

Acta Sesión Extraordinaria 73-2005

01 de diciembre del 2005

Acta de la Sesión Extraordinaria N° 73-2005 celebrada por el Concejo Municipal de Belén, a las dieciocho horas del primero de diciembre del dos mil cinco, en el Salón de Sesiones de la Municipalidad de Belén, en el Distrito San Antonio. **MIEMBROS PRESENTES: REGIDORES PROPIETARIOS:** Lcda. Mariana Chaves Rodríguez quien preside. Sr. Erick Villegas González Vicepresidente. Sr. Marco T. Chacón Sánchez. Sra. Lorena Venegas Zumbado. Sr. Julián Alberto Venegas Campos. **REGIDORES SUPLENTE:** Sr. Desiderio Solano Moya. **SINDICOS PROPIETARIOS:** Sra. Margarita González Alfaro. **SINDICOS SUPLENTE:** Sr. José Joaquín Arguedas Miranda. **FUNCIONARIOS MUNICIPALES: Alcalde Municipal** Víctor Viquez Bolaños. **Secretaria Municipal:** Sra. Ana Patricia Murillo Delgado. **MIEMBROS AUSENTES: REGIDORES PROPIETARIOS:** Ing. William Murillo Montero (justificado). **REGIDORES SUPLENTE:** Prof. María Lorena Vargas Viquez. Sr. Miguel Alfaro Villalobos. Srta. Elvia González Fuentes. **SINDICOS PROPIETARIOS:** Sra. Rita Eugenia Guido Quesada. Sr. Alexander González Pérez. **SINDICOS SUPLENTE:** Sr. Marcos Arroyo Agüero. Sra. Ligia Delgado Zumbado.

CAPITULO I

La Presidenta Municipal Mariana Chaves Rodríguez informa que esta Sesión Extraordinaria es parte del esfuerzo del Concejo Municipal para cumplir con la visión de la comunidad en relación con la protección del recurso hídrico y que en buena parte se refleja en el documento final del proyecto Belén 2030, cuando afirma las siguientes aspiraciones en relación con el ambiente: **“Aspiraciones en ambiente: Ordenar el desarrollo del cantón equilibrando el crecimiento urbano con la conservación de los recursos naturales, en especial el recurso agua, por medio de la mejora y adquisición de zonas de protección, que nos permita contar con una ciudad limpia, arborizada; sostenida por una población ambientalmente conciente, bajo la consigna de un Belén líder en protección del recurso hídrico.”** En este contexto de positivismo, apertura y visión de futuro damos la bienvenida al Ingeniero Alejandro Guillén Guardia, Experto Internacional quien fue contratado por la Organización Panamericana de la Salud para que elaborara un diagnóstico en relación con la contaminación del Pozo AB-1089 con hidrocarburos. En esta ocasión nos explicará los principales hallazgos y recomendaciones en relación con su estudio. No cabe la menor duda que los aportes del Ingeniero Guillén Guardia permitirán a la Municipalidad dimensionar con mayor propiedad la magnitud del problema y tomar las acciones o previsiones que corresponda. Aprovecha la oportunidad para agradecer la presencia de un público tan nutrido y distinguido, y de manera particular a la Doctora Jenny Reynolds Vargas, don Julio Fraile y don Lautaro Ramírez y acompañantes. No cabe duda que el Cantón se beneficia con la participación de expertos de este calibre, y cuyos puntos de vista permitirán a la Alcaldía y a este Concejo obtener mayores elementos de juicio para definir si el Plan de Contingencia Consolidado mantiene su vigencia, o debe ser actualizado a la luz de los nuevos hechos conocidos.

Posteriormente escucharemos al Ingeniero José Zumbado, Director del Area Operativa, quien presentará el Atlas Temático de Protección de Recursos Hídricos del GAM, correspondiente al

Cantón de Belén. Este Atlas es resultado del esfuerzo de gran cantidad de personas e instituciones que buscan impulsar acciones concretas para la protección del recurso hídrico de la Gran Area Metropolitana

SE ATIENDE AL CONSULTOR DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD QUIEN EXPONE EL DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DEL DERRAME DE COMBUSTIBLES EN MANANTIAL SUBTERRANEO.

ARTICULO 1. Se atiende al señor Alejandro Guillen Guardia, Consultor OPS, quien realiza la siguiente exposición:

Presentación al Concejo Municipal

REPORTE DE DIAGNÓSTICO CONTAMINACIÓN DEL POZO AB 1089

Introducción

- ┌ **El sitio:** Pozo AB 1089 Gasolinera Auto Servicio Zona Franca (ubicados 200 metros al este de CENADA en la Zona Industrial de Heredia)
- ┌ **Preocupaciones:** Iniciaron el día 01 sept 2004 cuando la (ESPH) detectó, en un muestreo de rutina, que el agua del pozo Pri II (o AB 1089), despedía un fuerte olor a hidrocarburos.
- ┌ **Pozo fuera de servicio.** Se usa en la estación seca.

Pozo AB 1089

- ┌ Se realizaron algunos análisis de la calidad del agua del pozo
- ┌ La confirmación de la Comisión Interinstitucional (hace 13 meses aprox.)
- ┌ El acuífero de preocupación: Colima Superior (principal fuente de agua subterránea con una muy alta población)

Punto de ebullición del Diesel

- ┌ Mediano punto de ebullición
- ┌ Mediana Volatilidad
- ┌ +/- C10 a +/- C20

Cromatografía del Diesel

C4 a C8 son solubles en agua

Diesel y turbocina migran con el tiempo, pero más despacio que gasolina

El pozo fue perforado en un diámetro de 44.4 cm, con una tubería ciega de 35.6 cm, y tiene una profundidad de 160.3 metros, lo que significa que el pozo penetra a través de la:

- ┌ Formación Tiribí (0 ~ 22 metros);
- ┌ Formación Colima Superior (22 ~ 59 metros);
- ┌ Formación Colima Superior (59 ~ 111 metros);
- ┌ Ignimbritas Puente Mulas (111 ~ 139 metros); y

- ┌ Formación Colima Inferior (139 ~ 160.3 metros).
- ┌ Debido a los posibles riesgos de contaminación el Ministerio de Salud, solicitó a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) / Organización Mundial de la Salud (OMS) la contratación de servicios para una asesoría técnica
- ┌ El contrato con el asesor se firmó el 9 de septiembre 2005
- ┌ El presente reporte constituye el entregable asociado con la primer tarea contratada
- ┌ Labores de diagnóstico realizadas por la Comisión desde sept. 2004 ~ actividades de diagnóstico Fase 1:
- ┌ Visitas de reconocimiento;
- ┌ algunos estudios de gabinete;
- ┌ muestreo de pozos aledaños en la zona industrial;
- ┌ perforación de 15 barrenos;
- ┌ conversión de un barreno a piezómetro;
- ┌ actividades de muestreo / análisis de las matrices suelo y agua subterránea.
- ┌ Énfasis en rastros de contaminación manifestados en muestras del pozo AB 1089 se inició una remediación del pozo mediante una extracción

Constreñimientos

- ┌ Dos constreñimientos importantes para la Fase 2:
- ┌ los requerimientos aplicables o relevantes y apropiados (RARAs), una preferencia por las tecnologías que permitan una remediación permanente del sitio

RARAs, p. ej., específicos al contaminante, específicos a la localidad, o específicos a la acción a ser tomada.

Algunos están basados en el factor salud, otros en el factor riesgo, y otros están basados en restricciones asociadas con ciertas localidades específicas en función de la caracterización del sitio.

- ┌ Normativas extranjeras pueden ser sugeridas como RARAs, p. ej. en caso de que no exista normatividad local.
- ┌ Las Autoridades Ambientales aún no han decidido lo que se debe de implementar en el sitio ni se ha optado por delinear una alternativa diseñada a reducir de forma inmediata los peligros asociados con el sitio, salvo por el bombeo del pozo AB 1089 y el cierre de la estación de servicio.

Fase 2

- ┌ Definir la naturaleza y extensión aérea y vertical de la contaminación en suelo y agua;
- ┌ La geología e hidrogeología en el sitio, incluyendo el régimen hidrogeológico y rutas de migración de la contaminación a través de fracturas o rutas preferenciales en la roca;
- ┌ Los potenciales impactos a la salud humana y al medio ambiente asociados con las condiciones actuales en el sitio.

En otras palabras:

- ┌ No se sabe la configuración de la pluma de contaminación en la zona no saturada (contaminación absorbida en los sólidos, o contaminación como fase líquida conocida como LNAPL)
- ┌ No se sabe la configuración de la pluma de contaminación en la zona saturada (contaminación empegada en las fracturas y/o vesículas de la roca o absorbida en los sólidos del acuífero somero; contaminación disuelta en agua; o contaminación como LNAPL.)
- ┌ LNAPL significa Light Non-Aqueous Phase Liquids o líquidos livianos en fase no acuosa por sus siglas en inglés, o sea que gran parte de los productos derivados del petróleo--como es en el caso de estaciones de servicio--flotan en el agua; al opuesto de hidrocarburos halogenados o DNAPLs, por ejemplo, que no flotan en el agua y que más bien se hunden tratando de llegar a la roca y a las profundidades por lo que son mucho más difíciles no sólo de encontrar sino de remediar.
- ┌ No se ha aún comprobado la continuidad / el grosor de la capa de toba calcinada que se encuentra aparentemente separando al acuífero somero del acuífero Colima Superior
- ┌ No se ha aún determinado si hay contaminación en la lava de la Formación Colima que se encuentra debajo de la capa de toba calcinada.
- ┌ Una muestra del barreno B-1 (muestra 110,923) 95.0 partes por millón de hidrocarburos totales derivados del petróleo. El resultado de análisis químico reportado por el laboratorio indica que fue una muestra de suelo a 45.03 metros (cuando a esa profundidad debió de haber sido un núcleo extraído de la roca).

Otras preocupaciones:

- ┌ Protocolo de muestreo; contaminación cruzada; equipo de perforación que lleva la contaminación de un nivel a otro (¿descontaminación de equipo?);
- ┌ Equipo de muestreo; Contenedores para las muestras; Guantes dedicados, descontaminación personal
- ┌ Proceso de validación de datos que se ha seguido con los laboratorios ya que este tipo de proyecto es uno de los primeros en el país.
- ┌ protocolo de período de retención; consistencia en el protocolo de pruebas se ha estado aplicando entre los varios laboratorios analíticos (Lambda, CELEQ, OIJ, San Martín, RECOPE, etc)?
- ┌ No se ha aún determinado el punto, o los puntos de la(s) fuga(s) de combustible en la estación de servicio debido a falta de información.
- ┌ No se ha aún determinado la calidad del agua subterránea 'aguas arriba' de la estación de servicio
- ┌ El rol y la obligación de la Autoridad Ambiental costarricense con respecto a asuntos relacionados con fugas provenientes de tanques subterráneos de almacenamiento (TSA).
- ┌ El rol y la obligación de el ente responsable (los dueños de la estación de servicio) ante la situación actual en el sitio.

- ┌ Requerimientos de control de calidad. Plan de Control de Calidad del Proyecto (PCCP), de un Plan de Muestreo en Campo (PMC), y de un Plan de Seguridad e Higiene (PSH).

Antecedentes

Algunas fechas cardinales:

- ┌ **Algunas fechas cardinales:**
- ┌ **28 oct 2004 – La OIJ emite un dictamen de análisis criminalístico.**
- ┌ **Primera semana de noviembre 2004 – La ESPH presenta la denuncia ante la Fiscalía Adjunta Ambiental**
- ┌ **28 abril 2005 – AyA informa a la Comisión que esperan iniciar el bombeo del pozo AB 1089.**
- ┌ **4 de abril 2005 – AyA insta a la Comisión Nacional de Emergencia para que se presente a Consejo de Gobierno una declaratoria de emergencia.**
- ┌ 15 julio 2005 – El periódico La Nación reporta que tres entidades estatales empezaron (el 14 de julio) la extracción de millones de litros de agua contaminada del pozo AB1089.
- ┌ 20 julio 2005 – El periódico La Nación reporta que la Fiscalía Ambiental y el OIJ recolectaron (el 19 de julio) pruebas para confirmar o descartar si la estación de servicio causó la contaminación del manto de agua subterráneo.

Los análisis de laboratorio, en general, indican contaminación en algunos suelos/roca debajo de la gasolinera y no indican niveles de contaminación significantes en pozos importantes en otras regiones aledañas al sitio, como lo son Cariari, Doña Rosa, Naciente San Antonio, etc. Sin embargo el foco de preocupación sigue siendo la distribución de la contaminación a través de vesículas y fracturas preferenciales presentes en la lava andesítica que se encuentra a una profundidad de aproximada de 8 metros debajo de la superficie, y que tiene un grosor aproximado de 15 metros; otro foco de preocupación es la presencia de considerables cantidades de producto libre en varios de los barrenos los cuales rodean las partes centrales de la gasolinera. la Comisión Interinstitucional ha solicitado nuevamente a la Comisión Nacional de Emergencia, la declaratoria de emergencia, con el fin de contar y poder movilizar los recursos necesarios para completar la investigación de campo y financiar las primeras acciones de remediación ambiental.

Escenario Físico. Los alrededores del sitio: formados por rocas volcánicas cuaternarias, originadas en el Maciso del Volcán Barva y en menor grado por los volcanes Poás e Irazú. La secuencia volcánica comprende flujos de lava andesítica ínter estratificada con extensas capas de piroclastos, principalmente tobas e ignimbritas. Las formaciones rocosas existentes en el área (de arriba hacia abajo) incluyen:

- Lavas de la Cordillera Volcánica Central;
- Formación Tiribí; y
- Formación Colima

Como bien ha sido reportado por los Geólogos Chaves y Morera, los acuíferos con mayor relevancia en el área del sitio son el Barva y el Colima. El acuífero Barva se origina en las escorias y las lavas

fracturadas de la formación Barva, y se extiende parcialmente cubierto por cenizas entre la curva de nivel de los 1,500 metros hacia el norte. No está aún claro si el Barva se manifiesta en el sitio de el pozo AB 1089 y la estación de servicio.

Evaluación de Datos Existentes. Numerosas investigaciones se han llevado a cabo alrededor del AB 1089: medición de niveles, muestreos, análisis de laboratorio analítico, actividades de bombeo, presentación de denuncias legales, inspecciones de seguridad; y hasta clausura de la estación de servicio.

También se han recomendado acciones:

- ┌ no utilizar el pozo AB 1089;
- ┌ la utilización de estándares de la EPA y la OMS;
- ┌ muestreo en pozos aledaños al AB 1089;
- ┌ sostenimiento de vigilancia en pozos cercanos;
- ┌ vigilancia en alcantarillas a un radio 500 metros;
- ┌ perforaciones y toma de muestras de suelo y agua en varios sitios alrededor del pozo AB 1089.

Otros temas de preocupación:

- ┌ El caso del bombeo del pozo AB1089 (¿cono de depresión pudo haber movilizado con más facilidad la pluma de contaminación de la fuente hacia el mismo pozo?
- ┌ perforación del barreno B-1: perforado hasta una profundidad de 45 metros cruzando la toba calcinada.

Area de preocupación: ocurre dentro de los primeros 18 a 25 metros abajo del nivel de piso. Si bien este recién encuentro (octubre 2005) pueda sosegar las ansias con respecto al acuífero de preocupación correspondiente al Colima Superior y el importante abastecimiento de agua potable la inquietud debe de aún hacernos proceder para que se tomen acciones sobre la zona contaminada (0 ~ ±22 metros) y para que ésta sea adecuadamente definida y remediada con el fin de evitar que la contaminación descienda a niveles inferiores en función del tiempo. Recordemos que la fase más importante de un proyecto de remediación ambiental es el desarrollo de la estrategia. Si bien se ha comprobado la existencia de producto libre en algunos de los hoyos (barrenos) existentes en el sitio, es importante aclarar los vacíos de información todavía innegables, los cuales ya se han explicado anteriormente

Las diligencias de campo han incluido:

- ┌ Perforación de barrenos de somera profundidad: B-2, -3, -4, -5, y -6 en varios puntos de la estación de servicio
- ┌ Perforación de barrenos de mediana profundidad: Barrenos B-1, -9, -10, -11, -12, -13, y -14, perforados en varios puntos de la estación de servicio.
- ┌ Perforación de barrenos de mediana profundidad, como B-7 -8, y -15. (B-7 P-7; y B-8 está con problemas técnicos (zapata).
- ┌ Muestreo de agua y suelo, incluyendo análisis de laboratorio analítico.

┌ Dos excavaciones someras en la parte oeste de la estación de servicio para observar la presencia de contaminantes atribuidos a fugas en las tuberías.

Evaluación de Datos Existentes (Suelos). En general los resultados de laboratorio analítico apuntan a que existe una contaminación leve en los suelos provenientes de los barrenos perforados de la gasolinera, como lo es el caso de muestras de suelo analizadas en los laboratorios Lambda a fines de septiembre del 2004. Estos análisis están sumarizados en las Tablas 2-1A, 2-1B, y 2-2. Los resultados del laboratorio (B-1) indican la presencia de una cierta contaminación, sin embargo los niveles son bajos (<100 ppm) y no necesariamente corresponden a los altos niveles de explosividad reportados por el cuerpo de bomberos de Tibás (3% a 110% del LEL (límite inferior de explosividad)). También el Cuerpo de Bomberos del INS tomó algunas lecturas de explosividad los días 18 y 20 de noviembre, 2004, y los resultados fueron 1% y 4% del LEL, sin presencia de olores. (La alta concentración de volátiles durante la perforación del B-1 se puede atribuir a: (a) ya sea alguna actividad aeróbica de degradación del combustible; (b) a la fase vapor lindante con la fuente de la contaminación; o (c) a que quizás producto libre--o contaminantes disueltos--se empezaron a drenar bioventeándose a raíz de presiones diferenciales)

Los resultados de laboratorio analítico de muestras de suelo provenientes de los barrenos B-3, -5, y -6 están indicados en la Tabla 2-1B. Dichos resultados indican la presencia de niveles de contaminación de HTPs inferiores a 0.01 ppm lo que es prácticamente insignificante. Lo mismo al respecto de los resultados de laboratorio analítico de muestras de suelo provenientes del pozo No. 2 están indicados en la Tabla 2-2. Dichos resultados indican la presencia de niveles de contaminación de HTPs inferiores a 0.8 ppm lo que también es prácticamente insignificante.

Evaluación de Datos Existentes (Agua Subterránea). La calidad del agua proveniente del pozo AB1089 se ha analizado en varias diferentes campañas. Los resultados reportados a la Ministra de Salud el 17 de noviembre del 2004 indicaron niveles de contaminación relativamente bajos salvo por dos (11 y 12 ppm) que reflejan una contaminación de 15 a 17 veces más de lo normalmente permitido de 0.7 ppm (Safe Drinking Water Act de los EEUU) pozo AB1089 -- Subsecuentemente a la denuncia interpuesta por la ESPH, AyA presentó también una denuncia ante la Fiscalía Agraria Ambiental, Primer Circuito Judicial de San José, con la finalidad de que se tenga a AyA como potencial damnificado a causa de la contaminación de pozo de agua potable. La conclusión de AyA en esta denuncia fue que la concentración de hidrocarburos totales sobrepasa el límite de 0.01 ppm establecido por la norma francesa para estas sustancias en el agua y que con esta concentración se concluye que el agua del Pozo AB 1089 no puede ser utilizada para consumo humano ya que constituye un riesgo para la salud de los consumidores.

Varias decenas de muestras de agua analizadas en los pozos aledaños a la zona del sitio indican niveles de hidrocarburos inferiores a 0.0001 ppm, como es el caso de los pozos AB 1220, Naciente San Antonio No. 1, y Naciente San Antonio No. 2, pozo Parque Residencial Cariari, Residencial Doña Rosa, pozo No. 6 en San Antonio de Belén, por ejemplo. En otras ocasiones el laboratorio reportó 'no se detectó', como es el caso de el pozo AB 1206, AB 1318 Pozo 3 en Cariari, pozo 4 frente a Cenada, pozo 5 piezómetro en CENADA, pozo 7 Linda Díaz, y pozo 9 Doña Rosa, por ejemplo. Con respecto a la toba calcinada que existe debajo de las lavas vesiculares, desafortunadamente hay poca información apreciable para llegar a conclusiones categóricas ya que

ésta toba puede variar en su espesor y en prolongación y esta conclusión totalmente anticipada se basa en dos puntos en donde se ha detectado cierto grosor de esta capa (B-1 y P-8) y en el hecho de que existen aparentemente dos separadas cabezas piezométricas: (a) Una que constituye un aparente acuífero somero a una profundidad aproximada de 16 a 18 metros (aparentemente fluyendo hacia el suroeste con un muy pequeño gradiente), y (b) una que constituye el acuífero Colima Superior a una profundidad de 58 metros aproximadamente (nivel freático que se puede corroborar de nuevo en el P-7.)

La información existente es escueta e indubitavelmente insuficiente para tomar conclusiones importantes, sobretodo:

- ┌ continuidad y grosor de la toba calcinada rojiza;
- ┌ dirección del vector gradiente para el acuífero somero enquistado en la lava vesicular;
- ┌ la calidad del agua de el Colima Superior alrededor del pozo AB1089 (no se ha muestreado el espejo de agua directa y estáticamente a la profundidad de los 58 metros); o sea, no hay forma de interceptar los floaters (o contaminantes que flotan en el espejo de agua) que se encuentran rodeando el pozo AB 1089 ya que la rejilla del pozo está casi a 30 metros más abajo que el espejo de agua del acuífero Colima Superior.

Por el momento se puede deducir únicamente en forma muy preliminar y con una baja probabilidad de certeza debido a la calidad y frecuencia de los datos, que la pluma de la contaminación está contenida en las zonas someras y que aún no ha percolado hacia abajo o hacia el acuífero Colima Superior o Inferior.

Fundamento del plan de Trabajo (Fase 2). Llenar los vacíos de información concernientes a:

- ┌ la naturaleza y
- ┌ extensión de la contaminación

con la finalidad de que se puedan cribar tecnologías de remediación y ensamblar / evaluar alternativas potenciales para la remediación.

Qué sabemos al entrar a la Fase 2?

1. Concentración vs tiempo en el bombeo del AB 1089
2. Sospecha de fuga de combustible cerca del B-10
3. La presencia de una capa de toba calcinada de aprox. 13 metros de grosor que ('aparentemente') separa los dos cuerpos de agua
4. La condición de la lava andesítica (vesículas y fracturas) y el espesor de la misma
5. La presencia de producto libre en la lava fracturada de los barrenos B-11 al -14

¿Qué NO sabemos al entrar a la fase 2?

1. La naturaleza y extensión de la pluma ('la fuente') en la zona no saturada;
2. La naturaleza y extensión de la pluma en la zona saturada;
3. La conectividad, permeabilidad y dispersividad de la contaminación en fracturas de la lava andesítica;

4. La continuidad y grosor de la toba calcinada que separa el acuífero somero y el profundo;
5. Si hay o no contaminación en la lava de la Formación Colima;

Se conceptúa que 'la fuente' de la contaminación aún está ceñida dentro de las tobas alteradas y que la 'contaminación en forma de saturación residual y/o contaminantes disueltos' se localizan dentro lava andesítica vesicular / fracturada entre los 18 y los 25 metros de profundidad aproximadamente. UNA BUENA ESTRATEGIA PUEDE AHORRAR MÁS RECURSOS QUE TRATAR DE IMPLEMENTAR LA TECNOLOGÍA MÁS AVANZADA EN UN PROYECTO. Evitemos los apresuramientos...!!! Hay aún vacíos de información que hay que esclarecer....!!!

Las necesidades de datos se pueden clasificar en tres categorías:

1. **Datos para cuantificar la naturaleza y extensión de la contaminación en el sitio y alrededor del sitio y el impacto potencial a la salud humana y al medio ambiente.**
2. **Datos para identificar las fuentes de contaminación en el sitio y las rutas potenciales de liberación y migración de contaminantes.**
3. **Datos que ayuden en el cribado de las tecnologías y en la definición de alternativas de remediación costo-efectivas.**

Una roca fracturada como es el caso de la lava vesicular nos presenta con una situación más compleja por ser heterogénea geológicamente hablando y la naturaleza del 'flujo de fluidos' y transporte de contaminantes ocurre a través de fracturas preferenciales y (en forma menor) a través de vesículas o intersticios; por esta razón sitios con este tipo de hidrogeología generalmente requieren de más información que sitios con contaminación en depósitos no consolidados. Para estudios de diagnóstico en sitios con contaminantes en roca fracturada, las rutas discretas a través de las fracturas son vestigios de información más valiosos que información acerca de toda la malla de fracturas. Para que una fractura signifique algo, hidráulicamente hablando, debe de tener dos características principales:

1. Ser conductiva o conductora; y
2. estar suficientemente interconectada

para que sirva como parte de una trayectoria de contaminación

Solamente ciertos subsectores de fracturas abiertas tendrán un flujo activo de agua subterránea, y un pequeño número de fracturas transmisoras dominan el escenario... El reto en la aplicación de un diagnóstico de campo entonces está en encontrar esas las fracturas significativas y aplicar allí las tecnologías de saneamiento

Factores importantes que afectan el flujo de contaminantes en una roca fracturada incluyen:

1. Densidad de las fracturas;
2. Orientación;
3. Grosor de la apertura efectiva; y
4. La naturaleza de la matriz de la roca.

Solamente las fracturas interconectadas proveen rutas para transporte de agua subterránea y transporte de contaminantes. Este tipo de rocas tiene poca porosidad y poca permeabilidad ya que las fracturas rinden la mayor parte de la permeabilidad. Pruebas de bombeo constante y slug tests nos pueden dar una idea de la conductividad hidráulica de la formación (aunque a veces la transmisividad es difícil de interpretar en este tipo de escenarios). --A veces lo que da mejor resultado es tratar el sistema de fracturas como si fuera un medio poroso uniforme; id est, Fractured rock system ~ Equivalent Porous Media (EPM) o (sistema de roca fracturada ~ Medio Poroso Equivalente (MPE) ...lo que se analizará en la Fase 2.

Alternativas Preliminares (Fase 2). Las alternativas preliminares de remediación para el sitio incluyen a los siguientes medios:

- o Suelos superficiales y subterráneos; y
- o Agua subterránea.

SUELOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS. Algunas excavaciones pueden ser necesarias (la fuente?). El sistema subterráneo de tanques / tuberías debe de ser reparado, reemplazado o cerrado. Aún se desconocen las áreas y volúmenes de tierra que podrían necesitar excavación (otro vacío de información);

SUELOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS. suelo excavado / movido y, que a la vez resulte contaminado tratado o dispuesto correctamente

- ┌ a un centro de remediación (que puede ser dentro del mismo sitio),
- ┌ a un lugar autorizado para su confinamiento definitivo.

(Se recomienda que se realice un monitoreo mediante un detector de fotoionización (PID) para uso en campo y que se use un explosímetro.) Enfocarse a los suelos excavados sin considerar materiales producto de demolición como piedras, concreto, tabiques o ladrillos, etc. Generalmente se usa un criterio de 100 ppm de HTPs

AGUA SUBTERRÁNEA. Acciones correctivas deben de ser enfocadas a la remediación de la contaminación para el agua subterránea ya que no se reportan eventos relacionados con el agua superficial.

- ┌ control de gradientes para aislarla contaminación,
- ┌ la recolección de agua o producto libre que haya fluido a través del medio contaminante.

Ejemplos de algunas tecnologías:

- ┌ recuperación de producto libre;
- ┌ atenuación natural;
- ┌ captura hidráulica / contención;
- ┌ fracturado inducido en la roca para mejorar el rendimiento en los pozos de extracción;
- ┌ extracción de vapores;

- ┌ bombeo y tratamiento;
- ┌ recuperación de fluidos con bombas de serie MVP (con skimmer para la extracción de sólo producto libre, o con flotador interno para la extracción de producto libre combinado con agua);
- ┌ compuestos de liberación de oxígeno (conocidos como ORCs);
- ┌ el uso de algún remedio con técnicas ingenieriles de biodegradación.

En un sitio como este, es posible que se utilicen varias tecnologías de remediación en combinación. Recuperación de producto libre y de agua subterránea requerirán de una evaluación de la calidad y del recoleccionamiento del agua. Tecnologías de tratamiento serán requeridas para las aguas con concentraciones altas. Descarga a cuerpos de agua vecinales dependerá de las calidades resultantes y de los requerimientos aplicables o relevantes y apropiados (RARAs) mencionados en la Sección 1.

Factores que afectarían los costos de las alternativas de remediación serán:

- ┌ el tamaño y el tipo de sistemas de recolección,
- ┌ la cantidad de agua subterránea afectada,
- ┌ el lapso de tiempo de la alternativa, y
- ┌ el proceso de tratamiento empleado en la alternativa.

Objetivos de la Calidad de los Datos (Fase 2). Definidos con respecto a los tipos de muestras que serán recolectadas y a los puntos críticos en donde se localizarán los muestreos.

- ┌ El Plan de Control de Calidad del Proyecto (PCCP)
- ┌ Plan de Muestreo en Campo (PMC) deben de ser desarrollados para que se logre obtener la siguiente información:

Pozo de monitoreo: Para que un pozo de monitoreo realmente sirva, tiene que ser construido con ciertas características y con los sellos debidos. Para que un pozo de monitoreo realmente sirva, tiene que ser construido con ciertas características y con los sellos debidos

Capa impermeable

Pozo de monitoreo: Para que un pozo de monitoreo realmente sirva, tiene que ser construido con ciertas características y con los sellos debidos

Pozo de monitoreo: Para que un pozo de monitoreo realmente sirva, tiene que ser construido con ciertas características y con los sellos debidos

Dos criterios que gobernarán el posicionamiento de los pozos:

- ┌ El primero es la necesidad de establecer la extensión vertical y horizontal de la contaminación –hacer nuevos pozos en la vecindad de los barrenos B-1, -11, -12, -13, y -14, ya que los

resultados más recientes indican niveles de contaminación a niveles de porcentaje, y se deben de instalar pozos 'afuera' de las áreas que exhiben contaminación para empezar a establecer los límites de la pluma, y también para establecer los niveles background o niveles aguas arriba (todos estos pozos también se monitorearán para producto libre.)

- ┌ si es posible, por lo menos un pozo de monitoreo se debe de establecer cerca del pozo AB 1089, con la finalidad de monitorear el Colima.

Dos criterios que gobernarán el posicionamiento de los pozos:

- ┌ El segundo criterio es la necesidad de establecer el régimen hidrogeológico. Los pozos deben de posicionarse en lugares estratégicos que permitan determinar el patrón de flujo y suerte es de esperarse que la pantalla o tubo ranurado intercepte una(s) fractura(s) que produzcan agua y que el pozo entonces pueda considerarse como 'un buen pozo'.

- ┌ Tarea 8 – Planificación del Proyecto
- ┌ Tarea 9 – Investigación en Campo
- ┌ Tarea 10 – Análisis de Muestras y Validación de Datos
- ┌ Tarea 11 – Evaluación de Datos
- ┌ Tarea 12 – Reporte de Caracterización Fase 2
- ┌ Tarea 13 – Desarrollo y Cribado de Alternativas de Remediación
- ┌ Tarea 14 – Análisis Detallado de Alternativas de Remediación
- ┌ Tarea 15 – Reporte de Factibilidad
- ┌ Tarea 16 – Dictamen del Método a Remediar (Record of Decision)
- ┌ Tarea 17 – Diseño del Plan de la Remediación
- ┌ Tarea 18 – Acción de Recuperación de Producto Libre
- ┌ Tarea 19 - Términos de Referencia y Concurso para la Remediación
- ┌ Tarea 20 – Registros Administrativos del Proyecto y Cierre de Fase 2
- ┌ Tarea 21 – Manejo del Programa

Fundamento del plan de Trabajo (Fase 2). Una de las subtareas dentro de las tareas de la Fase 2 incluye recuperación de producto libre (en caso de que se decida acelerar un poco el proyecto) –con el entendido de que esta subtask es separada de la tarea de bombeo y tratamiento de agua subterránea, la cual será evaluada como una posible alternativa de remediación durante la misma Fase 2. Para recuperar producto libre necesitamos contestar con un 'sí' a estas preguntas (a este checklist):

1. ¿Se conoce la historia de la fuga (release history) y la cantidad estimada de la fuga?
2. ¿Se conoce el área ocupada por el producto libre?
3. ¿Se conoce la profundidad del espejo de agua?
4. ¿Se sabe la conductividad hidráulica del acuífero en cuestión?
5. ¿Se sabe del gradiente hidráulico?
6. ¿Se sabe el tipo, viscosidad y densidad del HTP?
7. ¿Se han definido los objetivos del proyecto de recuperación de producto libre?
8. ¿Skimmer recovery or dual-phase recovery?
9. ¿Se recuperarán más de 50 galones?
10. ¿El grosor del producto libre en los pozos es mayor de 3 cm?

Para recuperar producto libre necesitamos contestar con un 'sí' a estas preguntas (a este checklist):

11. ¿Conductividad hidráulica mayor a 1×10^{-5} cm-seg?
12. ¿Se han evaluado los criterios de diseño para el sistema de recuperación de producto libre?
13. Tarifas de recuperación: ¿Se han establecido?
14. ¿Se ha seleccionado el equipo de bombeo o de skimming?
15. ¿Se han definido los puntos de recuperación?
16. ¿Hay criterio de terminación definido?
17. ¿Hay criterio de post-monitoreo definido?
18. ¿Hay criterio establecido para justificar o dictar un re-arranque del sistema?

LNAPL skimmer pump de 2"

LNAPL skimmer pump de 4"

bomba opera sin poder AC bombea de 5 a 25 gal por hora diafragma neumático pozos de 2" o más grandes timer ac-dc runs on bottled air battery power o solar panel

Vendor: Geotechnical Services, Inc. Tustin, California

También está, por ejemplo, el Hydro-Skimmer que es un sistema de recuperación pasiva diseñado para recuperar hidrocarburos livianos (LNAPL) hasta el brillo que flota (o el sheen). Sirve bastante bien y recupera buenas cantidades, también sirve para pozos con espejos de agua que fluctúan o en pozos con poco agua.

Floating passive skimmer

Collects product to sheen No external vent tube Lift and drain, reset Clean the filter or replace the filter Fits 2" to 4" diameter wells

6 models available

Clear for Easy Viewing of Level or Opaque for economy

(\$425 a \$980)

Vendor: Geotechnical Services, Inc. Tustin, California

Normatividad y niveles de limpieza sugeridos...

┌ La normatividad (en C.R.) aún está evolucionando en lo que respecta a niveles de limpieza requeridos (suelo, agua, agua subterránea y subsuelo); i.e., no hay niveles de limpieza establecidos...!!

┌ ¿Existen criterios para caracterización y remediación?

┌ Uso del RBCA

┌ UST regulations

Muestreo y Laboratorio Analítico

Análisis	Contaminante	Matriz	por	Método
TPH	Petroleo	Suelo	IR	418.1
TEPH	Diesel	Suelo	GC	8020
TPH	Petroleo	Agua	GC/MS	620
TVPH	Gasolina	Agua	IR	8270
TEPH	Diesel	Agua	GC	625
BTEX	Aromaticos	Agua	GC/MS	624
VOCs	Volatiles	Suelo	GC/MS	8240
VOCs	Volatiles	Agua	GC/MS	624

Punto de ebullición del Diesel

- ┌ Mediano punto de ebullición
- ┌ Mediana Volatilidad
- ┌ +/- C10 a +/- C20

En lo referente al diesel...

- ┌ Productos menos volátiles que el diesel → son productos no volátiles (desde el punto de vista de remediación)
 - ┌ Productos con "flash points" a temperatura ambiente o menor son explosivos, p.ej., suelos con gasolina o JP-4
 - ┌ Entre más soluble el producto → es más tóxico.
- p. ej., benceno tiene una solubilidad de 1,791; kerosen y el diesel tienen una solubilidad < 1

Cromatografía del Diesel

C4 a C8 son solubles en agua

Diesel y turbocina migran con el tiempo, pero más despacio que gasolina

Destilados Medios

- ┌ Queroseno, combustibles de aviación, diesel, combustóleos 1 y 2
- ┌ Contienen parafinas, cicloparafinas, aromáticos, y olefinas de C9 a C20
- ┌ Aromáticos de preocupación (p. ej., naftalenos, PAHs)
- ┌ Contacto dermal es tóxico para los riñones

Solubilidad de ciertos hidrocarburos.

- ┌ Benceno, por ejemplo, tiene una solubilidad de 1,750 ug/l en agua (dañino a la salud humana (¡¡ inaceptable !!
- ┌ Hidrocarburos más pesados son practicamente insolubles. Podemos decir que la gasolina entonces es prácticamente el único compuesto de uso común que causa grandes problemas...
- ┌ gasolinas y destilados medios => explosivos durante la remediación

Distribución de las fases del contaminante

- ┌ Pluma en Zona. Vadosa --en zona no saturada con hidrocarburos residuales y con vapores
- ┌ Existe zona capilar y lentes de agua en contacto con el fondo de la pluma
- ┌ Hay aparente capa de confinamiento a 7 mts (hay que verificar)

Partición del hidrocarburo en el suelo

- ┌ Fase vapor
- ┌ Fase líquida a granel
- ┌ Fase Adsorbida
- ┌ Fase acuosa o disuelta (probablemente no existe en el sitio)

Alternativas de Remediación

- ┌ **Procesos ex-situ:** procesos físico/químicos (tratamiento químico, volatilización, encapsulación, solidificación/estabilización, incineración, tratamiento termal, lavado de suelo, extracción química, extracción vía vapor, reuso benéfico) procesos biológicos (landfarming, composteo, biorreactores y otros tipos de reactores, biopilas, pilas de bioventeo o bioestimulación, fotólisis, vegetación natural). (La selección de un proceso ex-situ no será posible en este caso debido a la estructura y el proceso de Volvo.)
- ┌ **Procesos in-situ:** procesos físico/químicos (estabilización/solidificación, air stripping, extracción de vapores del subsuelo, calentamiento del suelo, inyección de aire caliente, inyección de vapor, calentamiento vía frecuencia de radio, mezcla superficial, oxidación, neutralización, inmovilización, vitrificación, barreras tensiométricas, campos eléctricos)
- ┌ **procesos biológicos** (bioremediación, bioventeo, bioslurping o bio-'sorbos', biopurge o bio-'purga', fracturación, enjuague aire-agua, sellos de bio-polímeros, fitoremediación.)

Ejemplos de Alternativas de Remediación

Ejemplo de una alternativa: Utilización de una combinación de procesos in-situ:

Fase 1 - Remediación Activa: Lavado de la pluma (surfactantes)

Fase 2 - Remediación Pasiva: Bioventeo

La señorita Maria Antonia Castro, manifiesta que la Dra. Jenny Reynolds Vargas de la Universidad Nacional, encontró VOCs en todo Belén, por eso después de la exposición las dudas siguen siendo muy grandes, porque por ejemplo según estudio del Ministerio de Salud el cáncer gástrico en Belén es muy alto y eso es muy preocupante.

El Regidor Propietario Marco Tulio Chacón Sánchez, señala que según el Experto Alejandro Guillén la época seca va a provocar que el acuífero baje su nivel de agua, incluso en estos días se ha informado de una disminución del nivel de agua en el acuífero somero ¿La cercanía de la capa de combustible con la roca, será más o menos riesgoso? Por otra parte, consulta si existen laboratorios certificados en este país para hacer los análisis respectivos. Además el Periódico La Nación volvió a

publicar que en nuevos análisis se halló presencia muy alta de hidrocarburos, ubicados 1.5 km al oeste de la contaminación.

El Experto Alejandro Guillen, Consultor OPS, expresa que le preocupa cómo se toman los análisis por parte de los Laboratorios en este país. Además informa que hay una institución en San Francisco, USA, encargada de rejuvenecer acuíferos. Pero en este caso, en algunos sitios la contaminación no perjudicará, porque cada sitio es diferente y la meta es proteger lo más sagrado que es el agua. Por eso en el sitio hay contaminación y se puede resolver, pero esto debe servir como una lección para que empiece a enseñar al país que debemos tener precaución, porque hay una serie de bombas de tiempo distribuidas por todo lado.

La Dra. Jenny Reynolds Vargas de la Universidad Nacional, manifiesta que tenemos un problema urgente de resolver como es la contaminación, pero Belén es parte de un sistema hídrico y hay poblaciones agua arriba, por eso todos los cantones deben trabajar juntos, porque para evitar una contaminación es solamente educación.

El señor Mario Vásquez, comenta que el informe del Ing. Guillén Guardia, no deja la menor duda de que efectivamente existe una contaminación con hidrocarburos, pero se ignora cuál es el volumen derramado, ni su velocidad de difusión, y aunque existen varios procedimientos para reducirla, tampoco se está aplicando algún tipo de remediación. Es más, en este momento no tenemos claro el origen, los efectos puntuales ni las consecuencias que tendremos en Belén; y aunque se tiene un Plan de Contingencia, son muchas las variables y tantas las interrogantes que no sabemos si funcionará. Manifiesta que es responsabilidad de todos buscar una solución para salir adelante; ya sea para aplicar, modificar o desestimar el Plan de Contingencia; porque el problema está y es conocido, pero no tenemos la voluntad para actuar y decidir, aunque el sentido común diga que debemos hacer algo, en vez de continuar a la espera. En razón de la importancia que tiene el agua para el Cantón de Belén y para el Gran Area Metropolitana, consulta si podemos otorgar más de 1000 solicitudes de disponibilidad de agua, o si con toda la experiencia internacional que tiene el señor Alejandro Guillén recomendaría tomar una actitud precautoria al otorgar esas disponibilidades.

El señor Alvaro Solera, manifiesta que el problema de la contaminación tiene 15 meses y quizás la contaminación tiene uno o cinco años, pero en estos meses no han aparecido rastros de contaminación al otro lado de la pista y si salieran de operación 3 pozos de Ciudad Cariari y 2 en la zona de Calle Don Chico, existe un Plan de Contingencia que contempla las fuentes fuera del Acueducto de La Ribera, entonces, por qué se esta relacionando la contaminación del pozo con otorgar pajas de agua en el Cantón de Belén.

La Presidenta Municipal Mariana Chaves Rodríguez, cierra la sesión agradeciendo a los expertos por su inapreciable aporte para enfrentar una situación tan delicada y potencialmente peligrosa, como la contaminación del agua. A todas y todos los miembros de las Comisiones Municipales, funcionarios municipales y público en general, muchas gracias por sacrificar la comodidad de sus hogares para conocer más acerca de un problema real donde todos debemos ser copartícipes de su solución. Buenas noches.

SE ACUERDA POR UNANIMIDAD: PRIMERO: Agradecer al Ing. Alejandro Guillén Guardia, Experto Internacional, Consultor de la Organización Panamericana de la Salud, la información brindada sobre la contaminación del Pozo AB-1089 con hidrocarburos. **SEGUNDO:** Solicitar a la Alcaldía Municipal que junto al Area de Servicios Públicos analice la información brindada y revise la acciones contenidas en el Plan de Contingencia para la atención de una eventual emergencia que pueda darse con pozos contaminados de la Municipalidad de Belén, en atención a los nuevos hallazgos. **TERCERO:** Solicitar a las autoridades nacionales en la materia: Instituto de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud, MINAE, SENARA y Comisión Nacional de Emergencias, poner máxima atención a este antecedente de contaminación de los acuíferos que abastecen a la Gran Area Metropolitana, disponiendo las medidas de prevención que correspondan para asegurar a la población agua de calidad para su consumo.

CAPITULO II

SE ATIENDE AL DIRECTOR DEL AREA TECNICA OPERATIVA QUIEN REALIZA EXPOSICION SOBRE LOS MAPAS TEMATICOS DE POZOS, NACIENTES Y ZONAS DE PROTECCION DEL CANTON DE BELEN PREPARADOS POR EL SENARA.

ARTICULO 2. El Director del Area Técnica Operativa Ing. José Luis Zumbado Chaves, expresa que esta será una información que será utilizada en la actualización del Plan Regulador, porque la información desde el punto de vista técnico es base para la toma de decisiones y debe ser complementada con estudios locales, para que sea un apoyo para los técnicos. Por lo tanto realiza la siguiente exposición:

**Municipalidad de Belén
Area Técnica Operativa y de Desarrollo Urbano**

Mapas de Vulnerabilidad de Recarga, Pozos y Manantiales Hidrológicos

**Ingeniero José Luis Zumbado Chaves
Director del Area Operativa**

INVESTIGACION. Se pretende conocer las características hidrogeológicas de los diferentes acuíferos con un enfoque integral para el manejo de cuencas.

- (Actualización del Valle Central (Convenio con AyA).
- (Diagnóstico nacional de las Aguas Subterráneas.
- (Estudio integral en la provincia de Guanacaste.
- (Estudio en zonas costeras.
- (Estudios especiales por actividades contaminantes como son los rellenos sanitarios, empresas diversas.
- (Los estudios deben suministrar la información para la determinación de la oferta y demanda (balance hídrico).

CONTROL DE LA EXPLOTACION

- (Control de perforación por medio de las solicitudes y control de campo para detectar perforaciones ilegales.
- (Coordinación con el MINAE en cuanto a la perforación de pozos.
- (Monitoreo de acuíferos:
- (Red de control en el Valle Central.
- (Definir red de control en otras zonas del país.

DIVULGACION DE LA INFORMACION

- (Elaboración de mapas de zonas de recarga, zonas de protección de acuíferos y manantiales. (Se trabaja con municipalidades y organizaciones ambientales)
- (Implementación de las medidas de protección por ejemplo en planes reguladores.
- (Distribución de la información en imágenes digitales por medio de CD.
- (Capacitación por medio de charlas, folletos, etc.

SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION

- (Mantener actualizadas las bases de datos de pozos, clima e hidrometría.
- (Apoyo en el manejo de la información con el uso de los sistemas de información geográfica.

MAPAS TEMATICOS:

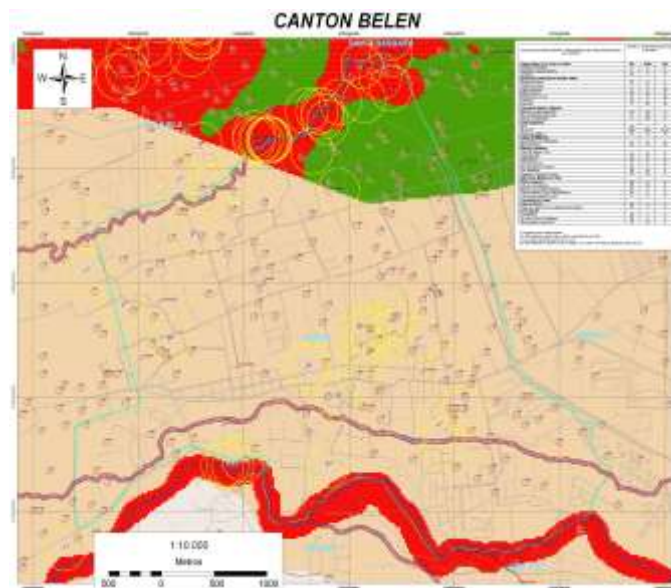
- (**Mapa General:** manantiales, pozos y zonas de protección.
- (**Mapa Hidrogeológico:** acuíferos e isofreáticas.
- (**Mapa de Vulnerabilidad:** alta, media o baja.
- (**Mapa de Zonas de Recarga:** favorables o desfavorables.

Estudios realizados por SENARA

Representación General de los Mapas

- (Descripción General
- (Poblados
- (Manantiales y nacientes
- (Áreas protegidas
- (Otros

Mapa de Vulnerabilidad de Acuíferos. Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos Barva, Colima Superior e inferior y el Río Virilla

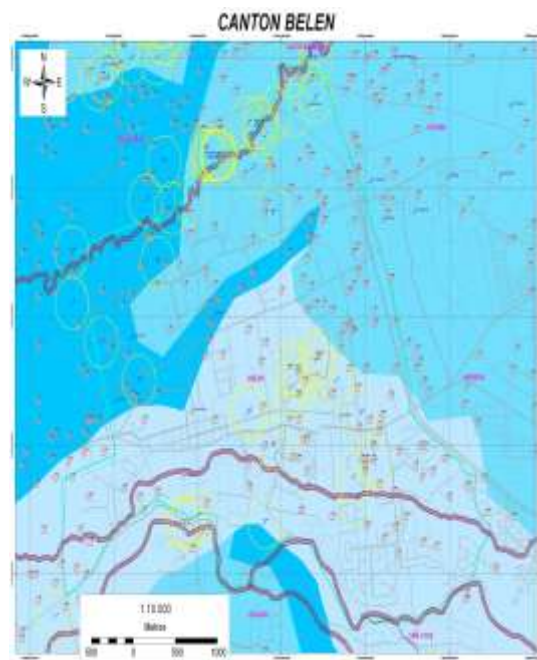


Mapa Hidrológico. Pozos, Manantiales, Áreas de Protección e Isofreáticas



Mapa Preliminar de Áreas de Recargas Acuíferas

- (Áreas para recarga
- (Áreas favorables para recarga
- (Áreas moderadas poco favorables
- (Áreas desfavorables para recarga



Mapa de Manantiales, Pozos y Zonas de Protección

Ubicación Topográfica

-Coordenadas Nacionales

-Descripción del Pozo o Naciente

-Concesionario



Muchas gracias por la atención brindada.

SE ACUERDA POR UNANIMIDAD: PRIMERO: Reconocer al SENARA la importancia de la información de los mapas temáticos para la atención de la vulnerabilidad de los acuíferos. **SEGUNDO:** Solicitar a la Alcaldía Municipal que junto a las Areas de Servicios Públicos y Desarrollo Urbano analice la información brindada y revise lo dispuesto en el Plan Regulador y Plan Maestro del Acueducto Municipal, tomando las acciones adicionales que correspondan para contribuir a atender la vulnerabilidad de los acuíferos presentes en nuestro territorio. **TERCERO:** Incluir esta información en el Expediente de Revisión y Actualización del Plan Regulador del Cantón de Belén.

Sin más asuntos por tratar a las 8:10 p.m., concluye la Sesión Municipal.

Ana Patricia Murillo Delgado
Secretaria Municipal

Licda. Mariana Chaves Rodríguez
Presidenta Municipal