenida sin tener en cuenta los cambios en el nivel de agua. Durante los primeros 15 minutos de cada etapa, el caudal de flujo deberá ser monitorizada de forma continua y ajustada tal como sea requerido por el CONTRATISTA para establecer y mantener un caudal constante de flujo en cada etapa. Este procedimiento deberá seguirse en cada etapa.
e) No se deberá permitir la recuperación del pozo entre las etapas. Si las velocidades de bombeo no pueden ser ajustada lo suficientemente rápido, si la bomba se apaga, o de alguna otra manera compromete la prueba, la prueba deberá ser realizada nuevamente sin costos adicionales para el CONTRATANTE. La repetición de la prueba no podrá llevarse a cabo hasta que los niveles de agua se hayan recuperado lo suficiente para empezar la repetición de la prueba.

PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

a) Con base en los resultados de la pre-prueba y de la prueba de bombeo escalonado, se deberá llevar a cabo una prueba de bombeo continuo por un periodo 24 horas. La decisión de interrumpir el bombeo se hará en base de los niveles de agua medidos. La intención es de estresar hidráulicamente cada pozo terminado para estimar el rendimiento de bombeo de cada pozo sostenible a largo plazo.
b) El caudal de descarga deberá ser lo más alta posible para un determinado pozo, dados los objetivos del proyecto de probar el rendimiento sostenible con fines de producción de uno o más nuevos pozos de producción. El caudal de descarga deberá ser mantenida dentro del 5% del caudal predeterminado durante la realización de la prueba de bombeo. Durante los primeros 15 minutos de la prueba, el caudal de flujo deberá ser monitorizado de forma continua y ajustado tal como sea requerido por el CONTRATISTA para establecer un flujo constante de descarga. El caudal de descarga deberá ser verificado y registrado de manera subsecuente cada hora.
c) Después del bombeo, los niveles de agua deberán dejarse recuperar por un período de 12 horas o hasta que se alcance una recuperación del 90%, lo que ocurra primero.

RECUPERACIÓN

a) Durante cualquier periodo de recuperación, es importante el tipo de prueba que se lleve a cabo, los equipos de bombeo no podrán ser levantados o removidos del pozo.

RANGO DE INTERVALOS DE TIEMPO EN LAS MEDICIONES DE NIVEL

a) La siguiente programación para la medición manual del nivel de agua y su registro deberá aplicarse:

- Cada 0,5 minuto de 0 a 5 minutos de bombeo
- Cada 1 minutos de 5 a 10 minutos de bombeo
- Cada 2 minutos de 10 a 30 minutos de bombeo
- Cada 5 minutos de 30 a 60 minutos de bombeo
- Cada 10 minutos de 60 a 360 minutos de bombeo
- Cada 15 minutos de 360 a 600 minutos de bombeo
- Cada 30 minutos de 10 a 24 horas de bombeo
- Cada 60 minutos de 24 a 72 horas de bombeo

b) Los transductores de presión deben ser programados para registrar los cambios del nivel de agua cada minuto.

INTERRUPCIÓN Y TERMINACIÓN DE LA PRUEBA DE BOMBEO

a) El caudal de descarga durante el bombeo deberá ser mantenido dentro del 5% del caudal predeterminado por la prueba. Durante cada etapa de la prueba de bombeo escalonada, el bombeo deberá hacerse de manera ininterrumpida.

b) Si el CONTRATANTE o su representante evidencian cualquier desviación significativa en los procedimientos o mediciones, se realizará una consulta con el CONTRATISTA para tratar de rectificar la desviación. Si se considera que la calidad de los datos o que los procedimientos de las pruebas han sido comprometidos, el CONTRATANTE o su representante podrá interrumpir la prueba y solicitar que ésta sea reiniciada después de pasado un periodo de tiempo de recuperación. Cualquier prueba comprometida será responsabilidad del CONTRATISTA y los periodos requeridos para el reinicio de las pruebas no serán reconocidos con ninguna compensación de costos.

c) El CONTRATISTA no recibirá ninguna compensación por ninguna prueba que sea interrumpida por la negligencia del CONTRATISTA o por falla del CONTRATISTA para suministrar la asistencia técnica requerida (por ejemplo, interrupciones causadas por falta de mantenimiento, falta de cuidado, etc). En estos casos, se podrá solicitar la repetición de la prueba completa a expensas del CONTRATISTA (no se realizará ningún pago por el tiempo transcurrido de la prueba antes de la interrupción).

d) Las pruebas interrumpidas no podrán ser reiniciadas hasta que haya pasado suficiente tiempo para una recuperación completa de los niveles de agua en el pozo de bombeo o de observación y dicho tiempo de recuperación no considerarse como parte de la prueba de bombeo para propósitos de pago incluso si deban hacerse mediciones de nivel de agua durante ese periodo.

MUESTREO DE LA CALIDAD DE AGUA

a) Antes de finalizar la prueba de bombeo a caudal constante se tomará una muestra de agua para realizar análisis de laboratorio de la calidad del agua por parte del CONTRATISTA.

b) Todas las actividades y la determinación de criterios sobre el muestreo y reporte de resultados deben realizarse con base en los protocolos y manuales para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico subterráneo definidos por el IDEAM.
c) Todas las muestras de calidad de agua deberán realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM.
d) Los análisis de agua subterránea deberán realizarse conforme a los criterios de calidad para consumo humano establecidos en los Decretos 2115 de 2007 y 1076 de 2015, verificando el cumplimiento de los límites máximos permisibles para cada parámetro evaluado. Para aquellos parámetros que no cumplan con los límites establecidos, se deberá proponer el tratamiento necesario para garantizar que el agua cumpla con la normativa vigente. En caso de que el tratamiento de algún parámetro resulte inviable técnica o económicamente, esta situación deberá ser claramente indicada en el informe.
e) Los costos de transporte y los análisis deberán ser cubiertos por el CONTRATISTA.
f) Los resultados deberán ser presentados al CONTRATANTE en el mismo formato que se recibe de los laboratorios acreditados que hayan sido utilizados. Los resultados deberán estar claramente etiquetados por el nombre del pozo, la fecha de la muestra y fecha del análisis.

9. TERMINACIÓN DEL POZO

DESINFECCIÓN DEL POZO

a) El CONTRATISTA deberá en todo momento tomar todas las precauciones para asegurarse de que el pozo permanezca libre de contaminantes.
b) Se deberá desinfectar el pozo inmediatamente después del desarrollo del pozo. Se deberá usar una solución de hipoclorito, de la fuerza y dosis requeridas por los estándares AWWA.
c) El CONTRATISTA deberá procurar que el agente desinfectante sea aplicado de forma uniforme a toda la profundidad total de agua del pozo.
d) El agente desinfectante podrá ser distribuido usando un tubo airlift o similar, asegurando la protección y seguridad del personal.

LOSA DEL POZO

a) Las losas de pozo deberán ser hechas de concreto de alta calidad y deberán ser reforzadas con acero (varillas de acero de 12 mm espaciadas de forma uniforme). La losa deberá ser de 40 cm de espesor por debajo del nivel de terreno y 20 cm por encima del nivel de terreno. En la superficie, la losa deberá ser cuadrada de 100 cm x 100 cm y deberá ser formada usando un marco de madera para permitir un amoldamiento apropiado.

b) El concreto debe contener 297 kg de cemento Pórtland Tipo 2 de acuerdo con la NTC 121 y la NTC 321 y un máximo de 140 L de agua por metro cúbico de concreto. El máximo asentamiento debe ser de 102 mm (4 pulgadas). El agregado debe consistir de 47 % de arena y 53 % de agregado grueso, de conformidad con la NTC174.
c) La losa de concreto deberá estar inclinada lejos de la parte exterior del encamisado para facilitar la escorrentía del pozo.
d) Después del curado de la losa, el molde será removido y la superficie del terreno adyacente rellenado para hacer que el extremo superior de la losa quede nivelado con la superficie de tierra adyacente.

e) El pozo exploratorio deberá quedar con una sobreelevación mínima de tubería de 0,3m desde la losa del pozo hasta la boca del pozo.

SEÑALIZACIÓN

a) A cada pozo deberá fijarse una identificación permanente. A petición del CONTRATANTE el tag será puesto sobre la losa de concreto del pozo o podrá ser asegurado a la camisa de protección.
b) La señal debe contener el identificador del pozo, nombre del pozo, fecha de construcción, profundidad del pozo.

TAPA DEL POZO

a) Cada pozo deberá ser tapado apropiadamente para evitar accidentes o que se vandalizado.
b) El diseño de las tapas de los pozos deberá ser igual para todos los pozos, y deberá ser diseñada luego de llegar a un acuerdo con el CONTRATRANTE. Como mínimo la tapa debe consistir de una lámina de acero simple soldada a la camisa de acero sobresaliente, en cuyo caso el CONTRATISTA deberá suministrar candados duraderos, resistentes al ambiente y de llaves iguales para todos los pozos terminados.

CAMISA PROTECTORA

a) Se pondrá concreto o grout de cemento mezclado a mano con agregado sobre la capa de grout tal como se necesite para proporcionar fundamento para la camisa protectora y para traer la parte superior de la camisa protectora a un nivel apropiado.
b) Colocar la camisa protectora de acero.
c) Rellenar el espacio anular alrededor de la camisa protectora e instalar una losa de concreto para el pozo o plataforma tal como se describe abajo.
d) Perforar un orificio por dentro de la camisa justo por encima de la losa de concreto para permitir que la humedad drene desde la parte interna de la camisa protectora.
e) Después de la terminación de la instalación y el desarrollo del pozo, la camisa deberá ser pintada de azul con pintura que inhiba la corrosión utilizando rodillos y brochas.

10. ABANDONO Y RELLENO DE POZOS O POZOS EXPLORATORIOS

a) En caso de que se requiera abandonar un pozo o pozo exploratorio, el método de abandono será objeto de una revisión inmediata por parte del CONTRATANTE o su representante y el CONTRATISTA en relación con el estado de la perforación, así como la causa y las circunstancias que rodean la necesidad del abandono.
b) Los materiales para sellar incluyen concreto, lechada, bentonita, arcilla selladora, arena o combinaciones de estos.
c) La calidad del concreto debe cumplir con los estándares de calidad del material mencionados en la sección terminación del pozo.
d) El abandono de pozos que involucran pérdidas de circulación se decidirá en previa consulta con el CONTRATANTE y/o su representante.
e) Los pozos o perforaciones que tienen que ser abandonados debido a una mala mano de obra y errores por parte del CONTRATISTA, no serán compensados.
f) Los pozos o perforaciones que han de ser abandonados por otros motivos y están justificados según el CONTRATANTE, deberán ser compensados a una tarifa negociada entre el CONTRATANTE y el CONTRATISTA.
g) Cada trabajo de sellado de pozo deberá ser consultado con la INTERVENTORÍA y seguir los especificado en el ANEXO H de la norma NTC 5539.

RELLENO

a) En caso de que una perforación sea sobreperforada o si el CONTRATANTE o su representante deciden rellenar a propósito secciones parciales de los pozos, los materiales de relleno deben ser llevados al sitio bajo directrices del CONTRATANTE o su representante. Los materiales de relleno se utilizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante o a discreción del CONTRATANTE o su representante.

11. RESTAURACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DEL SITIO

RESTAURACIÓN DEL SITIO

a) El CONTRATISTA será responsable de la preservación, la protección y prevención de daños a toda la propiedad pública y privada.
b) La restauración deberá incluir, pero no se limitará a, la sustitución de la capa superior del suelo, siembra de césped o resiembra de áreas perturbadas del césped durante las operaciones de perforación, clasificación de los caminos de tierra, etc., según sea necesario.

DESMOVILIZACIÓN

a) El CONTRATISTA removerá todos los equipos, suministros y material del sitio.

b) Todos los materiales de desecho, basura y sólidos deberán ser retirados del sitio y deberán ser desechados de acuerdo con las ordenanzas locales, municipales y nacionales.
c) El CONTRATISTA restablecerá o repondrá las tierras y aberturas hechas como parte de los trabajos objeto de este contrato.
d) El CONTRATISTA completará cualquier trabajo pendiente en relación con la terminación del pozo, identificado y listado por el CONTRATANTE o su representante.
e) Los cortes producto de las perforaciones y otros sólidos serán desechados adecuadamente. A la espera de la aprobación de un propietario, los recortes de perforación se podrán dispersar en la superficie del suelo. Se permitirá que los desechos que contengan agua puedan asentarse de manera que los sedimentos puedan depositarse. El agua puede subsecuentemente ser descargada en el drenaje del campo. Se deberá tener cuidado de no dejar que los esquejes, sedimentos o el agua de la descarga, caiga directamente en un quebradas o cuerpos de agua superficiales.
f) El CONTRATISTA tomará las fotografías digitales de todos los lugares de trabajo después de que la restauración y desmovilización hayan completado el documento final. Todas las fotografías incluirán de hora y fecha.

12. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL POZO

a) Todo revestimiento, rejillas, lechada de cemento y el material de sellado anular se pondrán a profundidades determinadas en el campo por el CONTRATISTA y la INTERVENTORÍA con el fin de cumplir con el objetivo técnico de este proyecto.
b) La terminación del pozo deberá ser completada de acuerdo con la sección terminación del pozo.
c) Verticalidad y alineación conforme la sección que lleva este mismo nombre.
d) El no pago por las operaciones de perforación o del seguimiento de las actividades de instalación del pozo, será debido al fallo de cumplimiento del CONTRATISTA con todos los requisitos anteriores.

13. PRODUCTOS

Los productos y entregables relacionados con la infraestructura:

- Pozo exploratorio: cumpliendo con las especificaciones técnicas en lo relacionado con profundidad y materiales.
- Equipo de bombeo y tubería de producción hasta boca de pozo, cuando aplique.

- Tablero eléctrico de operación de la bomba: especificaciones y funcionamiento del tablero.
- Acabados de superficie (Encerramiento, señalización, placa de concreto, tapa del pozo y cunetas perimetrales).

Entregables relacionados con los documentos que soportan la perforación exploratoria:

Informe integral de perforación y completamiento de pozos exploratorios:

- Descripción de las actividades: preparación del sitio, movilización, limpieza del pozo, desarrollo, pruebas hidráulicas y restauración del sitio, todo acorde a las especificaciones.
- Resultados de pruebas y análisis:
  - Registro físico del pozo (resolución de 600dpi) debe tener mínimo las siguientes sondas: Resistividad, Potencial Espontaneo, Rayos Gamma, caliper y Temperatura.
  - Registro detallado de los cortes y materiales encontrados durante la perforación, que incluya registro fotográfico de lo hallado.
  - Columna litológica con imágenes claras, con resolución de 600dpi.
  - Niveles acuíferos identificados hasta la profundidad objeto de perforación (profundidad tope, base y espesor de los niveles).
  - Análisis comparativo de tramos filtrantes vs niveles acuíferos.
  - Características de la instalación del sello sanitario.
  - Profundidad tope, base, espesor y material de los aislamientos hidráulicos.
  - Prueba de verticalidad y alineación.
  - Test de contenido de arena durante el desarrollo del pozo.
  - Diseño definitivo del pozo.
  - Aforo de caudales del pozo.
  - Comparación de volúmenes de grava instalado vs proyectado.
  - Nivel de la tabla de agua durante y al finalizar la perforación.
  - Análisis de pruebas hidráulicas.
  - Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua.
  - Atender las recomendaciones y/o exigencias que se detallen en el permiso de prospección y exploración otorgado por la autoridad ambiental CAR.
  - Recomendaciones de tratamiento de agua para aquellos parámetros que excedan los límites máximos permisibles, incluyendo propuestas específicas y viables de tratamiento.
  - Comparativo de cantidad, espesor, unidad geológica, profundidad tope y base, de cada nivel acuífero perforado frente a localización y espesor captado de cada filtro del pozo.

- Registro fotográfico: fotografías de cada actividad y de los materiales usados en la perforación y completamiento.
- Acabados de superficie: descripción de elementos finales instalados, como señalización, losa de concreto, tapas y encerramiento.
- Recomendaciones del pozo: orientaciones sobre manejo, uso y mantenimiento del pozo.
- Recomendaciones del equipo de bombeo:
  - Información sobre la bomba sumergible instalada, garantía, factura de compra, ficha técnica, manual de uso y mantenimiento del equipo de bombeo.

Por último, se deberá presentar una tabla de costos en formato Excel, con un desglose detallado de cada rubro relacionado con las actividades, materiales, equipos, transporte, y servicios ejecutados.

14. PROFESIONALES

Dentro del contexto de las actividades a desarrollar y teniendo en cuenta la magnitud de las actividades de exploración y completamiento de pozo exploratorio, la Entidad requiere contar con un grupo de profesionales y recursos técnicos que garanticen el cumplimiento de especificaciones y normas técnicas vigentes, actividades administrativas, legales, contables, financieras, ambientales y presupuestales, establecidas en los pliegos de condiciones, velando porque éstos se realicen, de la manera que fueron planeados y se alcancen las metas previstas.

Dentro del contexto de las actividades a desarrollar y teniendo en cuenta la magnitud de las actividades de consultoría, la Entidad requiere contar con un grupo de profesionales y recursos técnicos que garanticen el cumplimiento de especificaciones y normas técnicas vigentes, actividades administrativas, legales, contables, financieras, ambientales y presupuestales, establecidas en los pliegos de condiciones, velando porque éstos se realicen, de la manera que fueron planeados y se alcancen las metas previstas.

Conforme a lo anterior, para la ejecución de las actividades de consultoría, se requiere que el proponente cuente, con el siguiente equipo de personal:

Tabla. Personal mínimo requerido

Profesional Ofrecido para el Cargo	Requisitos de Experiencia General	Requisitos de Experiencia Específica
Un (1) Director general del proyecto **Dedicación:** 50% **Perfil Académico:** Estudios de pregrado en ingeniería civil o sanitaria o relacionadas con los núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico. Estudios de posgrado en alguna de las siguientes áreas: Gerencia o administración de obras o proyectos, hidráulica o ambiental o sanitaria.	Veinte (20) años	Diez (10) años de experiencia específica como director de obra, en la dirección de proyectos de diseño y obra de perforación de pozos exploratorios para la captación de aguas subterráneas
Un (1) Residente de obra **Dedicación:** 100% **Perfil Académico:** Estudios de pregrado en ingeniería civil o sanitaria o relacionadas con los núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico.	Diez (10) años	Cinco (5) proyectos experiencia como residente en diseño y obra de perforación de pozos exploratorios para la captación de aguas subterráneas, de los cuales en dos (2) de ellos deberán tener profundidades superiores a 500 metros.
Un (1) Hidrogeólogo **Dedicación:** 30% **Perfil Académico:** Estudios de pregrado en ingeniería civil o sanitaria o relacionadas con los núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico. Estudios de posgrado en alguna de las siguientes áreas: hidráulica o sanitaria o geología con posgrado en hidráulica o geotecnia o relacionadas con los núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico	siete (7) años	Experiencia de mínimo cinco (5) proyectos en diseño de pozos de captación de agua subterránea.
Un (1) Geólogo **Dedicación:** 30% **Perfil Académico:** Estudios de pregrado en geología o ingeniería geológica Estudios de posgrado en el área de la geotecnia	Cinco (5) años	Experiencia de mínimo cinco (5) proyectos en diseño de pozos de captación de agua subterránea.

Un (1) profesional ambiental **Dedicación:** 30% **Perfil Académico:** Ingeniería Ambiental o Ingeniería ambiental y sanitaria o Ingeniería ambiental y de saneamiento Estudios de posgrado en el área de las estructuras	Siete (7) años	Experiencia de mínimo cinco (5) proyectos en diseño de pozos, columnas litológicas para captación de agua subterránea.
Un (1) profesional SISO / HSE **Dedicación:** 100% **Perfil Académico:** (en alguna de las siguientes opciones): - Profesional en seguridad en el trabajo o salud ocupacional o relacionadas con el mismo núcleo base de conocimiento - Profesional en cualquier área, con estudios de posgrado en el área de seguridad en el trabajo y/o salud ocupacional o relacionadas con el mismo núcleo base de conocimiento Deberá tener licencia en salud ocupacional vigente.	Cinco (5) años	Experiencia de mínimo cinco (5) proyectos como supervisor siso en proyectos de perforación de pozos exploratorios para la captación de aguas subterráneas
Un (1) profesional social **Dedicación:** 30% **Perfil Académico:** Trabajador Social o comunicador social o antropólogo o politólogo	Diez (10) años.	Experiencia de mínimo cinco (5) proyectos en procesos participativos de proyectos de desarrollo, en los últimos siete (7) años

Fuente: Elaboración propia.

15. Actuación ante conflictos sociales

El CONTRATISTA será responsable de atender y resolver aquellos conflictos sociales que se presenten en el área inmediatamente aledaña al sitio de perforación y que sean consecuencia directa de las actividades de perforación ejecutadas en desarrollo del objeto contractual.

En el evento en que los conflictos sociales no estén vinculados de manera directa con las labores o impactos del CONTRATISTA, o cuando la magnitud o naturaleza del conflicto exceda la capacidad de gestión del contratista, este deberá escalar oportunamente las situaciones al comité técnico establecido. Allí, junto con la

interventoría y demás actores involucrados, se coordinarán y definirán las acciones necesarias para su atención, determinando responsabilidades y medidas a adoptar.

a) Es responsabilidad del CONTRATISTA, realizar la caracterización básica del área beneficiada directa (sitio de perforación) e indirecta (área inmediatamente aledaña, hasta 100 m), identificando actores clave (comunidades, líderes, predios).
b) Disponer un sistema accesible para recepción y respuesta de reclamos, con trazabilidad verificada por la interventoría.
c) El contratista deberá informar por escrito a la interventoría dentro de las 24 horas de ocurrido el conflicto, adjuntando pruebas (fotos, actas, videos), así mimo, deberá registrar en bitácora de obra: fecha, actores, naturaleza del conflicto (ej. ruido, polvo, residuos), impactos y acciones.
d) Presentar a la interventoría un informe detallado en 48 horas con causas raíz, personas afectadas y planes de corrección.