



OPERACIONES DE CONSTRUCCION DE POZO – PROCEDIMIENTO PROC.MP.05 PROCEDIMIENTO PARA EXPLORACIÓN, PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE POZO PROFUNDO DE AGUA

Información de Control de Documentos	Titulo	
	Procedimiento para Construcción pozo profundo de agua	
	Documento No.	PROC.MP.05
	Custodio o controlador del Documento	Operaciones
	Aprobado por	Gerente de Operaciones
	Fecha de Emisión	5 octubre 2018
	Revisión No. 1	Rev.01

CONTROL DE DOCUMENTOS

El Departamento de Operaciones es responsable del desarrollo y mantenimiento de este procedimiento. Todas las revisiones posteriores del procedimiento deberán ser aprobadas por el Gerente de Operaciones.

REGISTRO Y DISTRIBUCION

Este procedimiento se emite de la siguiente manera:

- **Copias controladas:** *El control de los Manuales y/o copias además de su distribución al personal para su uso regular será sistemáticamente actualizado. Las copias controladas son distribuidas por cada departamento de **MANANTIAL PERFORACIONES SAS**, para sus clientes internos (según demanda), todas las áreas de la organización y todos sus contratistas.*
- **Copias sin control:** *Dichos manuales y/o copias sin control son distribuidas con fines informativos. Dichos manuales deberán ser marcados apropiadamente “**COPIAS NO CONTROLADAS**”, y **NO** serán sujetas a revisiones.*

Cada departamento de la compañía deberá mantener el registro y la distribución de los procedimientos de su proceso. Todas las copias controladas deberán estar registradas y selladas como “**COPIA CONTROLADA**” antes de ser entregadas al usuario final. El usuario final deberá firmar un recibo de la copia del procedimiento. Cada copia controlada deberá ser devuelta al departamento de origen si el usuario final no requiere más de la copia. El líder de departamento es responsable de enviar la actualización de todos los documentos adecuados que puedan ser copias controladas, después de su revisión. Para el logro del objetivo se realizará la sustitución de las páginas en particular sometidas a las revisiones, o se reemplazará la totalidad de procedimiento.



TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS	3
3.1. EQUIPOS	3
3.2. HERRAMIENTAS	3
3.3. ACCESORIOS Y MATERIALES	4
4. DESARROLLO DE LA OPERACIÓN	4
4.1. LISTADO DE DOCUMENTOS	4
4.1.1. Estándares relacionados con la actividad	4
4.1.2. Documentos relacionados con la actividad	4
4.1.3. Personal involucrado en la operación	4
4.2. METODOLOGIA	5
4.2.1. Transporte de equipos y Materiales de Perforación	5
4.2.2. Construcción de piscina y canales de lodo	5
4.2.3. Perforación Exploratoria	5
4.2.3.1. Diseño del lodo	6
4.2.4. Registro eléctrico de resistividad, rayos gamma y SP	7
4.2.5. Diseño del pozo profundo	8
4.2.6. Ampliación del pozo exploratorio	8
4.2.7. Preparación del revestimiento	8
4.2.8. Entubado del pozo	8
4.2.9. Suministro e instalación de grava silicea	9
4.2.10. Diseño de los filtros	10
4.2.10.1. Determinación de la longitud de filtros	10
4.2.10.2. Determinación de la apertura de los filtros	10
4.2.10.3. Tipos de filtros	11
4.2.11. Prueba de producción y capacidad específica del pozo	13
4.2.12. Desinfección del pozo	15
4.2.12.1. Calculo del volumen de píldora limpiadora	15
4.2.12.2. Procedimiento de limpieza de los filtros y paquete de grava	16
5. ASPECTOS DE SEGURIDAD	17
5.1. SEGURIDAD Y MECANISMOS DE CONTROL Y RIESGOS	17
6. CONTIGENCIAS AMBIENTALES	18



1. OBJETIVO.

Definir y estandarizar las actividades necesarias para la *EXPLORACIÓN, PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE POZO PROFUNDO DE AGUA*, aplicando todos los estándares de CSM de **MANANTIAL PERFORACIONES SAS**, con el fin de minimizar los riesgos para el personal y el daño al medioambiente como al igual asegurar la ejecución de la obra bajo los mejores estándares de calidad.

Igualmente, se define la metodología general para la perforación de un pozo profundo, determinar las características hidráulicas del acuífero y recomendar el equipo de bombeo definitivo que sea requerido de acuerdo con las necesidades del Proyecto.

2. ALCANCE

Este procedimiento establece las actividades a desarrollar para la *EXPLORACIÓN, PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE POZO PROFUNDO DE AGUA*, teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Entrega previa de la información requerida por parte del ente ambiental del departamento según resolución emitida antes del inicio de los trabajos de perforación.
- Realizar la perforación del pozo de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio geo eléctrico y las exigencias establecidas por la corporación ambiental.
- Puesta en marcha y entrega en operación del pozo.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

3.1. EQUIPO.

- Equipo de Perforación.
- Equipo para levantamiento de tubería.
- Equipo para conexiones eléctricas.
- Equipo de fuego (extintores).
- Tubería de perforación.
- Broca (tamaños según diseño de pozo).
- Elementos de protección personal (casco, guantes, mascarillas, tapa oídos, gafas de seguridad, etc.)
- Unidad de registros eléctricos: rayos gama – resistividad – SP.
- Balanza de lodos.
- Embudo para toma de viscosidad.
- Bomba electro-sumergible en acero inoxidable.

3.2. HERRAMIENTAS.

- Equipo BES de acuerdo con el diseño.
- Tubería de Producción.



- Equipo para levantamiento de tubería: abrazaderas, lazo, elevadores de acuerdo con los diámetros de la tubería.
- Mesa de trabajo.
- Llaves para tubería de acuerdo con los diámetros.
- Pala y pica.
- Llenar listado de chequeo para corrida BES: **MP-OP-16 Formato Servicio BES.**

3.3. ACCESORIOS Y MATERIALES.

- Materiales para construcción del lodo de perforación: bentonita, material gelificante, carbonato de calcio, barita, cloruro de potasio, etc.
- Conexiones y Materiales necesarios según diseño del equipo de fondo.
- Tubería de revestimiento en acero al carbón o PVC.
- Filtros en acero inoxidable o PVC.
- Puntera.
- Cemento.
- Tubería de producción en acero al carbón o PVC.

4. DESARROLLO OPERACIONAL.

4.1. LISTADO DE DOCUMENTOS.

4.1.1. Estándares Relacionados a la Actividad.

- MP.EST.CSM.01 Sistema de Gestión SST.
- MP.EST.CSM.02 Estándar Atención de Emergencias Contingencias.
- MAN-QAS-MTO Programa de Mantenimiento.

4.1.2. Documentos Relacionados a la Labor.

- MP-OP-16 Formato Servicio BES.
- Programa de pozo de acuerdo con el diseño BES.
- Historia del pozo a ser intervenido.
- MP-OP-19 Registro Datos BES.
- MP-OP-01 Reporte Diario Perforación.
- MP-OP-12 Lista de Chequeo de Equipo Preparación.
- MP-OP-08 Formato Perfil Litológico.
- MP-CSM-01-Formato AST.

4.1.3. Personal Involucrado en la operación.

- 1 ingeniero de Operaciones.
- 1 supervisor de Operaciones.
- 1 perforador.
- 2 asistentes de perforación.



4.2. METODOLOGIA DE CONSTRUCCION POZO PROFUNDO DE AGUA.

La figura 1 ilustra gráficamente el proceso de construcción de un pozo profundo de agua y como este debe quedar completado finalmente.

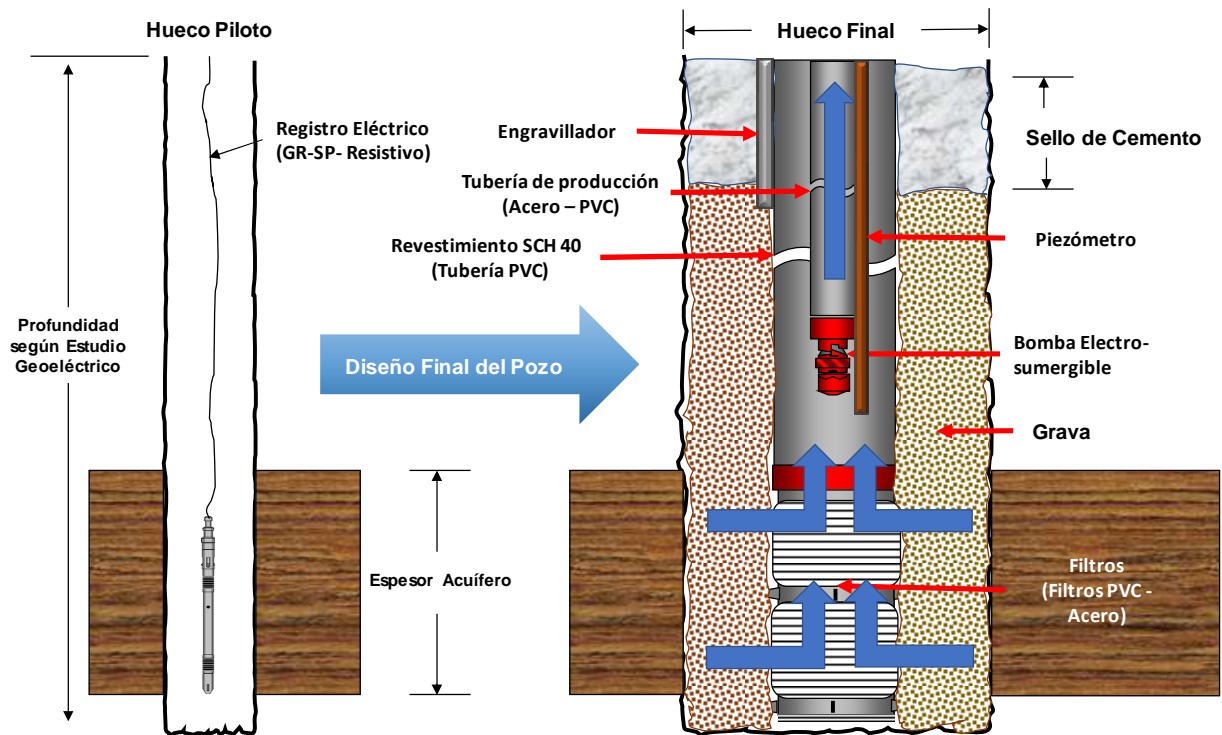


Figura 1. Proceso de construcción y completamiento final de un pozo profundo de agua.

4.2.1. TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES DE PERFORACIÓN.

Se entiende por transporte de maquinaria el desplazamiento de los equipos de perforación y las herramientas necesarias para la realización de los trabajos pertinentes a la construcción del pozo, desde donde **MANANTIAL PERFORACIONES SAS** tenga ubicado el equipo de perforación hasta el sitio de la obra donde se realizará la perforación del pozo.

EL SUPERVISOR DE OBRA se responsabilizará del manejo del equipo mecánico, tomando las precauciones necesarias para que no se causen daños materiales o accidentes personales, los cuales en caso de sucederse deberán ser reportados e investigados según el estándar **MP.EST.CSM.02 Estándar Atención de Emergencias Contingencias**. Todos los equipos que vayan a ser utilizados en las perforaciones deberán tener la aprobación del COORDINADOR DE OPERACIONES y tener la capacidad para perforación exploratoria de pozos a la profundidad requerida por el cliente y encamisado para esa misma profundidad, contando con las herramientas necesarias para tal efecto (brocas, barras de peso, tubería de perforación bombas de lodo etc.).



Antes de la salida del equipo de la base de operaciones EL SUPERVISOR DE OBRA (PERFORADOR), deberá diligenciar el formato **MP-OP-12 Lista de Chequeo de Equipo Preparación**, verificar todos los ítems estén cumplidos y entregar el formato diligenciado para aprobación del COORDINADOR DE OPERACIONES.

4.2.2. CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS Y CANALES DE LODOS.

Para el manejo de los lodos de perforación se dispondrá de dos (2) piscinas excavadas sobre el terreno con capacidad aproximada de 6 m³ cada una, que estarán interconectadas por medio de canales excavados sobre el terreno que permitan la recirculación de los lodos de perforación y la disposición de los desechos de lodo y ripio, cercanas al sitio de desarrollo de los trabajos. El sistema contará con el revestimiento adecuado para evitar impactos negativos sobre el suelo circundante.

Terminada la perforación estos lodos se mezclarán con material de excavación de la obra y se dispondrán en el lugar que sea aprobado por EL CLIENTE o asignado para disponer finalmente estos materiales, teniendo en cuenta que son lodos en base agua y que son totalmente degradables.

4.2.3. PERFORACIÓN EXPLORATORIA

MANANTIAL PERFORACIONES SAS tiene en cuenta las normas técnicas y de seguridad colombiana e internacional, propia para el correcto desarrollo técnico de las actividades de perforación. La perforación exploratoria del pozo se adelantará con el diámetro establecido y la profundidad requerida de acuerdo con el diseño preliminar del pozo.

La perforación incluye la realización de trabajos previos, toma y descripción de muestras en cada cambio de formación, descripción de las muestras, descripción de columna litológica, medición de rata de perforación y medición de los parámetros de los lodos de perforación. Los parámetros anteriores son registrados en el formato **MP-OP-08 Formato Perfil Litológico**. Todos los parámetros operativos anteriormente descritos deberán ser reportados diariamente por parte del PERFORADOR en el formato **MP-OP-01 Reporte Diario Perforación**.

EL INGENIERO DE PERFORACION deberá realizar una columna estratigráfica del pozo basado en la toma de muestras a intervalos de 1 metro o a intervalos mayores previamente autorizados por EL CLIENTE y en cada cambio de la formación de la perforación. En los casos de duda o discrepancia, **MANANTIAL PERFORACIONES SAS** realizará los ensayos especializados en un laboratorio de reconocida identidad, para la definición de los estratos.

EL INGENIERO DE PERFORACION deberá suministrar un informe diario de las actividades realizadas (Ref.: **MP-OP-01 Reporte Diario Perforación**). Este reporte debe incluir el avance de la perforación, descripción de los elementos utilizados en la perforación, rendimiento, características del material perforado, nivel de agua detectado dentro del pozo a determinada profundidad y hora, fugas de agua del pozo y profundidad donde se presentan, adelgazamiento del lodo de perforación, colapso de pozo cuando ocurra. También se debe reportar cualquier otra anomalía que interfiera con el normal desarrollo de la perforación diaria.



4.2.3.1. Diseño del Lodo.

Para el diseño del lodo de perforación tres aspectos principales deberán ser evaluados:

- Características de las zonas a ser perforadas, para lo cual se deberá tomar como referencia el estudio Geoeléctrico y el historial de perforación de pozos vecinos.
- Conocidos los tipos de roca a perforar se define las características principales del lodo: formulación de aditivos, reología requerida, etc.
- Definir tipos de problemas posibles y crear su plan de prevención y mitigación (perdidas de fluido, pega de tubería, influjo de agua, etc.).

		ESTRATEGIA DISEÑO DE FLUIDO - PERFORACIÓN			
	OBJETIVOS	CRITERIOS DE DISEÑO		MEDIDAS DE CONTROL	
		CONCENTRACIONES lb/M ³	PROPIEDADES		
<p>60 m</p> <p>8 1/2"</p> <p>HUECO PILOTO</p>	Cumplimiento de las políticas de HSE Evitar pérdidas de circulación Mantener limpieza del hueco para evitar empaquetamiento o pega de la sarta Evitar acumulación de cortes en superficie y piscinas Evitar embotamiento de la broca, BHA Evitar generación de washout o diámetros de huecos grande	BENTONITA	= 40 MR Gel	Densidad ppg = 8,6 - 8,8 Viscosidad embudo seg/qt = 45 - 55	- Mantener propiedades de diseño del lodo definidas, de acuerdo a experiencia y curva de aprendizaje obtenida en la perforación del pozo inyector I-1, para así evitar hidratación de arcillas y acumulación de cortes en fondo. - En el caso de observar acumulación de cortes en el hueco, baja relación de avance (ROP) e incremento de presión, preparar pildoras viscosas con mismo porcentaje de formulación de aditivos y bombearlas al hueco con el fin de levantar los cortes suspendidos y refrescar el lodo en hueco.
		KCL	= 0	Viscosidad Plástica Cp = N/A	
		VISCOSI (V2)	= 1 LB Polimeric Pack 0.5 lb Poliplus	Punto de Cedencia lb/100 ft2 = N/A	
		HIDRÁULICA Y LIMPIEZA		Filtrado ml/30min = NC	
		Galonaje	= 100 - 140 gpm	Ph = 8,5 - 9,0	
		ECS	= Eficiencia 90%	Sólidos Totales% = < 6,0	
<p>100 m</p> <p>8 1/2"</p> <p>HUECO PILOTO</p>	Cumplimiento de las políticas de HSE Evitar pérdidas de circulación Mantener limpieza del hueco para evitar empaquetamiento o pega de la sarta Evitar acumulación de cortes en superficie y piscinas Evitar embotamiento de la broca, BHA	BENTONITA	= 40 MR Gel	Densidad ppg = 8,8 - 9,0 Viscosidad embudo seg/qt = 55 - 70	- Mantener propiedades de fluido definidas, teniendo en cuenta que el pozo se va cargando de cortes y se va incrementando el peso del lodo, se requiere ir evaluando comportamiento del fluido con el hueco y de ser el caso bombear pildoras viscosas con los mismos porcentajes de aditivos definidos cada 10 mts, con el fin de refrescar el lodo en el hueco y levantar los cortes suspendidos. - Monitorear constantemente los parámetros de perforación, ya que disminución en la tasa de perforación (ROP), incremento en la presión de bombeo, puede ser indicio de carga en el anular o empaquetamiento, en el caso de presentarse evaluar las propiedades del lodo y de ser el caso. - No dejar acumular cortes en las piscinas, ir separando durante la perforación y extracción los cortes, con el fin de evitar que el fluido de perforación se vaya cargando durante la circulación con el circuito corto.
		KCL	= 0	Viscosidad Plástica Cp = N/A	
		VISCOSI (V2)	= 1 lb Polimeric Pack 0.5 lb Poliplus	Punto de Cedencia lb/100 ft2 = N/A	
		HIDRÁULICA Y LIMPIEZA		Filtrado ml/30min = NC	
		CARBONATO	= 20 LBS	Ph = 8,5 - 9,0	
		ECS	= Eficiencia 85%	Sólidos Totales % = < 8	

Figura 2. Diagrama de Diseño lodo de Perforación



4.2.4. REGISTRO ELÉCTRICO DE RESISTIVIDAD, RAYOS GAMMA Y SP.

Después de perforado el pozo de exploración, se toma un registro eléctrico de resistividad, potencial, espontáneo y rayos gama. EL CLIENTE o su representante deberá presenciar, revisar y aprobar la toma de registro.

El objetivo principal del registro es suministrar la información para el diseño del pozo con una estructura estable, duradera y eficiente, con suficiente espacio para albergar al equipo de bombeo y demás estructuras de extracción, que permita flujo eficiente y libre de sedimentos del agua subterránea del acuífero a las tasas de caudal y volumen deseado, y previniendo el crecimiento de bacterias y desmoronamiento de material dentro del pozo.

4.2.5. DISEÑO DEL POZO PROFUNDO.

El diseño final del pozo profundo lo adelantará **MANANTIAL PERFORACIONES SAS** con base en el registro litológico, registro de rendimientos de perforación, registros eléctricos e información adicional como por ejemplo aguas saltantes, pérdidas de circulación de lodos, disminución de la densidad del lodo u otros que sean de interés para el diseño.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se decidirá si se construye el pozo definitivo. En caso positivo, junto con los análisis granulométricos, registros eléctricos y rendimientos de perforación y pruebas de bombeo, **MANANTIAL PERFORACIONES SAS** procederá a realizar el diseño definitivo del pozo.

4.2.6. AMPLIACIÓN DEL POZO EXPLORATORIO.

Una vez terminada la perforación exploratoria, y después de realizado el diseño óptimo del pozo de acuerdo con los registros eléctricos, se procederá a ampliar la excavación exploratoria, teniendo en cuenta que la ampliación está proyectada inicialmente, de acuerdo con el diseño promedio de los pozos existentes que se encuentran en funcionamiento en la región, con la configuración que sea acordada dentro del procedimiento a cargo de **MANANTIAL PERFORACIONES SAS**.

La selección definitiva de los diámetros y profundidades del pozo serán producto de los diseños que elabore el **MANANTIAL PERFORACIONES SAS** con la aprobación del CLIENTE.

4.2.7. PREPARACIÓN DEL REVESTIMIENTO

Una vez realizado el registro eléctrico y elaborado el diseño definitivo del pozo, se procede a hacer el diseño de corrida de la tubería de acero al carbón o PVC de acuerdo con las longitudes requeridas por cada tramo de tubería ciega y a ubicar la cantidad de filtros por tramo de acuerdo con la abertura que el análisis granulométrico indique, para los diferentes tramos acuíferos (Ref.: **MP-OP-02-Tally de Tubería**). EL SUPERVISOR DE OBRA deberá suministrar y utilizar los implementos, herramientas y equipo de construcción apropiados para la segura y adecuada ejecución de la obra.

Todos los tubos accesorios y demás elementos serán cuidadosamente manejados, para evitar que se dañen o afecten los filtros. Por ningún motivo los materiales y equipos se dejarán descargar volcados desde los camiones de transporte o al bajarlos al hueco. Los tubos deberán



apilarse a un lado de la perforación, de tal manera que no obstaculicen el tránsito de los vehículos y personal al frente de los trabajos y permitan su fácil soldadura, empalme y bajada al pozo.

4.2.8. ENTUBADO DEL POZO.

El correcto entubado del pozo hace referencia a la instalación de tuberías, comprendiendo, el transporte local dentro de la obra de la tubería de acero-PVC y filtros, bombeo de aguas y lodos de perforación, soldada de la tubería y acople correcto con los filtros, bajada de la tubería, y entrega de los conductos en perfecto estado de colocación.

El entubado del pozo se debe realizar en forma continua, la tubería debe bajar libremente y en cada unión o pega soldada se debe mantener y chequear la verticalidad con un nivel. Se instalará tramo por tramo hasta que al final, la tubería queda colgada del gancho del winche de la máquina de perforación, se centra y se asegura en la superficie mediante un anclaje compuesto por dos rieles de acero que se apoyan en el terreno y se sueldan al pozo por medio de platinas de acero.

La tubería nunca se debe apoyar en el fondo de la perforación. Entre el fondo de la perforación y la profundidad máxima de revestimiento del pozo, se deben dejar +/- 10 metros de tolerancia para que los sedimentos que puedan caer durante el entubado se depositen en el fondo y no vayan a impedir el descenso de la tubería.

En general, para las operaciones de colocación, instalación unión y pruebas de las tuberías, deberán observarse las instrucciones del fabricante respectivo. EL SUPERVICOR DE OBRA - PERFORDOR deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar la flotación del revestimiento.

4.2.9. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GRAVA SILÍCEA.

Se debe suministrar grava seleccionada no carbonácea, silícea al 95% y lavada, en las cantidades necesarias para el correcto engravillado del pozo. La principal razón para dotar de un filtro artificial de grava a un pozo perforado en un acuífero de arenisca es la de que el material de la formación casi no ofrece apoyo lateral a la rejilla. Una vez colocada la rejilla en el agujero, algunos espacios vacíos permanecen en el anillo comprendido entre la rejilla y la pared del agujero. Esto deja abierta la posibilidad de que una porción de la formación pueda derrumbarse y caer sobre la rejilla en cualquier momento, dañándola. La grava podrá soportar a las paredes del agujero y al mismo tiempo brinda apoyo lateral a la rejilla.

Como en el caso de la selección del tamaño de orificio de los filtros, la selección de parámetros del empaquetamiento con grava se basa en los resultados de los análisis granulométricos del material de corte. La grava suministrada debe estar limpia y bien redondeada, con máximo el 10% de caras planas y debe tener un mínimo de contenido silíceo del 95% para evitar disolución en aguas de bajo PH, el material no debe contener hierro o manganeso en ninguna forma y no debe afectar la calidad del agua del pozo.

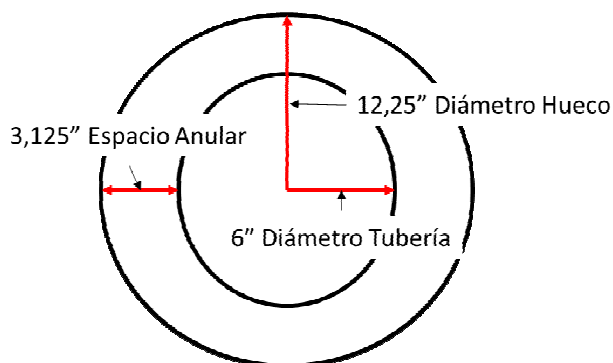
La grava suministrada se instalará según el diseño definitivo del pozo y una vez éste se encuentre entubado, desde el fondo del pozo hasta 5 metros por encima del primer filtro, por medio de tubos engravilladores resistentes tanto a las presiones como a las cargas de impacto y torsión a que estarán sometidos.



Se deberá verificar que el proveedor de la grava tenga licencia ambiental vigente y disponga de un sistema de control de calidad que asegure una grava óptima para uso en pozos profundos de agua.

4.2.9.1. Espesor del Filtro de Grava.

Puesto que la teoría de diseño de la gradación de los filtros de grava se basa en la retención mecánica de las partículas de la formación, lo único que se necesitaría es un espesor de filtro de solamente dos o tres tamaños de grano, para que el filtro retuviese y controlase la arena de la formación. Las pruebas de laboratorio realizadas demuestran que un filtro con un espesor de solamente una fracción de centímetro retiene con éxito las partículas de la formación, no importa cuál sea la velocidad del agua que tiende a arrastrar dichas partículas hacia el filtro. Sin embargo, se reconoce que no resulta práctico colocar en un pozo un filtro de grava cuyo espesor sea de solamente una fracción de centímetro y esperar que, en esta forma, la envoltura alrededor de la rejilla sea completa. Se necesita, por lo tanto, un espesor de unos 8 centímetros, que se considera práctico para su instalación en sitio.



El presente ejemplo cumple con la recomendación de disponer de al menos 8 cm, (3,125") para poder realizar una operación de empaquetamiento con grava exitoso.

Figura 3. Relación óptima de los diámetros de tubería vs hueco.

4.2.10. DISEÑO DE LOS FILTROS.

4.2.10.1. Determinación de la Longitud del Filtro.

La longitud óptima del filtro debe escogerse con relación al espesor del acuífero, abatimiento disponible y estratificación de la formación. Clasificando el acuífero como Artesiano Homogéneo se pueden seguir las siguientes recomendaciones de diseño.

Acuífero Artesiano Homogéneo. En este tipo de acuífero, deberá enrejillarse de un 70% a 80% del espesor de la formación acuífera, suponiendo que el nivel del agua descienda por debajo del techo de éste. Un buen diseño nos indica que un buen abatimiento disponible de un acuífero artesiano debe ser igual a la distancia entre el nivel estático y el techo del acuífero.



Si el acuífero tiene menos de unos 8 metros de espesor, es suficiente con enrejillar el 70%, si su espesor se halla comprendido entre 8 y 15 metros, deberá colocarse rejilla en un 75% de éste; y si es mayor de 15 metros, deberá enrejillarse no menos del 80%. Las longitudes del filtro indicadas harán posible captar alrededor de un 90% o más, de la máxima capacidad específica que se podría obtener al enrejillar todo el acuífero.

4.2.10.2. Determinación de la abertura de ranura de los filtros.

Las aberturas de las rejillas se escogen mediante un análisis granulométrico de las muestras representativas de la formación. Para cada muestra, se grafica una curva granulométrica, para determinar la abertura correcta de la ranura, solamente se necesita escoger un punto de la curva en la que la línea horizontal correspondiente, ya sea a un 40% o 50%, intercepte a la curva de granulometría y luego determinar la correspondiente abertura de rejilla en la escala horizontal de tamaños.

4.2.10.3. Tipos de Filtros.

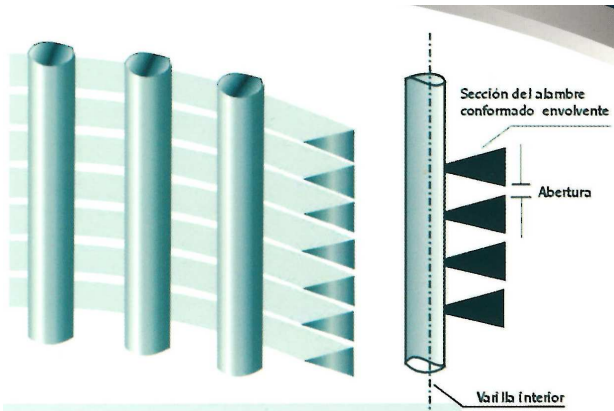
a. Filtros en acero inoxidable.

Los filtros de ranura continua en acero inoxidable son ampliamente usados en el mundo como mecanismo de control de producción de arena y estabilidad de hueco en pozos de agua.



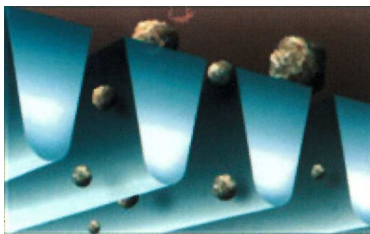
La baja velocidad de ingreso del agua implica mínima pérdida de carga, menor abatimiento del pozo durante el bombeo, y reducción de los efectos de incrustación y corrosión del filtro.

Diseñados y contruidos para responder a diferentes esfuerzos, manteniendo una óptima combinación entre resistencia y área abierta.



La abertura en forma de "V" abriéndose hacia el interior sólo permite dos puntos de contacto a la partícula, lo cual reduce al mínimo la colmatación y obturación del filtro.

Los filtros de abertura continua en acero inoxidable proveen una mayor área de flujo que cualquier otro tipo de filtro, en especial sobre la tubería ranurada.



La ranura continua tipo "V" ofrece superficie de gran área abierta con propiedades auto limpiantes y de gran resistencia.

La siguiente tabla describe las principales características de un filtro en acero inoxidable:

Diámetro			Ranura (mm)	Peso Total (Kg/m)	Área		Transmisibilidad m ³ /h. m @ V= 3 cm/s	Resistencias	
Nominal (pulg.)	Int. (mm)	Ext (mm)			%	Cm ² /m		Tracción (Ton)	Peso (Ton)
6	152	167	0,50	10,75	18	950	9,87	3,45	
			0,75	10,04	25	1307			

La selección final del tamaño de ranura más apropiado dependerá del análisis de tamaño de grano efectuado a los cortes de perforación de la zona productora de agua.

b. Filtros en PVC.

Otra opción para revestir e instalar filtros es usando tubería de revestimiento PVC RDE-21 la cual posee las siguientes características.

- **Longitud:** Tubería de encamisado de 6 metros. Tubería de filtro en 3 metros.
- **Material RDE 21**

Diámetro Nominal	D Externo (mm)	D Interno (mm)	Espesor (mm)	Peso (Kg/mt)
6	168.28 (6.62")	152.25 (6")	8.01	6.05



- **Acoples con roscas herméticas.** Tubería posee terminales con roscas para un rápido acople. El acoplamiento puede realizarse durante la propia inserción (vertical), o también en forma horizontal, previo a la inserción.

- **Ranuras:**

Rosca Macho



Rosca Hembra



- a) Tubería ranurada en slots de tamaño 20 (0.51mm) y 40 (1 mm).
- b) Larga duración.
- c) Elimina vibraciones y posibles derivaciones eléctricas.
- d) No le afecta la corrosión, incluso con aguas muy agresivas.
- e) Gran resistencia a la tracción, soportando con garantía las cargas de instalación.

Tipo de Revestimiento	PVC 6", RDE 21 SLOT 20 en tramos de 3 Mts
Diámetro del revestimiento	Disponible 4" – 6" y 8"
Tipo de Filtro	PVC RDE 21, Ranura continua
No de Ranura	20 (0,5 mm) – 30 (0.7 mm).
Longitud del filtro	De acuerdo con la longitud del acuífero
Longitud del Desarenador	0,30 Mts
Tipo de rosca	Rosca cuadrada
Tapa de protección	Tapa roscada con tubo de ventilación.

- **Tubería Liviana.** Resistente y durable, características ampliamente reconocidas del PVC.

- **Ventajas tubería PVC.**

- Larga duración.
- Actas para aguas potables.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Facilidad de transporte y almacenamiento.
- Facilidad y rapidez de montaje y extracción.
- Elimina vibraciones y posibles derivaciones eléctricas.
- No le afecta la corrosión, incluso con aguas muy agresivas.
- Mayor facilidad de introducción y extracción en pozos irregulares.
- Gran resistencia a la tracción, soportando con garantía las cargas de instalación.
- Tipo único para todas las instalaciones de operación, simplificando el proceso de diseño y selección.



- **Sistema de Acople.** El sistema de acople o junta entre tubos es por medio de rosca interna y externa, siendo el tipo de rosca de perfil cuadrado con un paso o ascensión de 2 hilos/pulgada (12.7 mm de paso). Los diámetros internos y externos de los tubos se mantienen constantes en los puntos de junta o acople. Tubería con rosca cuadrada, permite tener un perfil liso externo lo cual garantiza una eficiente operación de engravillado, aumentando la vida útil del pozo y garantiza una adecuada capacidad de fluido.

4.2.11. PRUEBAS DE PRODUCCIÓN Y CAPACIDAD ESPECIFICA DEL POZO.

Una vez construido el pozo se debe efectuar pruebas de producción o de eficiencia del pozo que se harán mediante tres a cuatro escalones de bombeo, seguida de su respectiva recuperación. La duración de la prueba de bombeo debe ser de mínimo 24 horas y la duración de la recuperación será definida por el tiempo de recobro del nivel inicial.

Durante la prueba inicial de bombeo deben registrarse los siguientes parámetros:

- Nivel estático inicial del pozo.
- Caudal de bombeo según cronograma predefinido.
- Nivel dinámico para cada medición del caudal.
- Calidad del agua, tomando muestras al inicio y final de la prueba.
- Capacidad de recuperación del acuífero.

Los trabajos de cementación se harán al final de la obra. Se colocará como mínimo un sello sanitario en los primeros 5 metros a partir de la superficie de terreno.

Seguido las condiciones básicas para la prueba de producción y reporte de un pozo profundo de agua:

1. Los caudales de producción serán medidos por medio medidor de flujo el cual tiene las siguientes características:



Referencia:	LXSC-50E.
Conexión:	2" NPT, 50 mm DN
Rango de Lectura:	0.0001 a 99999 M3
Flujo Máximo:	30 M3/h (8.33 l/s)
Flujo Mínimo:	300 l/h (0.083 l/s)
Norma:	Standard ISO4084 Class B

2. La duración de la prueba será de 24 horas continuas de bombeo.
3. Tiempo de recuperación estimado de 24 horas y con un mínimo del 95% del nivel estático original del acuífero.



4. Realizar prueba de bombeo a caudal constante cercana al caudal estimado de explotación. Asegurar que el abatimiento no es mayor a 2/3 de la columna total de agua.
5. Como parte de la prueba se presentará el informe de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de una muestra de agua tomada en la boca de pozo. Los parámetros por determinar serán: Amoniac, arsénico, bario, cadmio, cianuro, zinc, cloruro, cobre, color, compuestos fenólicos, cromo difenil, mercurio, nitratos, PH, plata, plomo, selenio, sulfatos, coliformes totales, coliformes fecales, tensoactivos. Análisis generados por laboratorio avalado por el IDEAM.
6. Se reportará las características hidrogeológicas del acuífero: coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica, radio de influencia, caudal recomendado en explotación, rendimiento del pozo.
7. Se generará informe técnico recomendando una tasa de bombeo optima, con su debido diseño de sistema de bombeo electro-sumergible.

- **Calculo de la Capacidad Específica.**

La capacidad específica de un pozo es la capacidad de agua real que produce un acuífero por cada metro de descenso del nivel del agua y es un indicativo del rendimiento característico de la formación.

Q = Caudal promedio de la prueba.

NE = Nivel Estático.

ND = Nivel Dinámico

Abatimiento AB = ND – NE

Capacidad Especifica = CE = Q / AB

La tabla 1 describe los datos a registrar durante la prueba de bombeo y su respectivo cálculo de capacidad especifica (Ref.: **MP-OP-15 Prueba de Abatimiento**).

Pozo		Fecha:		Profundidad de la Bomba:		Prueba Realizada Por:
Hora de Inicio de Bombeo (hh:mm)	Hora de Finalización (hh:mm)	Duración de la Prueba (mm:ss)	Nivel del Agua (Mts)	Tasa de Bombeo (L/S)	Capacidad Especifica (LPS/MTS)	Observación


	MANANTIAL PERFORACIONES SAS CONSTRUCCION POZO DE AGUA	PROC.MP.05. Construcción Pozo de Agua
		Revisión No 1. 3 septiembre 2018

Tabla 1. Datos prueba de bombeo con bomba

4.2.12. DESINFECCIÓN DEL POZO

Se hará la desinfección del pozo en una longitud que será determinada posterior al diseño definitivo del mismo. Esta actividad incluye todas las labores necesarias para suministro de insumos químicos, equipos, herramientas, personal, transporte de muestras, laboratorio, etc.

4.2.12.1. Cálculo del volumen de píldora limpiadora.

El volumen de píldora limpiadora y desinfección de los filtros y paquete de grava se calcula tomando el volumen ocupado desde la altura al nivel de fluido hasta la profundidad total estimada de limpieza. La siguiente tabla es usada para determinar las cantidades de desinfectantes a ser utilizados para la mezcla y bombeo del tratamiento.

	Unidad - Concentración	Cantidad
Profundidad máxima de limpieza	Mts	
Profundidad máxima de limpieza	Mts	
Volumen de píldora limpiadora requerida	Litros	
Volumen estimado de Hexametáfosfato de sodio – por cada 50 litros de fluido en el pozo	0.75 Kg/50 l Agua	
Volumen estimado de Hipoclorito de Calcio – por cada 50 litros de fluido en el pozo	0.25 Kg/50 l Agua	

4.2.12.2. Procedimiento de Limpieza de los filtros y paquete de grava.

- 1) Bajar la tubería con herramienta de “jetee” para mejorar eficiencia de limpieza hasta el fondo de pozo (o profundidad inferior de los filtros). Seguido diagrama de la herramienta para mejorar la eficiencia de lavado de los filtros.

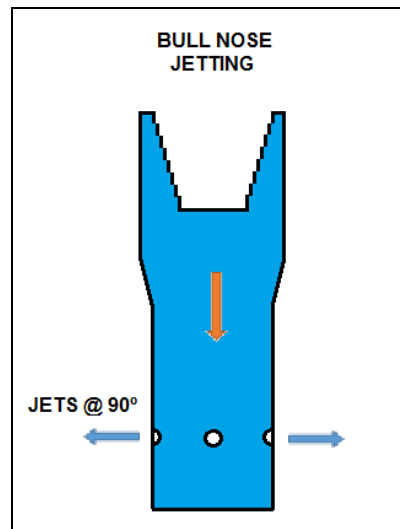


Figura 4. Herramienta de fondo para lavado y desinfección de filtros.

- 2) Mezclar volumen de píldora limpiadora según recomendación técnica.
- 3) Correr cada junta de 1¼" x 3 metros bombeando la píldora química asegurando la limpieza por jeteo de los filtros siguiendo la siguiente tabla de bombeo.

Profundidad inicial – Final (Mts)	Volumen de bombeo (gal)	Acumulado bombeado (gal)

Tabla 2. Programa de bombeo píldora de desinfección.

- 4) Esperar 24 horas como tiempo de acción de los productos de la píldora limpiadora.
- 5) Por medio circulación en directa circular afuera la píldora limpiadora a superficie.
- 6) Sacar tubería.
- 7) Bombeo de aire comprimido para limpiar todo el material solido que pudiese ser encontrado en el pozo.

Nota: durante las operaciones de limpieza antes del tratamiento químico y luego tomar muestras de solidos de fondo y agua para análisis de laboratorio.



Durante las operaciones de limpieza antes y posterior al tratamiento químico tomar muestras de sólidos de fondo y agua para análisis de laboratorio.

5. ASPECTOS DE SEGURIDAD

5.1. SEGURIDAD Y MECANISMOS DE CONTROL DE RIESGOS.

Asegurarse que todo el personal haga uso de los Elementos de Protección Personal (EPP).

- Casco.
- Guantes.
- Botas de Seguridad.
- Gafas de Seguridad.
- Protectores de oídos.

El equipo de perforación solamente puede ponerse en servicio por personal debidamente instruido en el funcionamiento, estando el equipo totalmente instalado.

Antes de iniciar la operación, asegúrese de que se realiza el listado de verificación para perforación de pozo (Ref.: **MP-OP-12 Lista de Chequeo de Equipo Preparación**).

El Supervisor de Operaciones es responsable de que todos los trabajos de mantenimiento, inspección y montaje sean realizados por personal técnicamente calificado, que se haya informado de modo suficiente, estudiado detenidamente el Manual de Servicio del Fabricante.



Todos los trabajos mantenimiento del equipo de perforación han de ser realizados por personal calificado.




Todos los trabajos en la conexión hidráulica han de ser realizados por personal calificado.

Debido a que esta operación es desarrollada en equipo, requiere una coordinación completa entre la cuadrilla, y la consecuencia de no asegurar una buena coordinación probablemente podrá comprometer la integridad de las personas, equipos o medio ambiente.

Es requiere realizar el mantenimiento de las uniones de las mangueras del sistema hidráulico, en la medida en que se hayan usado según programa de mantenimiento preventivo (Ref.: **MAN-QAS-MTO Programa de Mantenimiento**). Lubricar todas las conexiones.

Cualquier herramienta o accesorio que se instale en la tubería debe ser medido (longitud, diámetro externo y diámetro interno), y deberá registrarse en el estado mecánico del pozo.

	MANANTIAL PERFORACIONES SAS CONSTRUCCION POZO DE AGUA	PROC.MP.05. Construcción Pozo de Agua
		Revisión No 1. 3 septiembre 2018

Verifique y aplique el Análisis de Trabajo Seguro (ATS, Ref.: **MP-CSM-01-Formato AST**) correspondiente a esta tarea antes de comenzar la operación.

Verificar que el aterrizaje de los equipos eléctricos y la presencia de alta tensión se señalizaron.

Siempre use la técnica de bloqueo de equipos críticos al realizar el mantenimiento o instalación.

6. CONTINGENCIAS AMBIENTALES

Puede existir la presencia de contaminación en la localización con fluido y los sedimentos extraídos del pozo. Para evitar esto, se debe disponer de recipientes adecuados (piscinas) para recoger el fluido y lodo de perforación.

En casos extremos, en los que se produce un derrame, debe estar encerrado con una barrera de tierra, arena o material absorbente, para que el fluido pueda ser recolectado con la bomba de aire con un camión de vacío, o cualquier otro método. Si es necesario, construya canales perimetrales al área de perforación para así evitar la descarga descontrolada fuera de la localización.

Verificar el correcto sello en los acoples de las mangueras para evitar goteos y escapes de fluido en la locación.

Se debe verificar constantemente el nivel de los tanques de almacenamiento de fluido con el fin de impedir que rebosen y ocurran derrames.