

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS  
CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS  
ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO  
HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO”**

Realizado por:

**FELIPE SEBASTIÁN CASTILLO REALPE**

Director del proyecto:

**Dr. Miguel Martínez-Fresneda Mestre, Ph.D.**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Quito, 27 de Julio de 2017



### DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, FELIPE SEBASTIÁN CASTILLO REALPE, con cedula de identidad # 171975470-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Felipe Sebastián Castillo Realpe

171975470-5

## DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS  
CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN  
DEL RECURSO HÍDRICO”**

Realizado por:

**FELIPE SEBASTIÁN CASTILLO REALPE**

como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

**MIGUEL MARTINEZ-FRESNEDA MESTRE**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.



Miguel Martínez-Fresneda Mestre

DIRECTOR

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los profesores informantes:

**FABIO VILLALBA**

**JOSÉ SALAZAR**

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su defensa oral  
ante el tribunal examinador

  
Fabio Villalba

  
JOSÉ SALAZAR.

Quito, 26 de Julio de 2017

## **DEDICATORIA**

A mi padre Segundo, gracias a su sacrificio y enseñanzas he logrado esto; a mis hermanas Paulina y Gisela por acompañarme en este camino y a mi madre Nelly por cuidarme y ser mi guía desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que estuvieron involucradas en la realización de esta investigación, al personal del Departamento de Gestión de Recurso Hídricos de la EPMAPS, que me han brindado su apoyo y conocimientos durante este tiempo, a Juan Sebastián Galeano por sus enseñanzas durante toda la carrera, a mis profesores revisores Fabio Villalba, José Salazar y la asesoría de Juan Carlos Navarro, y finalmente a mis tutores Miguel Martínez-Fresneda y Teresa Muñoz por brindarme lo más valioso que tiene el ser humano, su tiempo, sabiduría y palabras de apoyo.

25/07/2017 10:09

Para someter a: *Revista Ambiente & Agua*  
To be submitted: *Revista Ambiente & Agua*

**Determinación de perímetros de protección para las captaciones de agua subterránea de los sistemas acuíferos del Distrito Metropolitano de Quito como herramienta de gestión del recurso hídrico.**

Felipe Sebastián Castillo Realpe<sup>1</sup>, Miguel Martínez-Fresneda Mestre\*

<sup>1</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales

Quito-Ecuador

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Ph.D. Miguel Martínez, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Teléfono: 023974800 ext.163 email: [mestre.martinez@uisek.edu.ec](mailto:mestre.martinez@uisek.edu.ec)

Título corto o Runningtitle: **Perímetros de protección para los sistemas acuíferos del DMQ**



## Resumen

Las aguas subterráneas son consideradas la principal fuente de abastecimiento de agua potable para el futuro, por esta razón su protección y preservación son los objetivos principales para las autoridades. Los acuíferos pueden tener distintos niveles de vulnerabilidad dependiendo de sus características y de las actividades que se desempeñen en esa zona. La presente investigación determinó las zonas de mayor vulnerabilidad a la contaminación y los perímetros de protección para los pozos de producción de la EPMAPS de los sistemas acuíferos del DMQ. Las fuentes potenciales de contaminación, como talleres mecánicos y estaciones de servicio, aumentan la vulnerabilidad de las zonas, por lo que los perímetros de protección funcionarán como una herramienta de prevención a la contaminación y servirán para una correcta gestión del recurso hídrico subterráneo. Para evaluar la vulnerabilidad se utilizó el método DRASTIC y se compararon los resultados con un estudio previo que aplicó la metodología GOD. Los perímetros de protección se diseñaron utilizando el método de Wyssling y de Jacobs & Bear.

**Palabras clave:** Perímetros de protección, vulnerabilidad, acuífero, DRASTIC, ArgGis, carga contaminante, pozo de captación, Ecuador

**Abstract.**

Groundwater is considered the main source of drinking water for the future, so its protection and preservation are the main objectives for the authorities. Aquifers can have different levels of vulnerability depending on their characteristics and the activities that are carried out in that area. The present investigation will determine the zones of greater vulnerability to the contamination and the protection perimeters for the EPMAPS collection wells of the DMQ aquifer systems. Potential sources of pollution, such as mechanics and service stations, increase the vulnerability of the areas, so the protection perimeters will function as a pollution prevention tool and will serve for a correct management of the underground water resource. DRASTIC method will be used to evaluate the vulnerability and we will compare the results with a previous study with GOD methodology. The protection perimeters will be designed using the method Wyssling and Jacobs & Bear.

**Key words:** Protection perimeters, vulnerability, aquifer, DRASTIC, ArcGis, pollutant load, waterhole, Ecuador

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

## Introducción

Según la UNESCO (2016), el agua dulce es el recurso más importante para la humanidad y es considerado como un bien para todas las actividades sociales, económicas y ambientales, es decir, funciona como un factor limitante o favorable para el desarrollo de dichas actividades. A pesar de ser uno de los compuestos más abundantes de nuestro planeta, apenas el 3% del agua total en la Tierra corresponde a agua dulce y de este porcentaje, el 30% está en el suelo. Las fuentes superficiales de agua dulce, como lagos y ríos, solamente corresponden al 0,3%, A pesar de esto, los ríos y lagos son la principal fuente de agua que la población usa a diario (Burbano, Becerra, & Pasquel, 2015).

Las aguas subterráneas no están directamente expuestas a los efectos de las actividades humanas, desarrolladas normalmente en la superficie. La contaminación del agua se ve evidenciada, con mayor magnitud, en las aguas superficiales por la adición de compuestos ajenos como productos químicos, residuos industriales, aguas residuales, entre otros. Los efectos del cambio climático en el agua traen consigo ciertas incertidumbres, debido al aumento de las temperaturas y a la variación y concentración de las precipitaciones, sequías, tormentas tropicales, entre otras (Bates, Wu, Kundzewicz, & Palutikof, 2008); esto permite inferir que la mayor afectación recae sobre las aguas superficiales, dejando a las aguas subterráneas como la principal fuente de agua potable para el futuro.

El agua subterránea se almacena en unidades geológicas conocidas como acuíferos, el término **acuífero** (proveniente del latín *aqua* = agua y *ferre* = llevar), se define como una o más capas subterráneas de rocas o estratos geológicos que poseen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir el paso y la extracción significativa de agua (Martínez Alfaro, Martínez Santos, & Castaño, 2006; Molinero, Ortuño, Valverde, & Lambán, 2008).

De acuerdo con Martínez Alfaro et al., (2006) los acuíferos se clasifican en tres tipos de acuerdo a su presión:

- Acuífero Libre: Aquel en el que agua almacenada está en contacto directo con la atmósfera a través de los poros y fisuras de la roca. Este tipo de acuífero no siempre está saturado de agua y el nivel freático se encuentra a presión atmosférica.
- Acuífero Confinado: Acuífero que se encuentra aislado de la atmósfera por unidades geológicas impermeables, se encuentra siempre saturado de agua y se encuentra a presiones mayores a la atmosférica en cualquier de sus puntos.
- Acuífero Semiconfinado: Estructura geológica que posee características de acuífero confinado con baja permeabilidad.

El agua subterránea, por su naturaleza y abundancia, constituye un recurso estratégico frente a la previsible disminución de los recursos hídricos superficiales, es una parte esencial del ciclo hidrológico y es la fuente principal de agua para el hogar, agricultura e industrias en muchos países. También es una importante fuente de agua para el consumo humano, suministrando casi la mitad del agua potable del mundo y alrededor del 43% del agua utilizada para riego (Treidel, Martin-bordes, & Gurdak, 2012). En el Ecuador las aguas subterráneas constituyen un recurso esencial para la seguridad alimentaria y para el funcionamiento de los ecosistemas, adicionalmente, existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso accesible para abastecer poblaciones o para la irrigación de cultivos. (Burbano et al., 2015).

La principal fuente de recursos hídricos del Distrito Metropolitano de Quito proviene de las aguas superficiales, donde tan solo el 5% del total del agua distribuida procede de

acuíferos (Atlas Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito, 2008), por esa razón y debido a los diferentes escenarios que se pueden presentar a futuro en nuestra ciudad, como el agotamiento de los recursos superficiales o afecciones en el sistema de abastecimiento, es de alta importancia la preservación de las fuentes subterráneas.

Las aguas subterráneas frecuentemente han sido ignoradas por las administraciones de muchos otros países en el mundo. Mientras que las aguas superficiales han sido reguladas mediante sistemas de gestión y normas que favorecen su uso racional, las aguas subterráneas parece que no tienen importancia. Bosch (2014) menciona algunas ventajas que posee el recurso subterráneo: existen grandes volúmenes almacenados; son menos sensibles a las variaciones estacionales (precipitaciones); presentan un elevado nivel de autoprotección, este mismo hecho permite un tiempo de actuación mayor en caso de accidentes; permiten su extracción junto al lugar de uso, lo cual se traduce al uso de poca infraestructura; se requieren menos tratamientos para su uso; entre otras.

Como se indicó anteriormente, las aguas subterráneas poseen un mayor grado de protección, en comparación con las aguas superficiales, debido a su ubicación en el subsuelo; sin embargo el proceso de descontaminación en estas aguas resulta ser un proceso complicado, costoso y difícilmente reversible. La contaminación de las aguas subterráneas se distingue de la de las aguas superficiales en su mayor dificultad de detección, en su mayor duración y en la dificultad de corregirla una vez esté comprobada. La lentitud en que se mueve el agua en la mayoría de los acuíferos hace que en muchas ocasiones, cuando se observa su efecto, el origen de la contaminación no exista y el compuesto ya se encuentra disperso por una extensión significativa del acuífero, afectando a grandes volúmenes de agua (Sánchez, 2011).

Debido a que las medidas de tratamiento para la contaminación de las aguas subterráneas son difíciles y costosas, es lógico aceptar que la mejor solución es siempre invertir en medidas de prevención de dicha contaminación. Por esta razón es necesario elaborar planes de gestión del recurso hídrico subterráneo, con el fin de evaluar su vulnerabilidad y diseñar medidas de protección de la contaminación, como es el caso de los perímetros de protección.

La **vulnerabilidad intrínseca** a la contaminación del acuífero se define como aquellas características intrínsecas de los estratos que separan la zona saturada del acuífero de la superficie del terreno, lo cual determina su sensibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante aplicada en la superficie. Es un término usado para definir la vulnerabilidad del agua subterránea frente a los contaminantes generados por actividades humanas y está en función de la accesibilidad de la zona saturada del acuífero a la penetración de contaminantes y a la capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada, resultantes de la retención o reacción físico-química de los contaminantes (Foster, Hirata, Gomes, D'Elia, & Paris, 2007).

La **vulnerabilidad específica**, por otro lado, define la vulnerabilidad del agua subterránea frente a un contaminante particular o a un grupo de contaminantes. Toma en cuenta las propiedades de los contaminantes y su relación con los diversos componentes de la vulnerabilidad intrínseca (Pérez & Pacheco, 2004).

La protección de las captaciones de agua subterránea se realiza mediante el establecimiento de **perímetros de protección**. Estos se pueden definir como un área en torno

a una captación en la cual, de forma graduada, se restringen o prohíben las actividades o instalaciones susceptibles de contaminar las aguas subterráneas o que afecten al caudal realmente aprovechado para el abastecimiento a la población (Martínez & García, 2003).

Los resultados obtenidos tras delimitar perímetros de protección durante décadas en numerosos países (Alemania, Francia, Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Estados Unidos, Australia, entre otros), indican que constituyen un sistema eficaz para encontrar un compromiso entre una protección adecuada y suficiente del recurso y el respeto, en la medida de lo posible, de la actividad socioeconómica de la región circundante (Martínez & García, 2003), es decir que la determinación de estas zonas de protección sirve como una herramienta de prevención de la contaminación de acuíferos, donde es necesario llegar al equilibrio entre una correcta protección del recurso y la oportunidad de que en esa región se asienten actividades socioeconómicas.

Como ejemplo de su eficacia se encuentran países como Alemania, pionera en este campo, donde el 20 % de la extensión total del país está destinada a zonas de protección (Vorreyer, 1998), en Holanda los perímetros ocupan un 4% de la superficie del territorio nacional (Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, 1994) y en el Reino Unido se han implantado de manera efectiva más de 1500 zonas de protección de captaciones de agua subterránea (Environment Agency, 1998) (Martínez & García, 2003)

Los perímetros de protección funcionan como una herramienta de prevención a la contaminación y ayudan a una correcta gestión del recurso hídrico subterráneo evitando que el agua bombeada de los pozos se vea alterada, también sirven para establecer lineamientos de



planificación territorial, donde se restringe el desarrollo de ciertas actividades consideradas como riesgosas.

La formulación de perímetros de protección como herramienta de gestión del recurso hídrico subterráneo permite proteger a las zonas de captación de agua para prevenir la contaminación del acuífero, evitando cualquier alteración a las aguas que serán bombeadas de los pozos de captación.

La falta de conocimiento con respecto a la contaminación de aguas subterráneas en el Ecuador y los escasos estudios sobre delimitación de perímetros de protección ha originado que las actividades industriales se ubiquen en zonas de alta sensibilidad sin ninguna restricción, aumentando, de esta manera, el grado de contaminación de esas fuentes de recurso hídrico.

Para esta investigación se cuenta con varios estudios de los acuíferos de Quito, entre ellos, la tesis de pregrado titulada “Modelación del nivel principal del acuífero centro norte de Quito” elaborada por Teresa Muñoz en el 2005 (EPN), la tesis de pregrado “Geología y análisis del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca del sur de Quito” elaborada por Angélica Peñafiel en el 2009 (EPN), y la tesis de pregrado elaborada por Juan Sebastián Galeano en 2016 titulada “Perímetros de protección para las captaciones de agua subterránea influenciadas por la futura línea del Metro de Quito” (UISEK), donde como parte de los resultados presentados se incluye información relacionada con la vulnerabilidad de los acuíferos de la ciudad. También se cuenta con artículos como “Hydrogeological characterization of the plateaus region of the Quito Aquifer System using remote sensing, digital geomorphology, and geophysics” elaborado por Rios-Sanchez, Gierke, & Muñoz-

Martínez en el 2012 y también el Estudio Hidrogeológico y Modelación del Acuífero Centro-Norte de Quito elaborado en el 2009 por Parreño et al.

El objetivo de la investigación es diseñar los perímetros de protección de los pozos de captación de agua subterránea de los sistemas acuíferos del DMQ para una correcta planificación del recurso hídrico. Los objetivos específicos son: determinar el estado de los pozos de captación de agua subterránea; interpretar los resultados obtenidos de las pruebas de bombeo realizadas en diferentes pozos; evaluar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas para determinar las zonas con mayor grado de vulnerabilidad; proponer medidas de control en relación al manejo de los pozos de captación de agua subterránea.

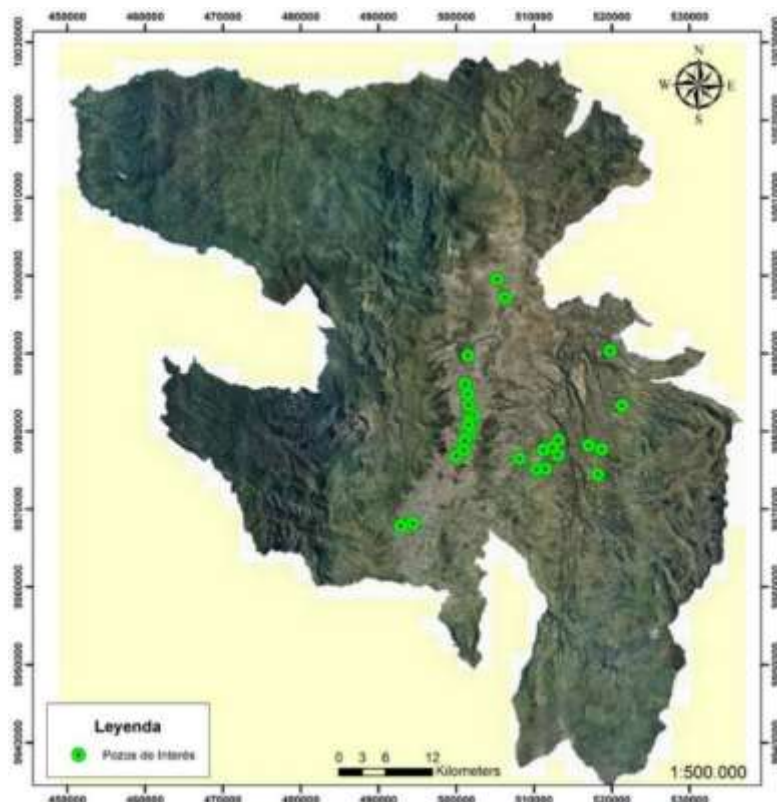
Los pozos de captación dentro del sistema acuífero del DMQ se encuentran en una zona urbana ya consolidada, por lo que se limitaría la funcionalidad de los perímetros de protección y se dificultaría la restricción o prohibición de actividades con un alto potencial a la contaminación. Se delimitarán los perímetros de protección en diferentes zonas, cada una en función del tiempo de tránsito, con esto obtendremos perímetros no mayores a los 200 metros en la zona más alejada, es decir con un tiempo de tránsito de 10 años.

Con este antecedente, al momento de elaborar el mapa de vulnerabilidad, se espera obtener que alrededor de un 70% de los pozos se encuentren en una zona con vulnerabilidad moderada, por lo que sus perímetros de protección estarán ubicados de manera directa en una zona de influencia con peligro medio a la contaminación.

## **Materiales y Métodos**

Para este estudio se analizaron 30 pozos de captación de agua subterránea ubicados a lo largo del Distrito Metropolitano de Quito (Figura 1), de estos pozos, 5 se localizan en zonas rurales. El DMQ se encuentra en la provincia de Pichincha, al Centro Norte del Ecuador, está conformado por la ciudad de Quito, 32 parroquias urbanas y 33 rurales (Quito Turismo, 2014; Villacis, 2005), cuenta con seis sistemas acuíferos en los cuales la EPMAPS ha realizado estudios para el aprovechamiento sustentable del recurso hídrico proveniente de estos acuíferos, en los cuales considera la cantidad, calidad y los riesgos a la contaminación que presentan dichos yacimientos (Rodríguez, 2011). Los pozos de interés se encuentran en cinco de los seis sistemas acuíferos del DMQ, estos sistemas son: Acuífero Centro-Norte, Sur, San Antonio de Pichincha, Cumbaya - Tumbaco y Pifo.

**Figura 1.** Pozos de interés en el DMQ  
**Fuente:** EPMAPS, 2017      **Elaboración:** Castillo, 2017



Para determinar los riesgos a la contaminación y previo al diseño de medidas de protección de calidad de las aguas subterráneas del sistema acuífero del DMQ, se deben analizar zonas que presenten mayor vulnerabilidad a la contaminación, mediante la elaboración de los respectivos mapas de vulnerabilidad.

Para la generación de estos mapas se procedió al análisis de la información proporcionada por la EPMAPS y la información recolectada durante la investigación, utilizando el programa ArcGis como herramienta para la clasificación y procesamiento de los datos obtenidos.

Uno de los métodos más conocidos para evaluar la vulnerabilidad y elaborar su respectivo mapa es **DRASTIC** (Aller, Thornhill, & Kerr, 1987) que cuantifica la vulnerabilidad relativa por medio de una suma ponderada de índices establecidos para siete

variables hidrogeológicas: D (profundidad del nivel piezométrico), R (recarga), A (litología del acuífero), S (naturaleza del suelo), T (pendiente del terreno), I (naturaleza de la zona no saturada) y C (conductividad hidráulica). Los índices establecidos para cada variable hidrogeológica puede variar entre 1 (mínima vulnerabilidad) y 10 (máxima vulnerabilidad), adicionalmente, a cada variable se le asigna un factor de ponderación que va del 1 al 5, dependiendo de las características a analizar. Los valores para cada índice y factor de ponderación se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Índice DRASTIC**  
**Fuente:** Modificado de Aller et al., 1987

Variable D: Nivel piezométrico	
Profundidad (m)	Valoración D
0 - 1,5	10
1,5 - 4,6	9
4,6 - 9,1	7
9,1 - 15,2	5
15,2 - 22,9	3
22,9 - 30,5	2
> 30,5	1

Variable R: Recarga	
Recarga (mm)	Valoración R
0 - 50	1
50 - 103	3
103 - 178	6
178 - 254	8
> 254	9

Variable A: Litología del acuífero		
Litología del acuífero	Valoración	Valor
Lutita masiva	1-3	2
Metamórfica/Ígnea	2-5	3
Metamórfica/Ígnea meteorizada	3-5	4
Till glacial	4-6	5
Secuencias de arenisca, caliza y lutitas	5-9	6
Arenisca masiva	4-9	6
Caliza masiva	4-9	6
Arena o grava	4-9	8
Basaltos	2-10	9

Variable S: Naturaleza del suelo	
Tipo de suelo	Valoración S
Delgado o ausente	10
Grava	10
Arena	9
Agregado arcilloso o compactado	7
Arenisca margosa	6
Marga	5
Limo margoso	4
Arcilla margosa	3
Estiércol-cieno	2
Arcilla no compactada y no agregada	1

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Variable T: Pendiente del terreno	
Pendiente (%)	Valoración I
0-2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
> 18	1

Variable I: Naturaleza de la zona no saturada		
Naturaleza de la zona no saturada	Valoración	Valor típico
Capa confinante	1	1
Cieno-arcilla	2-6	3
Lutita	2-5	3
Caliza	2-7	6
Arenisca	4-8	6
Secuencias de arenisca, caliza y lutita	4-8	6
Arena o grava con contenido de cieno y arcilla	4-8	6
Metamórfica/Ignea	2-8	4
Grava y arena	6-9	8
Basalto	2-10	9
Caliza kárstica	8-10	10

Variable C: Conductividad hidráulica	
Conductividad hidráulica	Valoración
0,04 - 4,08	1
4,08 - 12,22	2
12,22 - 28,55	3
28,55 - 40,75	6
40,75 - 81,49	8
> 81,49	10

Factores de ponderación							
Tipo	Variable						
	D	R	A	S	T	I	C
Intrínseca	5	4	3	2	1	5	3

Se debe asumir que el contaminante tiene igual movilidad en el medio poroso que en el agua, que se introduce por la superficie del terreno y se incorpora al agua subterránea mediante la infiltración desde las zonas de recarga. El resultado final se obtiene de la suma de

todos los parámetros previamente multiplicados por su factor de ponderación. Los rangos de variación del índice de vulnerabilidad intrínseca se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Rangos variación índice DRASTIC  
**Fuente:** Aller et al., 1987

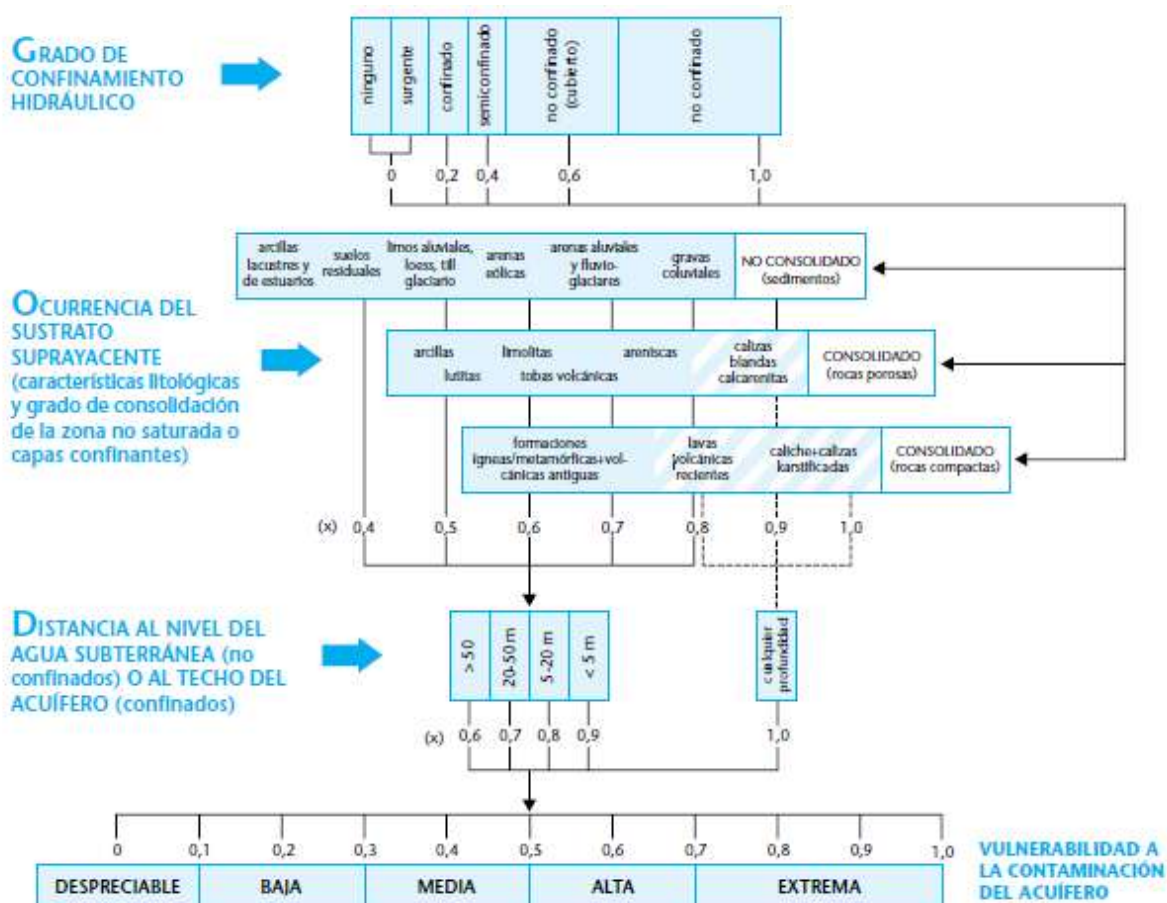
<b>Grado vulnerabilidad</b>	<b>Valor DRASTIC</b>
<b>Muy bajo</b>	23-64
<b>Bajo</b>	64-105
<b>Moderado</b>	105-146
<b>Alto</b>	146-187
<b>Muy alto</b>	187-230

El método **GOD** (por sus siglas en inglés: *Groundwater occurrence, Overall aquifer class, Depth*) es un método que permite evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos en función de tres parámetros: grado de confinamiento hidráulico, ocurrencia del sustrato suprayacente y distancia al nivel de agua (Foster et al., 2007). Este método fue utilizado por Galeano (2016), en el área de estudio, por lo que sus resultados servirán para la comparación con el método DRASTIC y poder obtener mejores resultados. Cada parámetro recibe un valor dependiendo de sus características, siendo comparado con rangos preestablecidos por los autores (Figura 2).



**Figura 2.** Ponderación Modelo GOD

**Fuente:** Foster et al., 2007



Para el diseño de áreas de protección para fuentes de agua subterránea se cuenta con una amplia gama de métodos, la elección de la metodología reside en la cantidad de información hidrogeológica disponible. Se utilizará la metodología de Wyssling y la de Jacobs & Bear ya que las dos utilizan parámetros que han sido medidos y monitoreados por parte de la EPMAPS.

El método de **Wyssling** consiste en el cálculo de la zona de llamada de una captación, es decir, de la parte del área de alimentación en la cual puede apreciarse un descenso piezométrico consecuencia del bombeo y las líneas de corriente se dirigen a la captación, y la

búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado (Martínez & García, 2003). Para su aplicación se necesita de un ensayo de bombeo previo y es preciso conocer el gradiente hidráulico ( $i$ ), caudal bombeado ( $Q$ ), permeabilidad ( $K$ ), porosidad eficaz ( $m_e$ ) y espesor del acuífero ( $b$ ). Las fórmulas utilizadas en la presente metodología se detallan en la Tabla 10 donde se automatizaron en una hoja de Excel.

**Tabla 3.** Fórmulas Método Wyssling  
**Fuente:** Martínez & García, 2003    **Elaboración:** Castillo, 2017

<b>METODOLOGÍA WYSSLING</b>	
<b>Radio de llamada</b>	$X_o = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$
<b>Zona de llamada</b>	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$
<b>Ancho del frente de llamada</b>	$B' = \frac{B}{2}$
<b>Velocidad eficaz</b>	$Ve = \frac{K \cdot i}{m_e}$

Para el cálculo de las distancias de aguas arriba y aguas abajo de la captación, se utilizó el parámetro “ $l$ ” en función del Tiempo de Tránsito ( $t$ ): 1 día, 100 días, 5 años y 10 años.

<b>Parámetro <math>l</math></b>	$l = Ve \cdot t$
<b>Distancia aguas arriba</b>	$S_o = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}{2}}$

<b>Distancia aguas abajo</b>	$S_o = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}{2}}$
------------------------------	---

Se procedió a graficar las isócronas para la delimitación de los perímetros de protección, los gráficos fueron generados en el programa AutoCAD y exportados a ArcGis.

En el método de **Jacobs & Bear** se definen isocronas, alrededor de la captación realizada, que delimitan zonas en las cuales el resultado de una actividad contaminante tarde en llegar a la misma un cierto período de tiempo, que será el indicado por dichas isócronas (Instituto Geominero de España, 2003). Se calcula mediante la búsqueda de la curva correspondiente en el ábaco del mismo autor. Adicional a las variables mencionadas anteriormente se requiere conocer la transmisividad del acuífero (T).

Al igual que la metodología anterior, se automatizaron los datos en Excel con las formulas descritas en la Tabla 4. Se calculó el Tiempo Reducido (tR) en función de los tiempos de tránsito, que fueron: 1 día, 100 días, 5 años y 10 años. Al ser una metodología gráfica, los resultados obtenidos sirven como valores preliminares para la determinación de las isócronas en el ábaco del mismo autor. Sobre el ábaco se busca la curva correspondiente al tiempo tR, ya que los valores obtenidos no coinciden con ninguna curva dibujada, se procedió a determinar por interpolación lineal entre las dos curvas más próximas, obteniendo los puntos donde se corta a los ejes de coordenadas (Xr, Yr). Para obtener valores más precisos se utilizó el ábaco realizado por Galeano (2016) en el programa AutoCAD con las mismas dimensiones que el original (Anexo A).

Se procedió a un ajuste dimensional, dado que los valores fueron tomados en relación a las unidades escalares del ábaco, en el cual se multiplicó el valor obtenido por 0,45 (valor

que representa la unidad gráfica en el ábaco). Se calcularon las coordenadas reales en metros (X,Y) mediante las fórmulas de transformación y finalmente se graficaron las coordenadas reales para los distintos tiempos de tránsito en el programa AutoCAD y se exportaron sus gráficas a ArcGis.

**Tabla 4.** Fórmulas Método Jacobs & Bear  
**Fuente:** Martínez & García, 2003    **Elaboración:** Castillo, 2017

<b>METODOLOGÍA JACOBS &amp; BEAR</b>	
<b>Tiempo Reducido</b>	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
<b>Interpolación lineal</b>	$y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$
<b>Coordenadas reales (X,Y)</b>	$X(m) = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$
	$Y(m) = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$

Una vez calculadas las distancias reales para los perímetros de protección con los diferentes métodos utilizados, es importante que se mencione cuantas zonas se proponen para que se ubiquen alrededor de las captaciones de agua subterránea. De acuerdo al IGME (2003), se pueden dividir a los perímetros de protección en distintas zonas, cuyas características se las menciona a continuación:

**Zona inmediata o de restricciones absolutas:** Se define a esta zona en base a un tiempo de tránsito de 1 día. El objetivo de esta zona es proteger la captación contra vertidos directos e impedir el acceso de animales que pudieran contaminar directamente las captaciones. Para el Ecuador aplica lo dispuesto en el Código de Construcción, que menciona al menos 30 metros

de radio de protección cuando la capa freática está bien protegida, 50 metros de perímetro para zonas no muy bien protegidas y de 15 a 20 metros para zonas donde no exista la posibilidad de contaminación.

Zona próxima o de restricciones máximas: también conocida como zona de protección bacteriológica (FCIHS, 2003), con un tiempo de tránsito entre 10 y 100 días. Su objetivo es la protección frente a la contaminación microbiológica. En Ecuador, el Código de la Construcción establece la zona siguiente a la inmediata, a la zona de protección sanitaria.

Zona alejada o de restricciones moderadas: Se la calcula con un tiempo de tránsito de varios años, con la finalidad de proteger a las captaciones de contaminantes de larga persistencia. Proporciona restricciones en el uso de suelo a determinadas actividades antropogénicas.

## Resultados

### *Aplicación del Método DRASTIC*

A cada parámetro establecido para este método se le asigna un valor en función de las diferentes características y rangos definidos. Además de este valor, se les otorga un peso entre 1 y 5 que cuantifica la importancia entre ellos, se los puede modificar en función del tipo de contaminante y del criterio profesional. Estos valores se encuentran recogidos en la Tabla 1.

Para la profundidad del nivel piezométrico (D) se utilizaron datos de monitoreos de niveles estáticos realizadas por la EPMAPS en el año 2016, donde se realizó una interpolación por el método de Krigging para toda la zona de estudio, generando una imagen raster con los valores correspondientes a este parámetro.

La Recarga (R) es probablemente el parámetro más difícil de calcular, para este caso se utilizó información de estaciones meteorológicas proporcionada por el INAMHI, se calculó el valor de lluvia anual que cae en el área y se multiplicó por 0.2, valor que corresponde al coeficiente de infiltración obtenido en el Estudio de Impacto Ambiental de la Línea del Metro de Quito, finalmente se distribuyó el valor mediante la generación de polígonos de Thiessen.

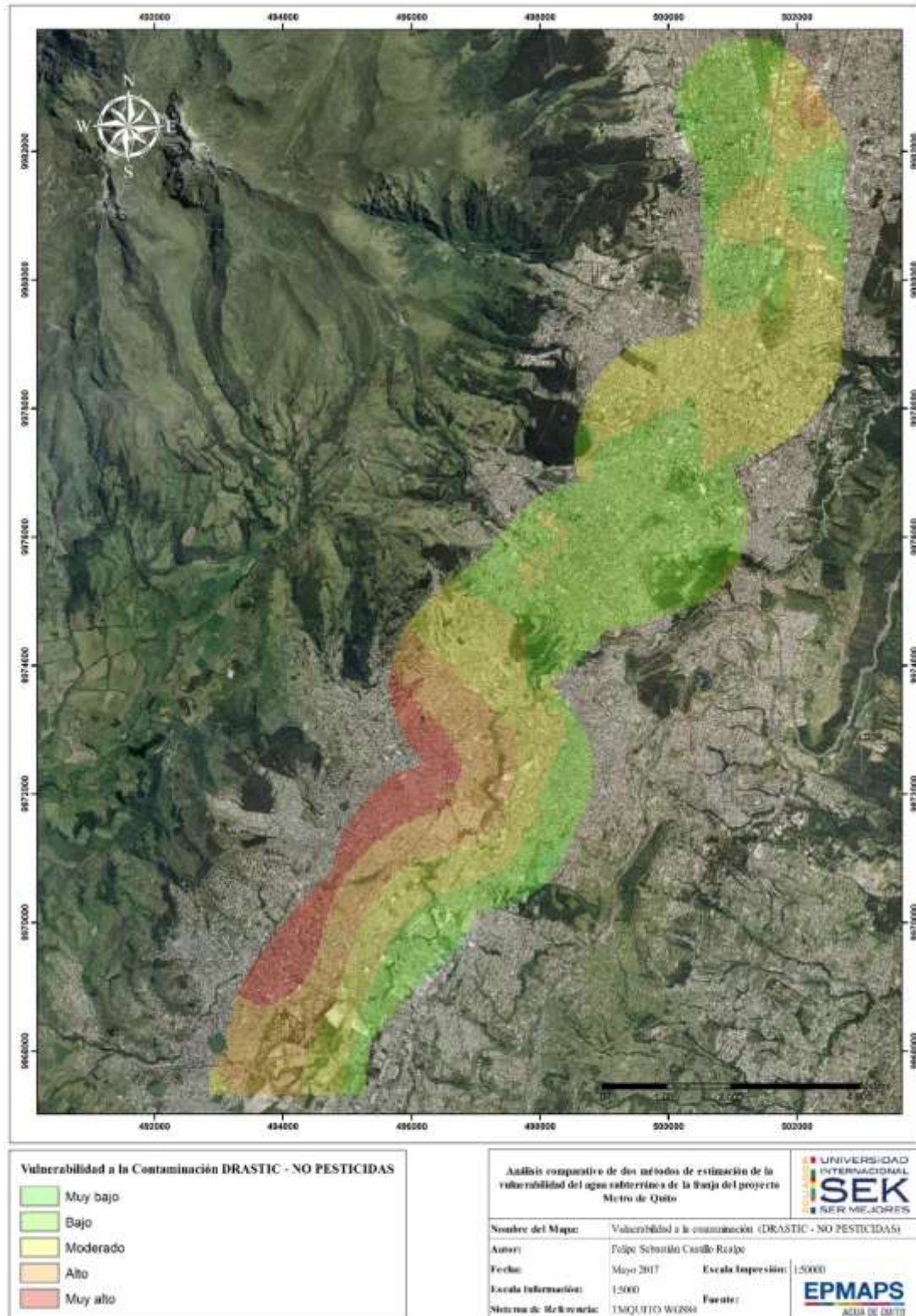
La diversidad litológica encontrada en la zona de estudio mostró que la naturaleza del acuífero (A) está en una zona de depósitos detríticos, es decir, predominando gravas, arenas y limos. La EPMAPS proporcionó información sobre la litología del acuífero y naturaleza del

suelo que sirvió para introducir los valores para este parámetro, referente a la textura del suelo (S).

Para obtener las pendientes del terreno (T) se recurrió al mapa base entregado por la EPMAPS con curvas de nivel cada 50 metros, se realizó el Modelo Digital de Elevación (MDE) y con la ayuda de la herramienta SLOPE se obtuvo el mapa de pendientes para el área de estudio. La naturaleza de la zona no saturada (I) se encontró del mismo modo que los parámetros A y S, utilizando la misma información sobre geología del DMQ proporcionada por la EPMAPS.

Para obtener el parámetro de conductividad hidráulica (C) se utilizó información sobre la permeabilidad (k) del acuífero, recordando su estrecha relación y reclasificando los valores según la Tabla 1. Después de combinar las 7 variables, se obtiene el siguiente mapa de vulnerabilidad a la contaminación:

**Figura 3. Mapa Vulnerabilidad a la Contaminación DRASTIC**  
**Elaboración: Castillo, 2017**



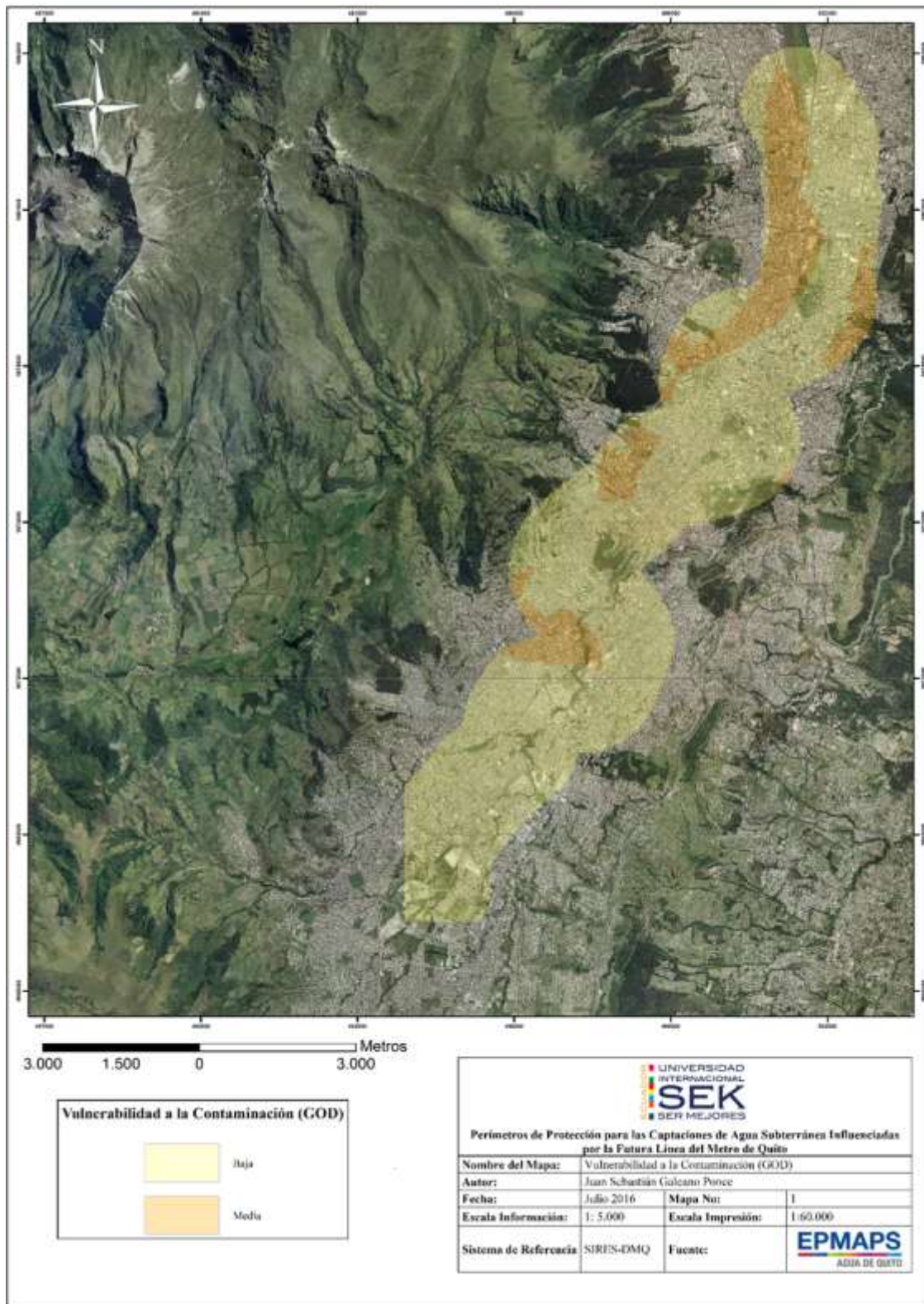


### *Aplicación del Método GOD*

Este método fue utilizado por Galeano (2016), donde los resultados de vulnerabilidad nos sirvieron para realizar una comparación con el método anterior y poder obtener mejores resultados. En la Figura 4 se presenta el mapa de vulnerabilidad a la contaminación después de combinar las 3 variables analizadas en este método.

**Figura 4.** Mapa Vulnerabilidad a la contaminación GOD  
**Elaboración:** Castillo, 2017

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



*Perímetros de Protección*

La EPMAPS solicitó el cálculo de los perímetros de protección para 30 pozos de agua subterránea ubicados a lo largo de todo el Distrito Metropolitano de Quito. Estas captaciones son consideradas como principales fuentes de abastecimiento para situaciones de emergencia que se pueden presentar en el Distrito. Con el objetivo de establecer zonas de protección con mayor superficie se procedió a calcular la zona de protección inmediata para un tiempo de tránsito de 100 días, la zona de restricciones absolutas para 5 años y la de restricciones moderadas para 10 años de tiempo de tránsito.

Las variables utilizadas para el cálculo de los perímetros de protección fueron generadas por la EPMAPS mediante pruebas de bombeo, esta información se detalla en la Tabla 4. Los resultados de permeabilidad (K) calculados por la EPMAPS, presentaron valores que no correspondían a los caudales de explotación de los pozos, por lo que se procedió a calcular una permeabilidad regional de 1.83 m/día para el sector Centro-Norte, 0,86 m/día para el sector Sur y 0,52 para Pifo - El Quinche. El espesor saturado (b) fue calculado mediante la distancia entre la base del acuífero y el nivel freático, se tomó como referencia una profundidad del acuífero de 300 metros. La porosidad eficaz (me) fue calculada por la EPMAPS dando una constante para todos los pozos de captación. Los datos correspondientes al gradiente hidráulico (i) se obtuvieron a partir del programa ArcGIS, donde se midieron las distancias entre las captaciones y se dividió este valor para la diferencia de los niveles piezométricos.

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

**Tabla 5.** Variables hidrogeológicas para los pozos de interés  
**Fuente:** EPMAPS, 2017      **Elaboración:** Castillo, 2017

Parámetro	Caudal (Q)		Transmisividad (T)		Espesor saturado (b)	Gradiente Hidráulico (i)	Porosidad eficaz (me)	Permeabilidad (K)
	L/s	m <sup>3</sup> /día	m <sup>2</sup> /s	m <sup>2</sup> /día	m	adimensional	adimensional	m/día
<b>1A</b>	7,24	625,5	$6,1 \cdot 10^{-3}$	530	289,77	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>2</b>	20	1728	$5,9 \cdot 10^{-3}$	513	280,44	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>7P</b>	23,57	2036,4	$5,8 \cdot 10^{-3}$	503	274,62	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>13P</b>	182,8	15793,9	$5,4 \cdot 10^{-3}$	466	254,58	$6,8 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>5P</b>	38,27	3306,5	$6,1 \cdot 10^{-3}$	526	287,29	$5,8 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>17</b>	6,49	560,7	$6,1 \cdot 10^{-3}$	525	286,8	$5,5 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>12A</b>	9,46	817,3	$6,1 \cdot 10^{-3}$	526	287,41	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>18</b>	18	1555,2	$6,0 \cdot 10^{-3}$	517	282,67	$6,0 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>25</b>	26,85	2319,8	$6,1 \cdot 10^{-3}$	527	288,16	$5,0 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>26</b>	18	1555,2	$5,8 \cdot 10^{-3}$	498	272,04	$3,1 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>29P</b>	32,47	2805,4	$5,5 \cdot 10^{-3}$	474	258,86	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>11D</b>	15	1296	$6,0 \cdot 10^{-3}$	522	285,45	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>58</b>	33,34	2880,6	$2,4 \cdot 10^{-3}$	206	283,7	$2,4 \cdot 10^{-2}$	0,328	1,83
<b>Las Cuadras</b>	9	777,6	$6,0 \cdot 10^{-3}$	518	283,25	$1,1 \cdot 10^{-2}$	0,328	0,86
<b>2QS</b>	8,3	717,1	$1,4 \cdot 10^{-3}$	117	288,8	$1,5 \cdot 10^{-2}$	0,328	0,86
<b>LDU</b>	18	1555,2	$5,6 \cdot 10^{-3}$	482	263,66	$8,7 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>San Antonio 2</b>	5,38	464,83	$3,8 \cdot 10^{-3}$	332	181,21	$8,7 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>El Quinche</b>	15	1296	$3,6 \cdot 10^{-3}$	312	170,55	$6,5 \cdot 10^{-3}$	0,328	0,52
<b>Tababela</b>	2	172,8	$3,4 \cdot 10^{-3}$	292	159,69	$4,5 \cdot 10^{-3}$	0,328	0,52
<b>YT1</b>	10	864	$5,3 \cdot 10^{-3}$	461	251,95	$5,6 \cdot 10^{-3}$	0,328	0,52
<b>Pifo 1</b>	1,04	89,86	$5,2 \cdot 10^{-3}$	451	246,58	$4,3 \cdot 10^{-3}$	0,328	0,52
<b>Puembo</b>	8	691,2	$3,9 \cdot 10^{-3}$	340	185,74	$5,1 \cdot 10^{-3}$	0,328	0,52
<b>La Primavera</b>	15	1296	$5,7 \cdot 10^{-3}$	493	269,32	$9,0 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>Rumihuayco 1</b>	50	4320	$5,6 \cdot 10^{-3}$	485	265,03	$6,0 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>Rumihuayco 2</b>	20	1728	$5,6 \cdot 10^{-3}$	480	262,31	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>La Esperanza MICEI</b>	10	864	$4,2 \cdot 10^{-3}$	361	197,14	$1,1 \cdot 10^{-2}$	0,328	1,83
<b>El Carrizal</b>	10	864	$4,9 \cdot 10^{-3}$	427	233,23	$4,3 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>Santa Rosa</b>	15	1296	$5,3 \cdot 10^{-3}$	458	250,36	$3,7 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>Patagua</b>	20	1728	$5,9 \cdot 10^{-3}$	512	279,54	$4,7 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83
<b>Planta de Tratamiento</b>	47	4060,8	$6,0 \cdot 10^{-3}$	522	285,17	$6,0 \cdot 10^{-3}$	0,328	1,83

Los resultados para la metodología de Wyssling y Jacobs & Bear se presentan en las Tablas 13 y 14. Debido a su contenido extenso, los cálculos realizados para los pozos de interés y sus respectivos gráficos se pueden encontrar en el Anexo B.

**Tabla 6.** Método de Jacobs & Bear  
**Fuente y Elaboración:** Castillo, 2017

<b>Método Jacobs &amp; Bear</b>								
<b>Tiempo de transito</b>	<b>1 día</b>		<b>100 días</b>		<b>5 años</b>		<b>10 años</b>	
<b>Pozo</b>	<b>Distancia aguas arriba (m)</b>	<b>Distancia aguas abajo (m)</b>	<b>Distancia aguas arriba (m)</b>	<b>Distancia aguas abajo (m)</b>	<b>Distancia aguas arriba (m)</b>	<b>Distancia aguas abajo (m)</b>	<b>Distancia aguas arriba (m)</b>	<b>Distancia aguas abajo (m)</b>
<b>1A</b>	0,02	0,02	3	2	52	30	106	59
<b>2</b>	0,02	0,02	3	2	47	30	98	59
<b>7P</b>	0,03	0,02	3	2	64	40	142	80
<b>13P</b>	0,1	0,07	11	7	207	127	457	255
<b>5P</b>	0,09	0,06	9	6	187	103	288	135
<b>17</b>	0,09	0,06	9	6	105	30	173	31
<b>12A</b>	0,03	0,02	3	2	72	40	132	71
<b>18</b>	0,1	0,06	10	6	144	64	238	77
<b>25</b>	0,08	0,05	8	5	157	85	243	112
<b>26</b>	0,05	0,03	5	3	104	58	188	100
<b>29P</b>	0,05	0,04	6	4	119	67	242	135
<b>11D</b>	0,02	0,01	2	1	36	23	72	46
<b>58</b>	0,16	0,1	15	10	208	82	347	90
<b>Las Cuadras</b>	0,17	0,11	19	11	157	23	278	24
<b>2QS</b>	0,05	0,03	6	3	91	45	146	57
<b>LDU</b>	0,14	0,09	14	9	172	57	287	58

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

<b>San Antonio 2</b>	0,14	0,09	16	9	139	25	241	26
<b>El Quinche</b>	0,11	0,07	11	7	164	79	265	95
<b>Tababela</b>	0,07	0,05	8	5	81	20	136	21
<b>YT1</b>	0,09	0,06	9	6	121	47	202	52
<b>Pifo 1</b>	0,07	0,04	8	4	61	8	109	8
<b>Puembo</b>	0,08	0,05	8	5	120	52	198	62
<b>La Primavera</b>	0,15	0,09	16	9	167	46	277	46
<b>Rumihuayco 1</b>	0,09	0,06	10	6	202	113	328	165
<b>Rumihuayco 2</b>	0,06	0,04	6	4	122	68	206	106
<b>La Esperanza MICEI</b>	0,18	0,12	21	12	181	33	315	34
<b>El Carrizal</b>	0,07	0,04	7	4	112	55	181	68
<b>Santa Rosa</b>	0,06	0,04	6	4	125	70	190	92
<b>Patagua</b>	0,08	0,05	8	5	139	73	221	95
<b>Planta de Tratamiento</b>	0,09	0,06	10	6	202	113	313	153



**Tabla 7.** Método de Wyssling  
**Fuente y Elaboración:** Castillo, 2017

Método Wyssling								
Tiempo de transito	1 día		100 días		5 años		10 años	
Pozo	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
1A	1,5	1,4	15	14	70	54	105	73
2	2,5	2,4	25	24	113	97	165	132
7P	2,7	2,7	27	26	126	104	185	142
13P	7,8	7,7	80	76	368	299	543	405
5P	3,4	3,3	35	32	175	116	269	151
17	1,4	1,4	15	13	84	41	136	51
12A	1,7	1,7	17	16	83	61	125	81
18	2,3	2,3	23	23	105	93	153	128
25	2,8	2,8	29	27	136	105	203	140
26	2,4	2,4	24	23	118	86	177	114
29P	3,3	3,2	33	31	158	121	236	163
11B	2,1	2,1	21	21	96	84	140	115
58	3,2	3,1	39	25	303	59	553	65

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

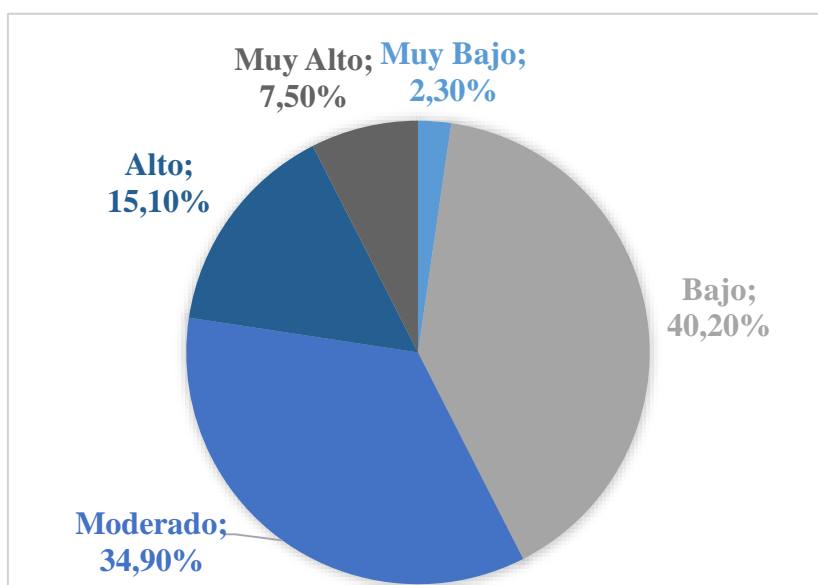
<b>2QS</b>	1,6	1,5	19	13	139	32	250	36
<b>Las Cuadras</b>	1,7	1,6	21	12	181	26	337	28
<b>LDU</b>	2,4	2,4	26	22	156	67	258	81
<b>San Antonio 2</b>	1,6	1,6	18	14	125	36	218	42
<b>El Quinche</b>	2,7	2,7	29	25	154	88	243	111
<b>Tababela</b>	1,0	1,0	12	9	73	26	123	31
<b>YT1</b>	1,8	1,8	20	17	111	55	180	67
<b>Pifo 1</b>	0,6	0,6	7	5	55	12	100	13
<b>Puembo</b>	1,9	1,9	20	18	111	59	177	74
<b>La Primavera</b>	2,2	2,1	24	19	149	57	250	68
<b>Rumihuayco 1</b>	4,0	4,0	41	38	203	142	309	187
<b>Rumihuayco 2</b>	2,5	2,5	26	24	128	91	194	120
<b>La Esperanza MICEI</b>	2,1	2,0	24	18	163	48	285	55
<b>El Carrizal</b>	1,9	1,9	20	18	106	62	166	79
<b>Santa Rosa</b>	2,3	2,2	23	21	117	79	178	103
<b>Patagua</b>	2,5	2,4	26	23	132	83	204	107
<b>Planta de Tratamiento</b>	3,7	3,7	39	36	192	131	294	172

## Discusión

Después de combinar los 7 parámetros que posee DRASTIC, se obtuvieron 5 categorías de vulnerabilidad a la contaminación. En la Figura 5 se puede observar que el 40% de la zona de estudio se encuentra en la categoría de baja vulnerabilidad, mientras que un 15% se ubicó dentro de la categoría alta. Esta categorización podría ser reclasificada solo en 3 categorías que representen baja, media y alta vulnerabilidad, y de esta manera tener una visualización mejor de la zona estudiada.

**Figura 5.** Vulnerabilidad a la Contaminación DRASTIC

**Fuente y Elaboración:** Castillo, 2017



Los resultados de los cálculos de los perímetros de protección para ambas metodologías muestran las distancias aguas arriba y aguas abajo para los 30 pozos de captación de agua subterránea. Ambas metodologías utilizaron las mismas características hidrogeológicas, a excepción de Jacobs & Bear que adiciona la variable de Transmisividad.

Las distancias obtenidas son similares entre ambas metodologías, mostrando las distintas zonas para cada uno de los tiempos de tránsito escogidos.

Una vez delimitados los perímetros de protección se realizó una visita técnica (Anexo D) a todos los pozos para evaluar su estado actual y determinar las características para la implantación de las zonas de protección. Se pudo observar que, en la mayoría de los pozos, la zona inmediata incumple con las características establecidas para esta área de protección, no todos cuentan con cerramiento o con medidas de seguridad que impidan el ingreso a personas ajenas, no presentan impermeabilización, el área cercana a la captación se encuentra con maleza o basura, y algunos están ubicados en parques o son utilizados como parqueadero de vehículos, lo que hace que la zona incumpla con las restricciones para este perímetro.

Las zonas de restricciones absolutas y moderadas se encuentran en sectores urbanizados, comerciales y domiciliarios, lo que hace que la red de alcantarillado y la presencia de vías sean las principales fuentes de contaminación, por lo que los controles en el servicio de alcantarillado y el estado de las vías será de mucha importancia para preservar la calidad de las aguas subterráneas.

## Conclusiones

A lo largo de la zona de estudio, el modelo DRASTIC determinó 1886,6 hectáreas de baja vulnerabilidad a la contaminación y 707,46 hectáreas de alta vulnerabilidad. Este índice, por la cantidad de parámetros directos e indirectos que usa para su determinación, presenta una discretización mayor al otro índice analizado (GOD). Se puede mencionar que los 7 parámetros son suficiente para definir la vulnerabilidad, sin embargo, deja de lado algunos otros factores de importancia como el tipo de acuífero, que puede estar involucrado con la capacidad de recuperación del medio, redundando en el material geológico del acuífero, asignando mucho peso a estas variables, pero toma en cuenta una variable muy importante como es la recarga, que podría explicar la ubicación de las zonas que poseen mayor vulnerabilidad.

La Recarga es una de las variables de mayor incidencia para el índice DRASTIC, seguida por la litología del acuífero y por la geología del suelo, las zonas con mayor vulnerabilidad a la contaminación se encuentran en el Sector de San José del Inca, la Magdalena, la Santiago, el Pintado, Solanda y las Cuadras, donde predominan los suelos arenosos y arcillosos y un porcentaje de precipitación mayor a los otros sectores del DMQ.

Por lo mencionado se considera que el índice de vulnerabilidad más apropiado para la evaluación de la vulnerabilidad en medios urbanos es el índice DRASTIC, la discretización que se obtiene con este índice nos proporciona un mayor entendimiento de los resultados.

Las metodologías que mejor se acoplaron a los datos proporcionados por la EPMAPS fueron las metodologías de Wysslyng y Jacobs & Bear. La primera es una metodología analítica y la segunda es gráfica, sin embargo, se obtuvieron perímetros de protección muy

similares entre ambos métodos, proporcionando un mayor grado de confianza a los resultados obtenidos.

Las visitas técnicas a las captaciones de agua subterránea sirvieron como antecedente para demostrar que ningún pozo cumple con todas las características necesarias de acuerdo a sus perímetros calculados en esta investigación.

La funcionalidad de las zonas de protección se verá limitada debido a que la zona de estudio se encuentra en un sector urbano ya consolidado, de esta manera se dificulta la restricción o prohibición de actividades que pueden llegar a ser posibles fuentes de contaminación al recurso hídrico. Los lineamientos de uso de suelo servirán para limitar la probabilidad a la contaminación de las captaciones, por esta razón, el cálculo de los perímetros de protección realizados en este estudio sirve como herramienta de gestión del recurso hídrico, con lo cual la EPMAPS podrá realizar mayor control en las zonas de mayor sensibilidad.

Es importante la identificación de pérdidas en el servicio de alcantarillado, ya que éste se encuentra presente alrededor de todas las captaciones analizadas, también el correcto mantenimiento de las vías y una adecuada impermeabilización de las zonas cercanas a las captaciones, evitarán que el acuífero sea recargado con cualquier tipo de contaminante, ya sea disuelto en las aguas negras o grises, o infiltrado directamente desde la capa superior de suelo.

Se deberá mantener un seguimiento permanente de las variables hidrogeológicas de los sistemas acuíferos del DMQ, para conocer mejor el comportamiento y evolución de las mismas a través del tiempo. El mantenimiento permanente de las instalaciones es de alta

importancia, realizar una limpieza en la zona cercana a la captación, reemplazar los candados y tapas y mantener un seguimiento del estado de las mismas.

### **Agradecimientos**

A todas las personas que estuvieron involucradas en la realización de esta investigación, al personal del Departamento de Gestión de Recurso Hídricos de la EPMAPS, que me han brindado su apoyo y conocimientos durante este tiempo, a Juan Sebastián Galeano por sus enseñanzas durante toda la carrera, a mis profesores revisores Fabio Villalba, José Salazar y la asesoría de Juan Carlos Navarro, y finalmente a mis tutores Miguel Martínez-Fresneda y Teresa Muñoz por brindarme lo más valioso que tiene el ser humano, su tiempo, sabiduría y palabras de apoyo.

## Referencias

- Aller, L., Thornhill, J., & Kerr, R. S. (1987). DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. *U.S. Environmental Protection Agency, Volume 600(NWWA/EPA series)*, 455.
- Atlas Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito. (2008). Recursos Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito: Agua. In *Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito* (p. 19). Quito.
- Bates, B., Wu, S., Kundzewicz, Z., & Palutikof, J. (2008). *El Cambio Climático Y El Agua*. Library. Retrieved from <http://216.92.126.55/publicaciones/climate-change-water-sp.pdf>
- Bosch, A. P. (2014). *Nociones de Hidrogeología para Ambientólogos*. (Universidad de Almería, Ed.). Almería: Editorial Universidad de Almería.
- Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2015). *Introducción a la Hidrogeología del Ecuador*. (INAMHI, Ed.) (2da Edició). Quito. Retrieved from <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/promotion/inamhi-monitorea-las-24-horas-del-dia-este-parametro/>
- FCIHS. (2003). Protección de Acuíferos y de las Captaciones. *Fundación Centro Internacional Se Hidrología Subterránea*2, 1–18.
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., & Paris, M. (2007). *Protección de la Calidad del Agua Subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales*. (B. Mundial, Ed.) (Segunda Ed). Washington: Mundi-Prensa Libros.
- Galeano, J. S. (2016). *Perímetros de protección para las captaciones de agua subterránea influenciadas por la futura línea del Metro de Quito*. Universidad Internacional SEK.



- Instituto Geominero de España. (2003). *Guía Metodológica para la Elaboración de Perímetros de Protección de Captaciones de Aguas Subterráneas*. (IGME, Ed.) (Segunda). Madrid: IGME.
- Martínez, C., & García, Á. (2003). *Perímetros de protección para capacitaciones de agua subterránea destinada al consumo humano: metodología y aplicación al territorio*. Madrid: IGME.
- Martínez Alfaro, P., Martínez Santos, P., & Castaño, S. (2006). *Fundamentos de Hidrogeología*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.
- Molinero, J., Ortuño, F., Valverde, M., & Lambán, L. J. (2008). *Las aguas subterráneas en España ante las Directivas Europeas: retos y perspectivas (II)*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Parreño, V., Pazmiño, E., Muñoz, T., Altamirano, C., Conlago, G., & Yán, O. (2009). Estudio Hidrogeológico y Modelación del Acuífero Centro-Norte de Quito. *Estudios de Hidrología Isotópica En América Latina 2006*.
- Pérez, R., & Pacheco, J. (2004). Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. *Ingeniería 8-1*, 33–42.
- Quito Turismo. (2014). Geografía/Ubicación. Retrieved from <http://www.quito.com.ec/laciudad/informacion-turistica/geografia-ubicacion#>
- Rios-Sanchez, M., Gierke, J., & Muñoz-Martínez, T. (2012). HYDROGEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PLATEAUS REGION OF THE QUITO AQUIFER SYSTEM USING REMOTE SENSING, DIGITAL GEOMORPHOLOGY, AND GEOPHYSICS. *World Environmental and Water Resources Congress 2012: Crossing Boundaries*, 85–97.

Rodríguez, G. (2011). *Abastecimiento de Agua Potable en Quito ¿Cuáles son las alternativas en gestión de crisis?* Instituto de Altos Estudios Nacionales.

Sánchez, F. J. (2011). Contaminación de las aguas subterráneas. In Universidad de Salamanca (Ed.). Retrieved from <http://hidrologia.usal.es>

Treidel, H., Martin-bordes, J. L., & Gurdak, J. J. (2012). *Climate Change Effects on Groundwater Resources: A Global Synthesis of Findings and Recommendations*. (UNESCO, Ed.), *International Association of Hydrogeologists*. Paris, Francia: Taylor & Francis Group.

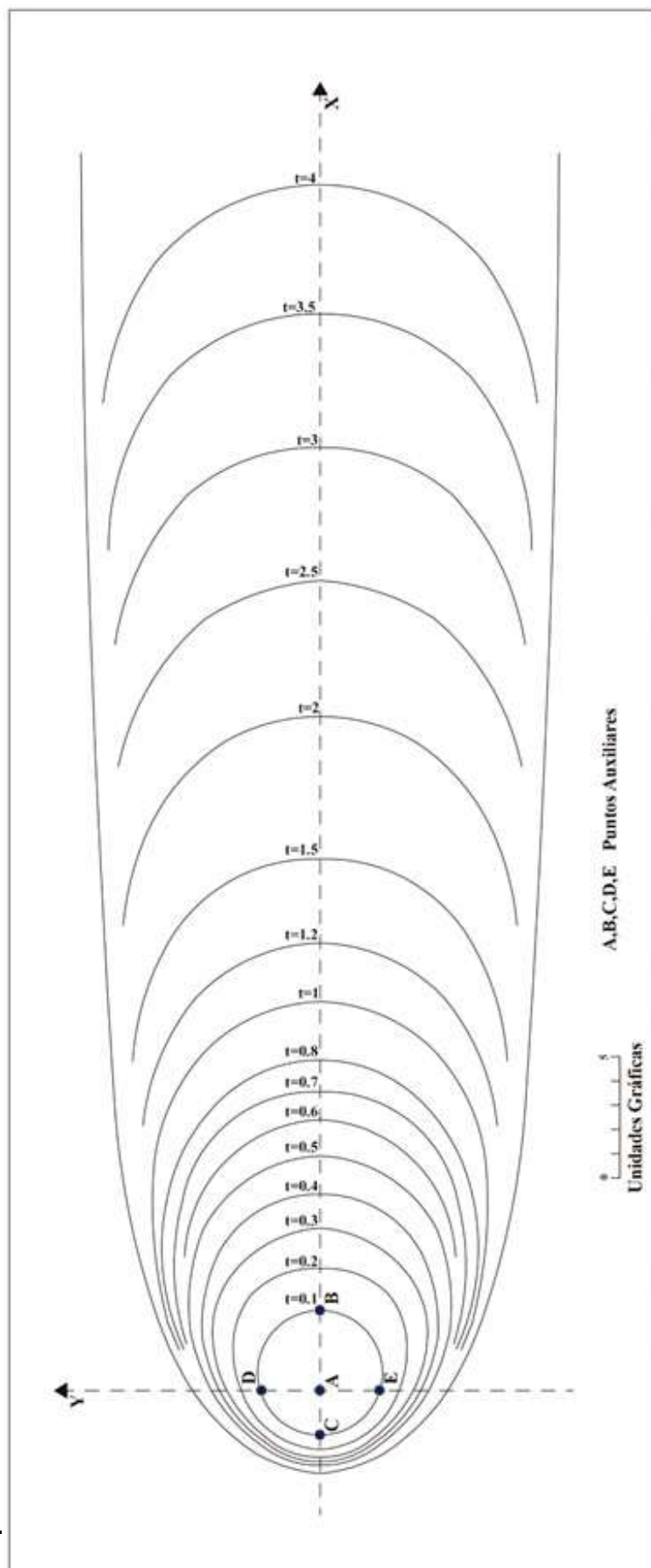
UNESCO. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*.

Villacis, B. (2005). *La Crisis del Oro Azul: Un análisis de la sustentabilidad del agua en la ciudad de Quito*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).

## ANEXOS

**ANEXO A**

**Ábaco de Jacobs & Bear**



## **Anexo B**

### **Cálculos de Perímetros de Protección**

**Pozo 1A (Wyssling)**

**Ubicación:** Parque de la Carolina, pasaje Rumipamba

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	7,24
	m <sup>3</sup> /día	625,5
Espesor saturado (b)	m	289,77
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,6 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	118,53
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	744,75
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	372,38
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,009

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,88
1825	16,13
3650	32,26

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	1	1
100 días	15	14
5 años	70	54
10 años	105	73





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#cfe2f3;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo IA	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid yellow;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid orange;"></span>	100 días
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo IA, Wyszog	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Roca	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 2
Escala:	1:1000	Fuente: EPMAPS
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	ÁREAS DE DIFUSIÓN

**Pozo 1A (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Parque de la Carolina, pasaje Rumipamba

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	7,24
	m <sup>3</sup> /día	625,5
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,1·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	530
Espesor saturado (b)	m	289,77
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,6·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000024
100	0,002373
1825	0,043310
3650	0,086621

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	37,24	
Y m	37,24	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000024	<b>tR</b>	0,000024	<b>tR</b>	0,000024
<b>X (AB)</b>	0,000292	<b>X (AC)</b>	0,000194	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000243

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000292	0,45	0,00065
<b>AC</b>	0,000194	0,45	0,00043
<b>AD</b>	0,000243	0,45	0,00054
<b>AE</b>	0,000243	0,45	0,00054

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,024
<b>Xm (AC)</b>	0,016
<b>Ym (AD)</b>	0,020
<b>Ym (AE)</b>	0,020

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016
<b>Yo</b>	0,0205	<b>Yo</b>	0,0129	<b>Yo</b>	0,0173
<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031
<b>Y1</b>	0,0410	<b>Y1</b>	0,0259	<b>Y1</b>	0,0347
<b>tR</b>	0,0024	<b>tR</b>	0,0024	<b>tR</b>	0,0024
<b>X (AB)</b>	0,0311	<b>X (AC)</b>	0,0196	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0263

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0311	0,45	0,069
<b>AC</b>	0,0196	0,45	0,044
<b>AD</b>	0,0263	0,45	0,059
<b>AE</b>	0,0263	0,45	0,059

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,58
<b>Xm (AC)</b>	1,63
<b>Ym (AD)</b>	2,18
<b>Ym (AE)</b>	2,18

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0433	<b>tR</b>	0,0433	<b>tR</b>	0,0433
<b>X (AB)</b>	0,6315	<b>X (AC)</b>	0,3589	<b>Y (AD;AE)</b>	0,4804

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,632	0,45	1,403
<b>AC</b>	0,359	0,45	0,797
<b>AD</b>	0,480	0,45	1,068
<b>AE</b>	0,480	0,45	1,068

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	52,26
<b>Xm (AC)</b>	29,70
<b>Ym (AD)</b>	39,75

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	39,75
---------------------------	-------

**Calculo para 10 años de Tránsito**

<b>Interpolación 10 años</b>					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,050	<b>X<sub>o</sub></b>	0,050	<b>X<sub>o</sub></b>	0,050
<b>Y<sub>o</sub></b>	0,742	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,414	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,555
<b>X<sub>1</sub></b>	0,100	<b>X<sub>1</sub></b>	0,100	<b>X<sub>1</sub></b>	0,100
<b>Y<sub>1</sub></b>	1,485	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,829	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,109
<b>t<sub>R</sub></b>	0,087	<b>t<sub>R</sub></b>	0,087	<b>t<sub>R</sub></b>	0,087
<b>X (AB)</b>	1,286	<b>X (AC)</b>	0,718	<b>Y (AD;AE)</b>	0,961

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

<b>Conversión Distancia</b>			
<b>Ejes</b>	<b>Valor en cm</b>	<b>Factor conversión</b>	<b>Distancia real</b>
<b>AB</b>	1,286	0,45	2,858
<b>AC</b>	0,718	0,45	1,595
<b>AD</b>	0,961	0,45	2,135
<b>AE</b>	0,961	0,45	2,135

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

<b>Ejes</b>	<b>Distancia en Metros</b>
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	106,42

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	59,39
<b>Ym (AD)</b>	79,50
<b>Ym (AE)</b>	79,50

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="color: green;">■</span>	Muy bajo
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Bajo
<span style="color: yellow;">■</span>	Moderado
<span style="color: orange;">■</span>	Alto
<span style="color: red;">■</span>	Muy alto

Perímetro Protección Pozo 1A	
Tiempo	
<span style="color: yellow;">—</span>	10 días
<span style="color: red;">—</span>	100 días
<span style="color: orange;">—</span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 1A, Jacobi & Bear	
Autor:	Pepe Sebastián Castillo Rosas	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°
Escala Informatoria:	1:1500	Fuente:
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	



**Pozo 2 (Wyssling)**

**Ubicación:** Av. Amazonas y Azuay, instalaciones EPMAPS

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Espesor saturado (b)	m	280,44
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,6 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

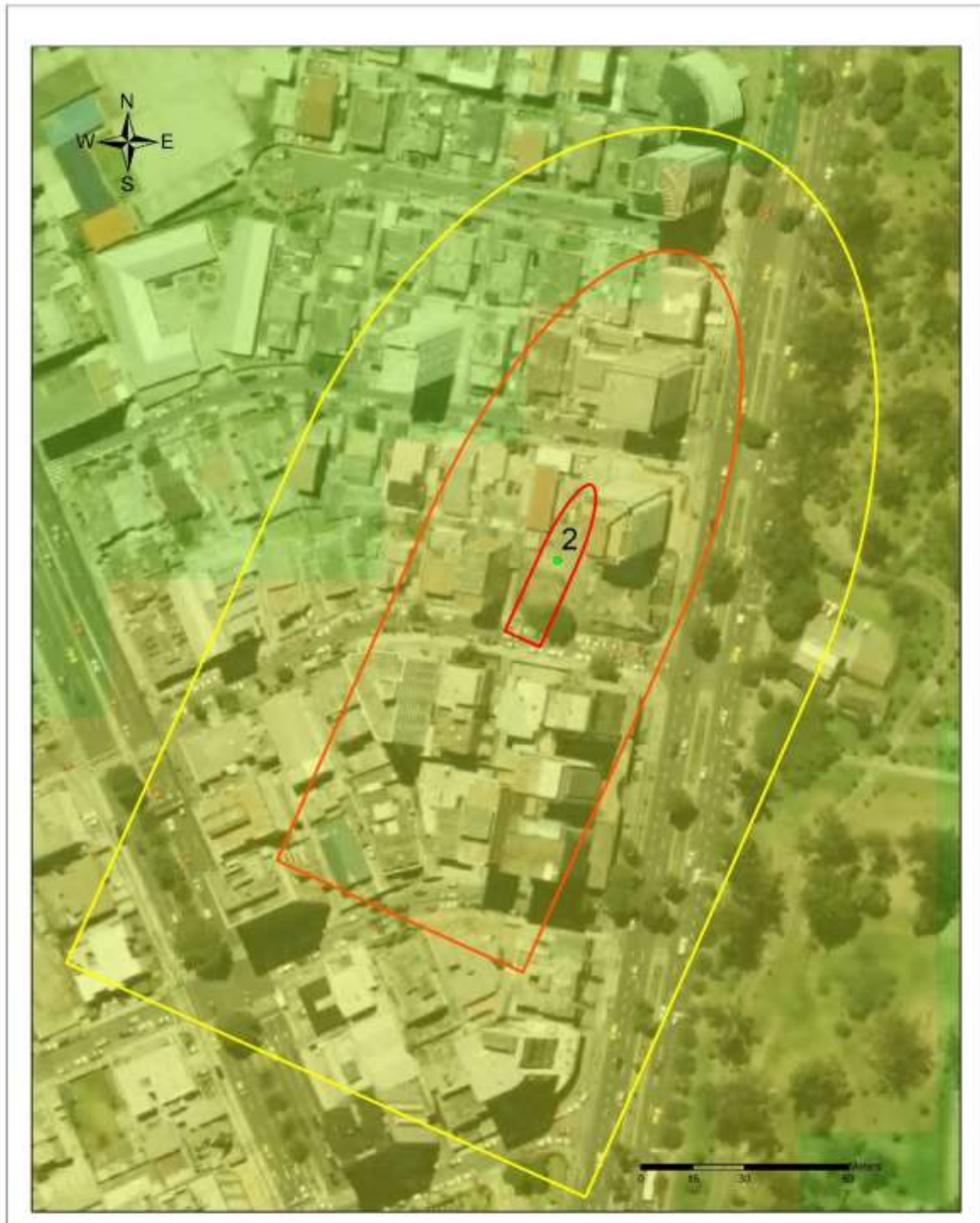
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	338,328
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	2125,780
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	1062,890
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,009

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,88
1825	16,13
3650	32,26

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	25	24
5 años	113	97
10 años	165	132



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 2	
Tiempo	
	13 días
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 2 Wyszog  
 Autor: Felipe Sebastián Carrillo Rosado  
 Fecha: Junio 2017 Mapa N° 4  
 Escala: 1:3000 Fuente:  
 Sistema de Referencia: TMQ.ITO WGS84



**Pozo 2 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Av. Amazonas y Azuay, instalaciones EPMAPS

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,9·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	513
Espesor saturado (b)	m	280,44
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,6·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000008
100	0,000831
1825	0,015174
3650	0,030347

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	106,29	
Y m	106,29	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006
<b>Yo</b>	0,000075	<b>Yo</b>	0,000050	<b>Yo</b>	0,000063
<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012
<b>Y1</b>	0,000150	<b>Y1</b>	0,000100	<b>Y1</b>	0,000125
<b>tR</b>	0,000008	<b>tR</b>	0,000008	<b>tR</b>	0,000008
<b>X (AB)</b>	0,000102	<b>X (AC)</b>	0,000068	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000085

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000102	0,45	0,00023
<b>AC</b>	0,000068	0,45	0,00015
<b>AD</b>	0,000085	0,45	0,00019
<b>AE</b>	0,000085	0,45	0,00019

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,024
<b>Xm (AC)</b>	0,016
<b>Ym (AD)</b>	0,020
<b>Ym (AE)</b>	0,020

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0008	<b>tR</b>	0,0008	<b>tR</b>	0,0008
<b>X (AB)</b>	0,0110	<b>X (AC)</b>	0,0069	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0093

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0110	0,45	0,024
<b>AC</b>	0,0069	0,45	0,015
<b>AD</b>	0,0093	0,45	0,021
<b>AE</b>	0,0093	0,45	0,021

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,59
<b>Xm (AC)</b>	1,63
<b>Ym (AD)</b>	2,19
<b>Ym (AE)</b>	2,19

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0152	<b>tR</b>	0,0152	<b>tR</b>	0,0152
<b>X (AB)</b>	0,1991	<b>X (AC)</b>	0,1257	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1683

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,199	0,45	0,442
<b>AC</b>	0,126	0,45	0,279
<b>AD</b>	0,168	0,45	0,374
<b>AE</b>	0,168	0,45	0,374

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	47,03
<b>Xm (AC)</b>	29,70
<b>Ym (AD)</b>	39,74

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	39,74
---------------------------	-------

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,025	<b>X<sub>o</sub></b>	0,025	<b>X<sub>o</sub></b>	0,025
<b>Y<sub>o</sub></b>	0,328	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,207	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,277
<b>X<sub>1</sub></b>	0,050	<b>X<sub>1</sub></b>	0,050	<b>X<sub>1</sub></b>	0,050
<b>Y<sub>1</sub></b>	0,742	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,414	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,555
<b>t<sub>R</sub></b>	0,030	<b>t<sub>R</sub></b>	0,030	<b>t<sub>R</sub></b>	0,030
<b>X (AB)</b>	0,417	<b>X (AC)</b>	0,251	<b>Y (AD;AE)</b>	0,337

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,417	0,45	0,926
<b>AC</b>	0,251	0,45	0,559
<b>AD</b>	0,337	0,45	0,748
<b>AE</b>	0,337	0,45	0,748

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	98,43

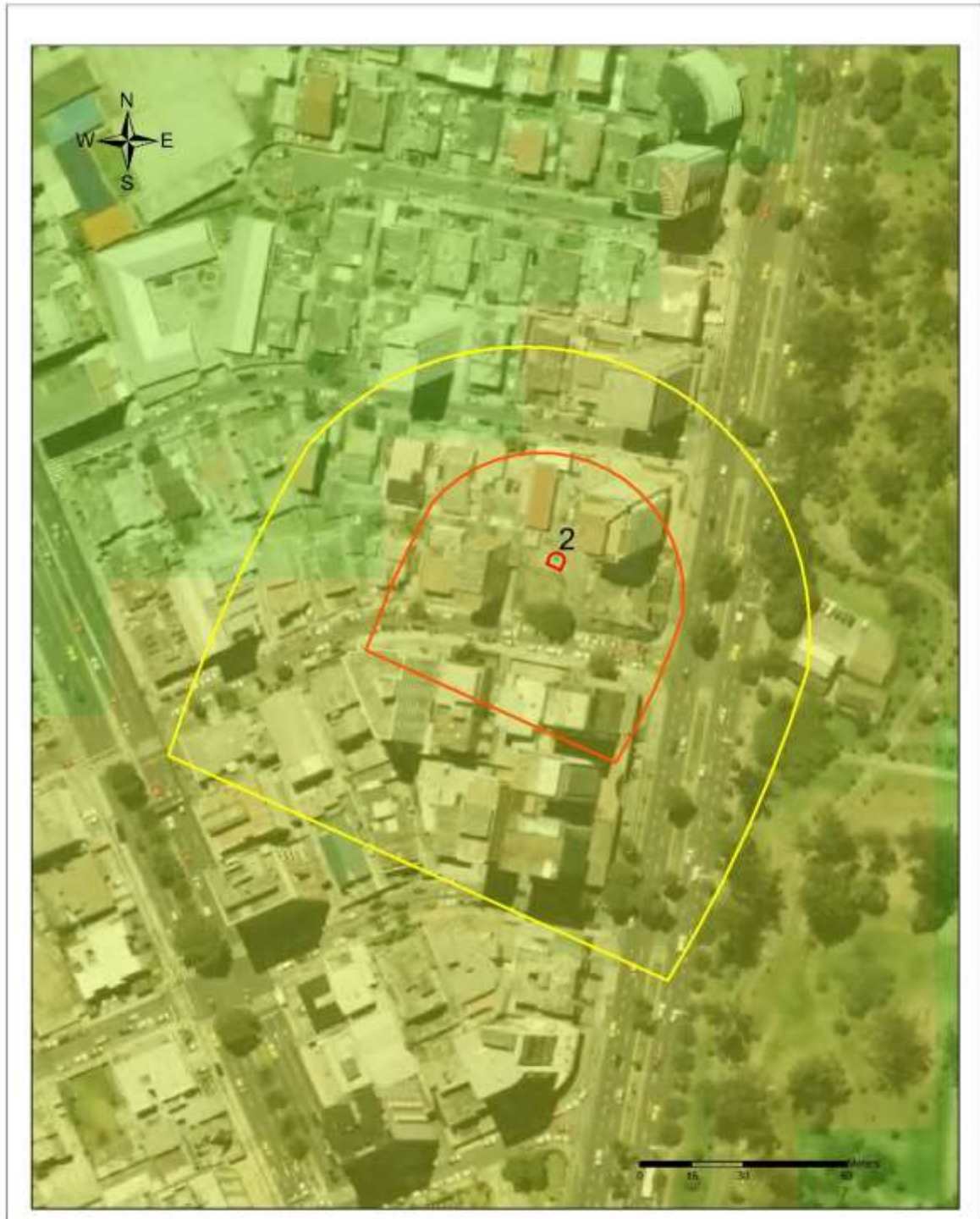


DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	59,38
<b>Ym (AD)</b>	79,51
<b>Ym (AE)</b>	79,51

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 2	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo 2 Jacobs & Rose		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Rosado		
Fecha:	Juno 2017	Mapa N°:	3
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

EPMAPS AREA DE SUELOS

**Pozo 7P (Wyssling)**

**Ubicación:** Parque El Ejido, Av. 10 de Agosto.

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	23,57
	m <sup>3</sup> /día	2036,4
Espesor saturado (b)	m	274,62
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,1 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	301,266
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1892,911
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	946,456
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,012

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	1,19
1825	21,80
3650	43,59

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	3	3
100 días	27	26
5 años	126	104
10 años	185	142



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 7P	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#f1c40f;"></span>	15 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#e67e22;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#c0392b;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

Numero del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo 7P Wajaling
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe
Fecha:	Junio 2017
Escala:	1:1000
Sistema de Referencia:	TMQ, LTD WGS84
Mapa N°:	6
Facente:	EPMAPS

**Pozo 7 P (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Av. Amazonas y Azuay, instalaciones EPMAPS

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	23,57
	m <sup>3</sup> /día	2036,4
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,8·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	503
Espesor saturado (b)	m	274,62
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000013
100	0,001262
1825	0,023030
3650	0,046061

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m		94,65
Y m		94,65

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000013	<b>tR</b>	0,000013	<b>tR</b>	0,000013
<b>X (AB)</b>	0,000155	<b>X (AC)</b>	0,000103	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000129

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000155	0,45	0,00034
<b>AC</b>	0,000103	0,45	0,00023
<b>AD</b>	0,000129	0,45	0,00029
<b>AE</b>	0,000129	0,45	0,00029

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,033
<b>Xm (AC)</b>	0,022
<b>Ym (AD)</b>	0,027
<b>Ym (AE)</b>	0,027

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0013	<b>tR</b>	0,0013	<b>tR</b>	0,0013
<b>X (AB)</b>	0,0166	<b>X (AC)</b>	0,0104	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0140

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0166	0,45	0,037
<b>AC</b>	0,0104	0,45	0,023
<b>AD</b>	0,0140	0,45	0,031
<b>AE</b>	0,0140	0,45	0,031

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	3,49
<b>Xm (AC)</b>	2,20
<b>Ym (AD)</b>	2,94
<b>Ym (AE)</b>	2,94



### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0230	<b>tR</b>	0,0230	<b>tR</b>	0,0230
<b>X (AB)</b>	0,3022	<b>X (AC)</b>	0,1908	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2554

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,302	0,45	0,672
<b>AC</b>	0,191	0,45	0,424
<b>AD</b>	0,255	0,45	0,568
<b>AE</b>	0,255	0,45	0,568

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	63,57
<b>Xm (AC)</b>	40,13
<b>Ym (AD)</b>	53,73

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	53,73
---------------------------	-------

**Calculo para 10 años de Tránsito**

<b>Interpolación 10 años</b>					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,025	<b>X<sub>o</sub></b>	0,025	<b>X<sub>o</sub></b>	0,025
<b>Y<sub>o</sub></b>	0,328	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,207	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,277
<b>X<sub>1</sub></b>	0,050	<b>X<sub>1</sub></b>	0,050	<b>X<sub>1</sub></b>	0,050
<b>Y<sub>1</sub></b>	0,742	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,414	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,555
<b>t<sub>R</sub></b>	0,046	<b>t<sub>R</sub></b>	0,046	<b>t<sub>R</sub></b>	0,046
<b>X (AB)</b>	0,677	<b>X (AC)</b>	0,382	<b>Y (AD;AE)</b>	0,511

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

<b>Conversión Distancia</b>			
<b>Ejes</b>	<b>Valor en cm</b>	<b>Factor conversión</b>	<b>Distancia real</b>
<b>AB</b>	0,677	0,45	1,505
<b>AC</b>	0,382	0,45	0,848
<b>AD</b>	0,511	0,45	1,135
<b>AE</b>	0,511	0,45	1,135

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

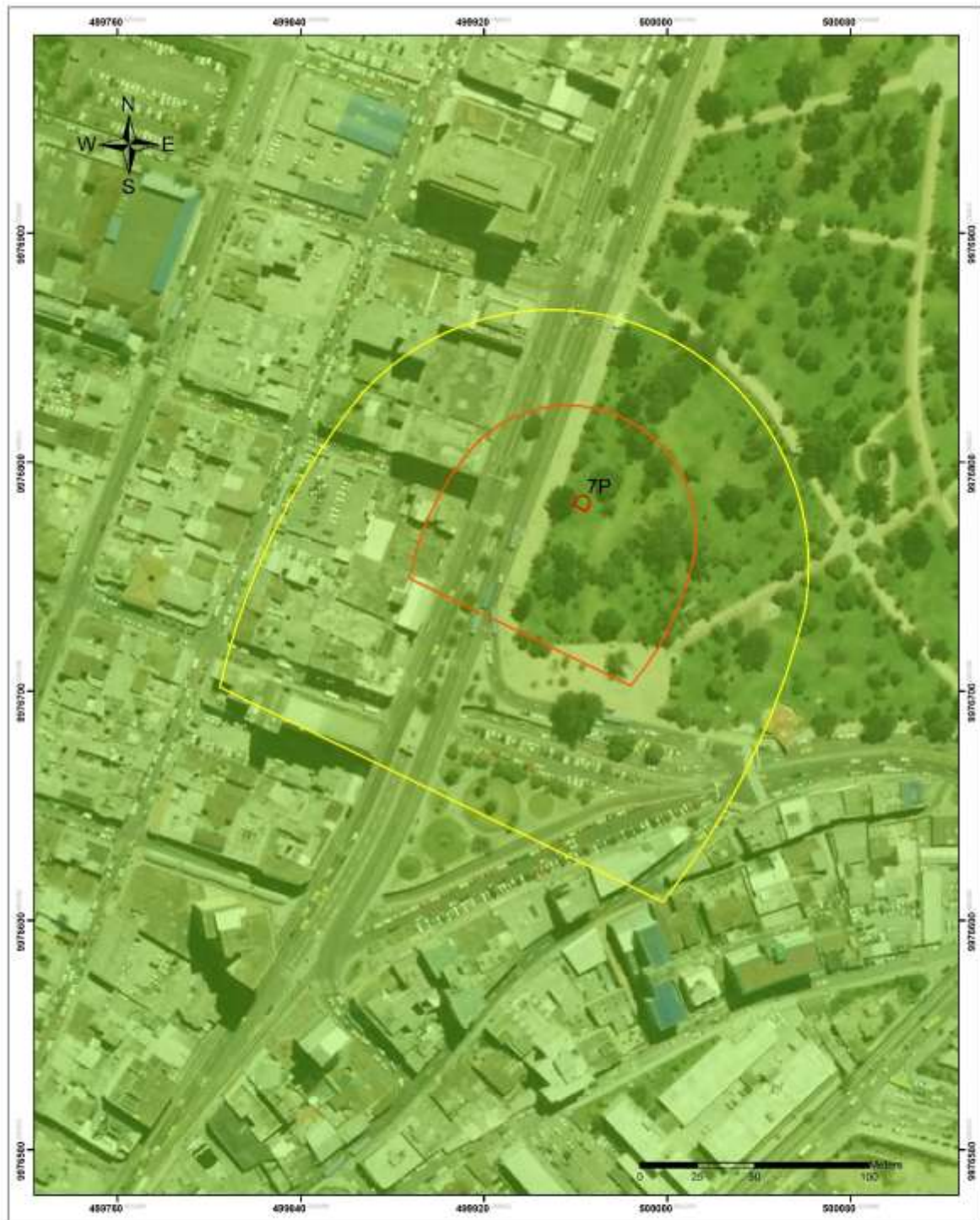
<b>Ejes</b>	<b>Distancia en Metros</b>
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	142,41

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	80,27
<b>Ym (AD)</b>	107,46
<b>Ym (AE)</b>	107,46

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Modorado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 7P	
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:yellow;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:red;"></span>	100 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:orange;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 7P Jacobs & Beer  
 Autor: Felipe Sebastián Castillo Roaige  
 Fecha: Julio 2017 Mapa N°  
 Escala: 1:100 Fuente: EPMAPS  
 Sistema de Referencia: ILMQUITO WGS84

**Pozo 13P (Wyssling)**

**Ubicación:** Tyarco y Luis Tufiño

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	182,8
	m <sup>3</sup> /día	15793,9
Espesor saturado (b)	m	254,58
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,8 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$X_o = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>793,749</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	4987,270
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	2493,635
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,038

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
<b>1</b>	0,04
<b>100</b>	3,79
<b>1825</b>	69,21
<b>3650</b>	138,43

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$S_o = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}{2}}$	$S_o = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}{2}}$
<b>1 día</b>	8	8
<b>100 días</b>	80	76
<b>5 años</b>	368	299
<b>10 años</b>	543	405



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo 13P	
Tiempo	
	10 años
	100 años
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISEK SER MEJORES			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 13P Wyszling				
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe				
Fecha:	Junio 2017			Mapa N°	30
Escala:	1:2000			Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84				

**Pozo 13P (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Tyarco y Luis Tufiño

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	182,8
	m <sup>3</sup> /día	15793,9
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,4·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	466
Espesor saturado (b)	m	254,58
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,8·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000015
100	0,001521
1825	0,027756
3650	0,055512

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	249,36	
Y m	249,36	



**Calculo para 1 día de Tránsito**

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000015	<b>tR</b>	0,000015	<b>tR</b>	0,000015
<b>X (AB)</b>	0,000187	<b>X (AC)</b>	0,000125	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000156

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000187	0,45	0,00042
<b>AC</b>	0,000125	0,45	0,00028
<b>AD</b>	0,000156	0,45	0,00035
<b>AE</b>	0,000156	0,45	0,00035

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,104
<b>Xm (AC)</b>	0,069
<b>Ym (AD)</b>	0,086
<b>Ym (AE)</b>	0,086

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0015	<b>tR</b>	0,0015	<b>tR</b>	0,0015
<b>X (AB)</b>	0,0200	<b>X (AC)</b>	0,0126	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0168

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0200	0,45	0,044
<b>AC</b>	0,0126	0,45	0,028
<b>AD</b>	0,0168	0,45	0,037
<b>AE</b>	0,0168	0,45	0,037

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	11,06
<b>Xm (AC)</b>	6,96
<b>Ym (AD)</b>	9,33

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	9,33
---------------------------	------

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,0250	<b>X<sub>o</sub></b>	0,0250	<b>X<sub>o</sub></b>	0,0250
<b>Y<sub>o</sub></b>	0,3281	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,2071	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,2773
<b>X<sub>1</sub></b>	0,0500	<b>X<sub>1</sub></b>	0,0500	<b>X<sub>1</sub></b>	0,0500
<b>Y<sub>1</sub></b>	0,7424	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,4143	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,5546
<b>t<sub>R</sub></b>	0,0278	<b>t<sub>R</sub></b>	0,0278	<b>t<sub>R</sub></b>	0,0278
<b>X (AB)</b>	0,3738	<b>X (AC)</b>	0,2299	<b>Y (AD;AE)</b>	0,3079

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,374	0,45	0,831
<b>AC</b>	0,230	0,45	0,511
<b>AD</b>	0,308	0,45	0,684
<b>AE</b>	0,308	0,45	0,684

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	207,12

<b>Xm (AC)</b>	127,42
<b>Ym (AD)</b>	170,60
<b>Ym (AE)</b>	170,60

#### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050
<b>Yo</b>	0,742	<b>Yo</b>	0,414	<b>Yo</b>	0,555
<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100
<b>Y1</b>	1,485	<b>Y1</b>	0,829	<b>Y1</b>	1,109
<b>tR</b>	0,056	<b>tR</b>	0,056	<b>tR</b>	0,056
<b>X (AB)</b>	0,824	<b>X (AC)</b>	0,460	<b>Y (AD;AE)</b>	0,616

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,824	0,45	1,832
<b>AC</b>	0,460	0,45	1,022
<b>AD</b>	0,616	0,45	1,368
<b>AE</b>	0,616	0,45	1,368

#### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Ejes</b>	<b>Distancia en Metros</b>
<b>Xm (AB)</b>	456,74
<b>Xm (AC)</b>	254,89
<b>Ym (AD)</b>	341,20
<b>Ym (AE)</b>	341,20

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Perímetros de Protección Pozo 13P**

**Tiempo**

- 13 años
- 100 años
- 5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 13P Jacobs & Rose		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°: 29
Escala:	1:3000	Fuente:
Sistema de Referencia:	20QUITO WGS84	

**Pozo 5P (Wyssling)**

**Ubicación:** Polonia y Vancouver, Parqueadero

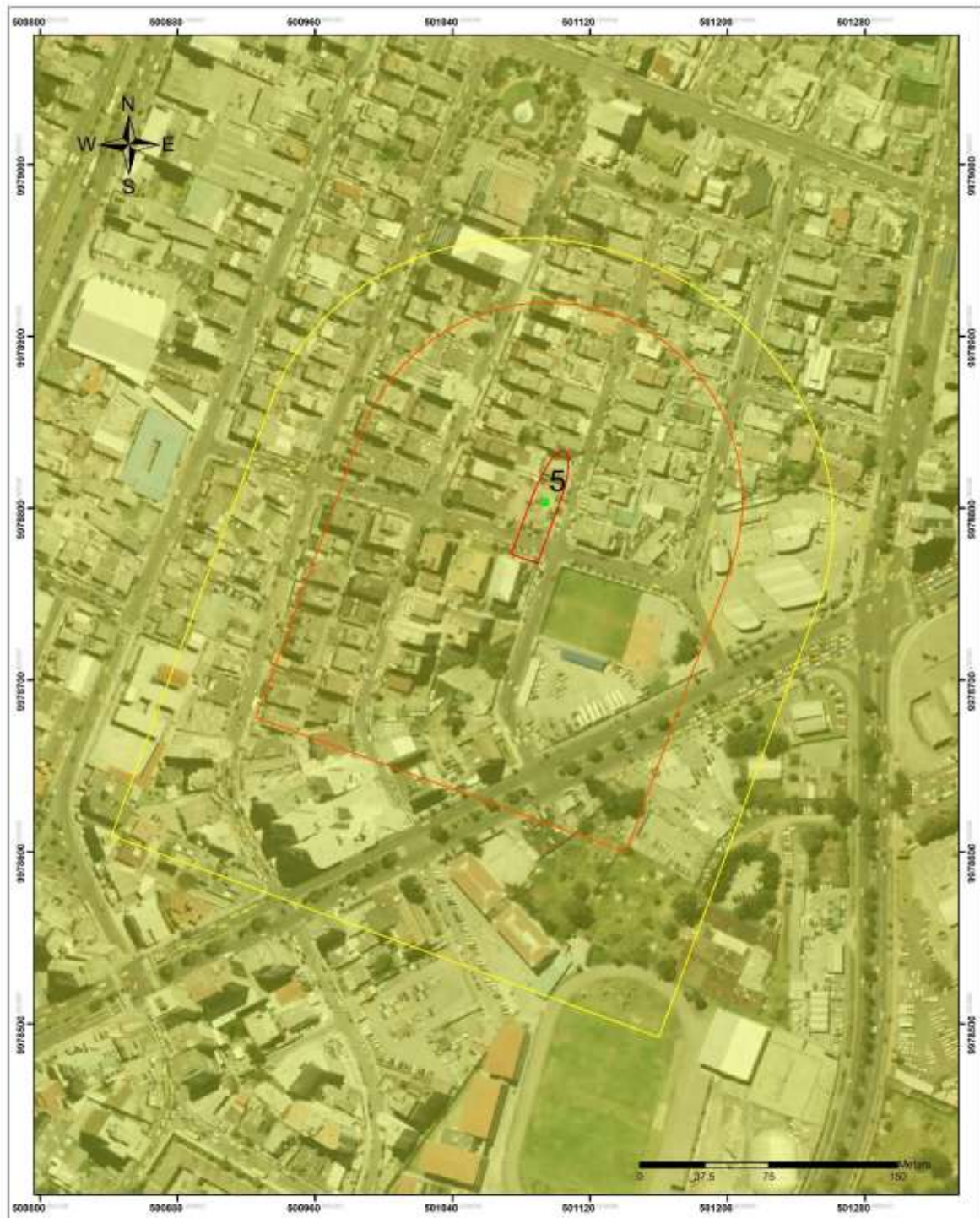
Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	38,27
	m <sup>3</sup> /día	3306,5
Espesor saturado (b)	m	287,29
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,8 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	172,794
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1085,695
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	542,847
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,032

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	3,23
1825	58,98
3650	117,97

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	3	3
100 días	35	32
5 años	175	116
10 años	269	151

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 5P	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid yellow;"></span>	13 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid orange;"></span>	100 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 5P Wording	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe	
Fecha:	Junio 2017      Mapa N°      3	
Escala:	1:2000      Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQ_11D_WGS84	



**Pozo 5P (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Polonia y Vancouver, Parqueadero

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	38,27
	m <sup>3</sup> /día	3306,5
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,1·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	526
Espesor saturado (b)	m	287,29
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,8·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000060
100	0,005954
1825	0,108656
3650	0,217313

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	54,28	
Y m	54,28	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000060	<b>tR</b>	0,000060	<b>tR</b>	0,000060
<b>X (AB)</b>	0,000754	<b>X (AC)</b>	0,000488	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000632

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000754	0,45	0,00167
<b>AC</b>	0,000488	0,45	0,00108
<b>AD</b>	0,000632	0,45	0,00140
<b>AE</b>	0,000632	0,45	0,00140

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,091
<b>Xm (AC)</b>	0,059
<b>Ym (AD)</b>	0,076
<b>Ym (AE)</b>	0,076

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0060	<b>tR</b>	0,0060	<b>tR</b>	0,0060
<b>X (AB)</b>	0,0781	<b>X (AC)</b>	0,0493	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0660

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0781	0,45	0,174
<b>AC</b>	0,0493	0,45	0,110
<b>AD</b>	0,0660	0,45	0,147
<b>AE</b>	0,0660	0,45	0,147

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	9,42
<b>Xm (AC)</b>	5,95
<b>Ym (AD)</b>	7,96
<b>Ym (AE)</b>	7,96

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1087	<b>tR</b>	0,1087	<b>tR</b>	0,1087
<b>X (AB)</b>	1,5519	<b>X (AC)</b>	0,8515	<b>Y (AD;AE)</b>	1,1392

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,552	0,45	3,449
<b>AC</b>	0,852	0,45	1,892
<b>AD</b>	1,139	0,45	2,532
<b>AE</b>	1,139	0,45	2,532

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	187,20
<b>Xm (AC)</b>	102,72
<b>Ym (AD)</b>	137,42

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	137,42
---------------------------	--------

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,200	<b>X<sub>o</sub></b>	0,200	<b>X<sub>o</sub></b>	0,200
<b>Y<sub>o</sub></b>	2,261	<b>Y<sub>o</sub></b>	1,094	<b>Y<sub>o</sub></b>	1,457
<b>X<sub>1</sub></b>	0,300	<b>X<sub>1</sub></b>	0,300	<b>X<sub>1</sub></b>	0,300
<b>Y<sub>1</sub></b>	3,012	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,238	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,727
<b>t<sub>R</sub></b>	0,217	<b>t<sub>R</sub></b>	0,217	<b>t<sub>R</sub></b>	0,217
<b>X (AB)</b>	2,391	<b>X (AC)</b>	1,118	<b>Y (AD;AE)</b>	1,504

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,391	0,45	5,312
<b>AC</b>	1,118	0,45	2,485
<b>AD</b>	1,504	0,45	3,341
<b>AE</b>	1,504	0,45	3,341

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

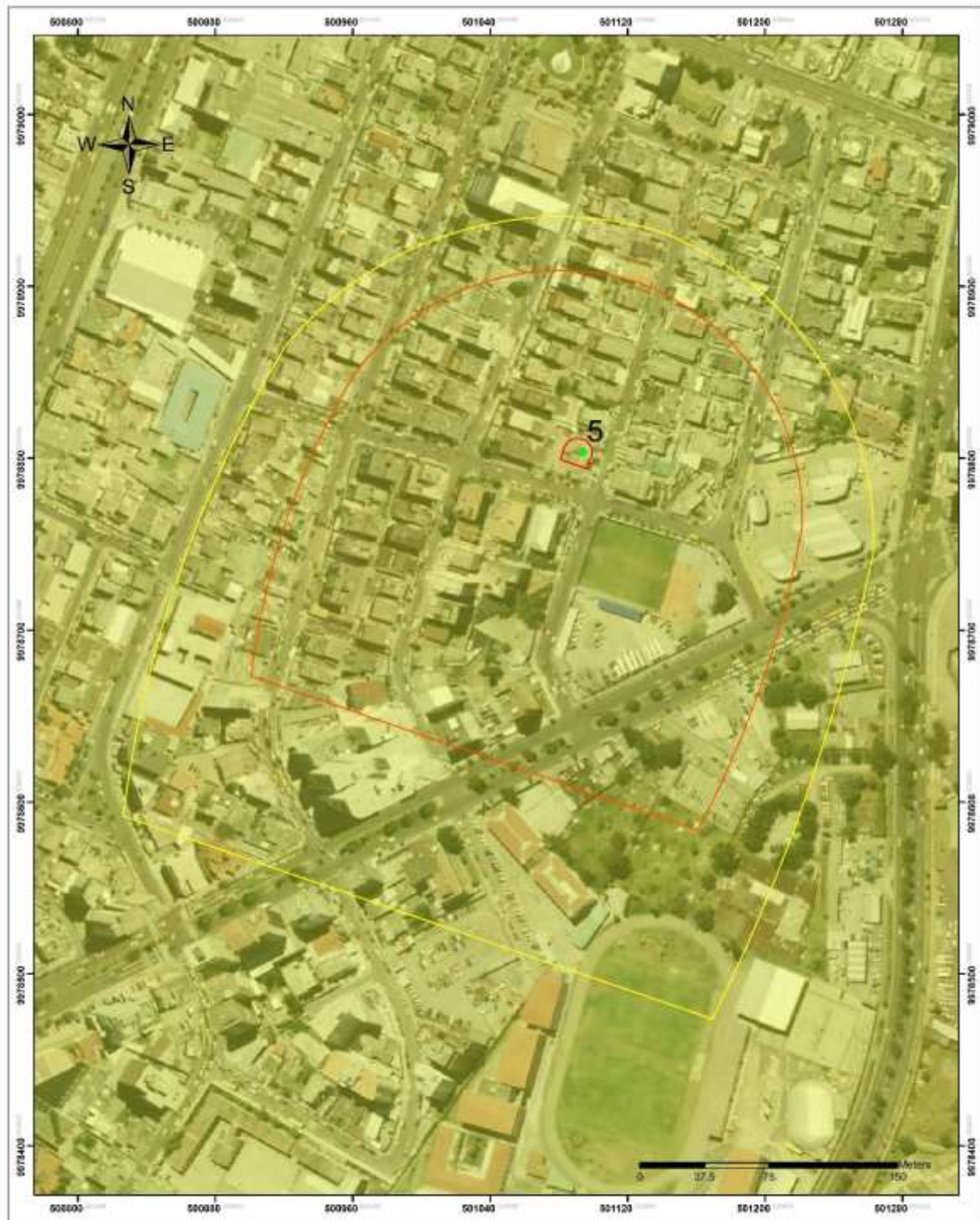
Ejes	Distancia en Metros
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	288,37

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	134,92
<b>Ym (AD)</b>	181,38
<b>Ym (AE)</b>	181,38

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 5P	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:yellow;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:orange;"></span>	150 días
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:red;"></span>	5 días

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
SER MEJORES

Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 5P Jacobs & Bear		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Reaño		
Fecha:	Julio 2017	Mapa N°	7
Escala:	1:2000	Proyecto:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**EPMAPS**  
ÁREA DE SUELOS

**Pozo 17 (Wyssling)**

**Ubicación:** Río Coca e Isla Seymour

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	6,49
	m <sup>3</sup> /día	560,7
Espesor saturado (b)	m	286,8
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,5·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>30,977</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	194,637
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	97,319
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,031

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	3,06
1825	55,89
3650	111,78

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	1	1
100 días	15	12
5 años	93	37
10 años	156	44





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 17	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#ffff00;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#d62728;"></span>	100 años
<span style="display:inline-block; width:20px; height:2px; background-color:#ff7f0e;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 17 Wyssling		
Autor:	Felipe Sebastián Carrillo Iturbide		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	10
Escala:	1:3000	Fuente:	EPMAPS
Sistema de Referencia:	TMQUITO-WGS84		

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

EPMAPS ÁREA DE SERVICIOS

**Pozo 17 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Río Coca e Isla Seymour

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	6,49
	m3/día	560,7
Transmisividad (T)	m2/s	$6,1 \cdot 10^{-3}$
	m2/día	525
Espesor saturado (b)	m	286,8
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	$5,5 \cdot 10^{-3}$
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000315
100	0,031469
1825	0,574310
3650	1,148620

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m		9,73
Y m		9,73

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195
<b>Yo</b>	0,002600	<b>Yo</b>	0,001600	<b>Yo</b>	0,002200
<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391
<b>Y1</b>	0,005100	<b>Y1</b>	0,003200	<b>Y1</b>	0,004300
<b>tR</b>	0,000315	<b>tR</b>	0,000315	<b>tR</b>	0,000315
<b>X (AB)</b>	0,004128	<b>X (AC)</b>	0,002578	<b>Y (AD;AE)</b>	0,003484

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,004128	0,45	0,00917
<b>AC</b>	0,002578	0,45	0,00573
<b>AD</b>	0,003484	0,45	0,00774
<b>AE</b>	0,003484	0,45	0,00774

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,089
<b>Xm (AC)</b>	0,056
<b>Ym (AD)</b>	0,075
<b>Ym (AE)</b>	0,075

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0315	<b>tR</b>	0,0315	<b>tR</b>	0,0315
<b>X (AB)</b>	0,4353	<b>X (AC)</b>	0,2607	<b>Y (AD;AE)</b>	0,3491

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,4353	0,45	0,967
<b>AC</b>	0,2607	0,45	0,579
<b>AD</b>	0,3491	0,45	0,776
<b>AE</b>	0,3491	0,45	0,776

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	9,41
<b>Xm (AC)</b>	5,64
<b>Ym (AD)</b>	7,55
<b>Ym (AE)</b>	7,55

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,5000	<b>Xo</b>	0,5000	<b>Xo</b>	0,5000
<b>Yo</b>	4,3515	<b>Yo</b>	1,3875	<b>Yo</b>	2,0138
<b>X1</b>	0,6000	<b>X1</b>	0,6000	<b>X1</b>	0,6000
<b>Y1</b>	5,0235	<b>Y1</b>	1,3992	<b>Y1</b>	2,0240
<b>tR</b>	0,5743	<b>tR</b>	0,5743	<b>tR</b>	0,5743
<b>X (AB)</b>	4,8509	<b>X (AC)</b>	1,3962	<b>Y (AD;AE)</b>	2,0214

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	4,851	0,45	10,780
<b>AC</b>	1,396	0,45	3,103
<b>AD</b>	2,021	0,45	4,492
<b>AE</b>	2,021	0,45	4,492

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	104,91
<b>Xm (AC)</b>	30,19
<b>Ym (AD)</b>	43,71
<b>Ym (AE)</b>	43,71

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	1,000	<b>Xo</b>	1,000	<b>Xo</b>	1,000
<b>Yo</b>	7,212	<b>Yo</b>	1,410	<b>Yo</b>	2,065
<b>X1</b>	1,500	<b>X1</b>	1,500	<b>X1</b>	1,500
<b>Y1</b>	9,859	<b>Y1</b>	1,432	<b>Y1</b>	2,114
<b>tR</b>	1,149	<b>tR</b>	1,149	<b>tR</b>	1,149
<b>X (AB)</b>	7,999	<b>X (AC)</b>	1,416	<b>Y (AD;AE)</b>	2,079

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	7,999	0,45	17,775
<b>AC</b>	1,416	0,45	3,147
<b>AD</b>	2,079	0,45	4,621
<b>AE</b>	2,079	0,45	4,621

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	172,99
<b>Xm (AC)</b>	30,63
<b>Ym (AD)</b>	44,97

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	44,97
---------------------------	-------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 17	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 17 Jacobs & Bear	
Autor:	Felipe Sebastián Cordero Realpe	
Fecha:	Junio 2003	Mapa N° 9
Escala:	1:1000	Fuente:
Sistema de Referencia:	TMQ.11D WGS84	



**Pozo 12A (Wyssling)**

**Ubicación:** Mariscal Foch y Reina Victoria

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	9,46
	m <sup>3</sup> /día	817,3
Espesor saturado (b)	m	287,41
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

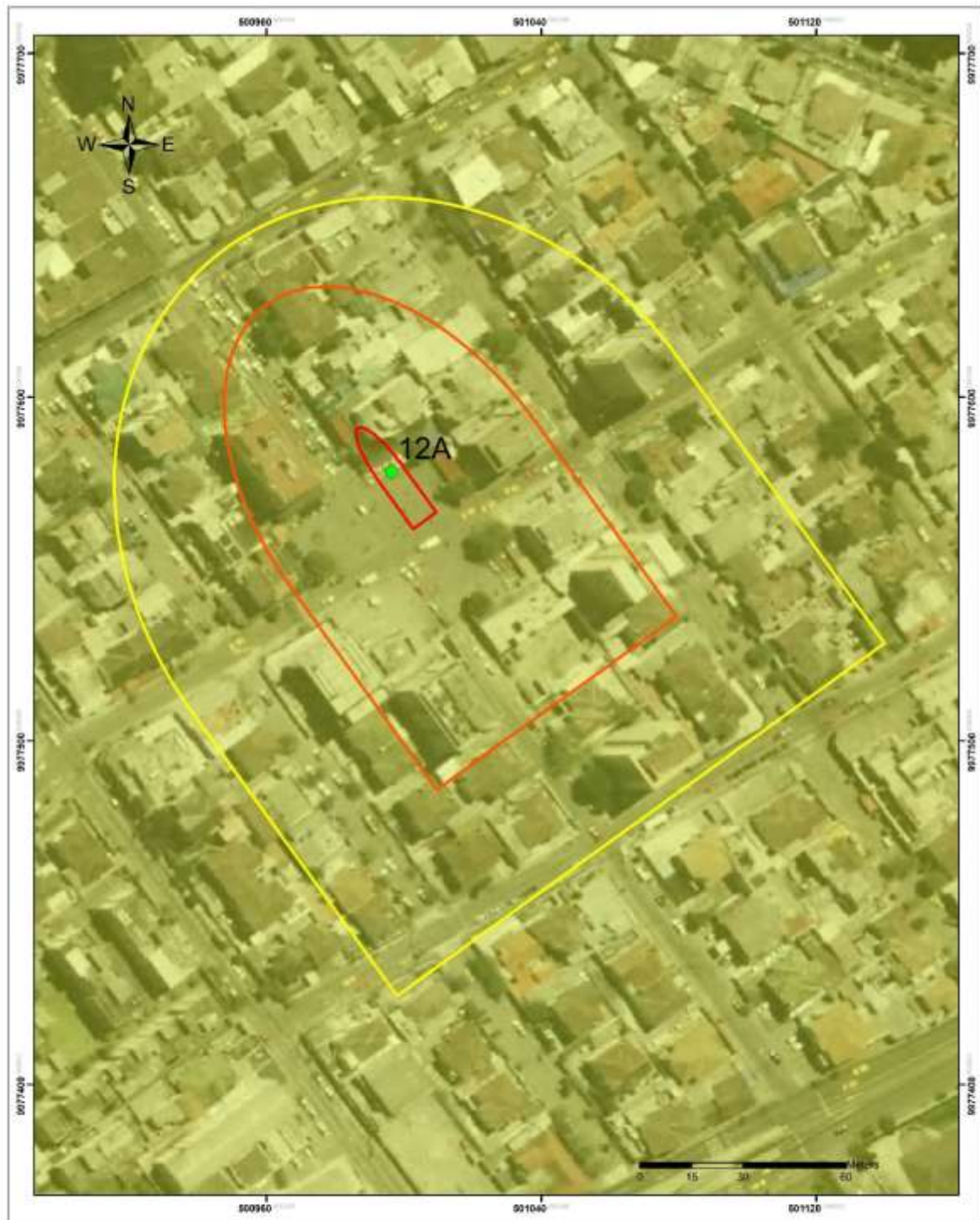
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	115,535
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	725,926
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	362,963
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,012

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	1,19
1825	21,80
3650	43,59

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	17	16
5 años	83	61
10 años	125	81



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 12A	
Tiempo	
	10 años
	10 años
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 12A, Wuyalpa	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Hidalgo	
Fecha:	Junio 2017	
Escala:	1:1000	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	

**Pozo 12A (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Mariscal Foch y Reina Victoria

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	9,46
	m <sup>3</sup> /día	817,3
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,1·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	526
Espesor saturado (b)	m	287,41
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000033
100	0,003291
1825	0,060053
3650	0,120107

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	36,30	
Y m	36,30	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024
<b>Yo</b>	0,000300	<b>Yo</b>	0,000200	<b>Yo</b>	0,000250
<b>X1</b>	0,000049	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,000600	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000033	<b>tR</b>	0,000033	<b>tR</b>	0,000033
<b>X (AB)</b>	0,000404	<b>X (AC)</b>	0,000270	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000349

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000404	0,45	0,00090
<b>AC</b>	0,000270	0,45	0,00060
<b>AD</b>	0,000349	0,45	0,00077
<b>AE</b>	0,000349	0,45	0,00077

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,033
<b>Xm (AC)</b>	0,022
<b>Ym (AD)</b>	0,028
<b>Ym (AE)</b>	0,028

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0033	<b>tR</b>	0,0033	<b>tR</b>	0,0033
<b>X (AB)</b>	0,0432	<b>X (AC)</b>	0,0273	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0365

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0432	0,45	0,096
<b>AC</b>	0,0273	0,45	0,061
<b>AD</b>	0,0365	0,45	0,081
<b>AE</b>	0,0365	0,45	0,081

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	3,48
<b>Xm (AC)</b>	2,20
<b>Ym (AD)</b>	2,95
<b>Ym (AE)</b>	2,95

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0601	<b>tR</b>	0,0601	<b>tR</b>	0,0601
<b>X (AB)</b>	0,8917	<b>X (AC)</b>	0,4976	<b>Y (AD;AE)</b>	0,6661

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,892	0,45	1,981
<b>AC</b>	0,498	0,45	1,106
<b>AD</b>	0,666	0,45	1,480
<b>AE</b>	0,666	0,45	1,480

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	71,92
<b>Xm (AC)</b>	40,14
<b>Ym (AD)</b>	53,73
<b>Ym (AE)</b>	53,73



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,120	<b>tR</b>	0,120	<b>tR</b>	0,120
<b>X (AB)</b>	1,641	<b>X (AC)</b>	0,882	<b>Y (AD;AE)</b>	1,179

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,641	0,45	3,646
<b>AC</b>	0,882	0,45	1,960
<b>AD</b>	1,179	0,45	2,620
<b>AE</b>	1,179	0,45	2,620

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	132,34
<b>Xm (AC)</b>	71,13
<b>Ym (AD)</b>	95,10

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	95,10
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 12A	
Tiempo	
	13 años
	100 años
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 12A Jacobs & Bear		
Autor:	Eduardo Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	11
Escala:	1:1000		
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		
		Fuente:	

**Pozo 18A (Wyssling)**

**Ubicación:** Calle Japón, tras CCI

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Espesor saturado (b)	m	282,67
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

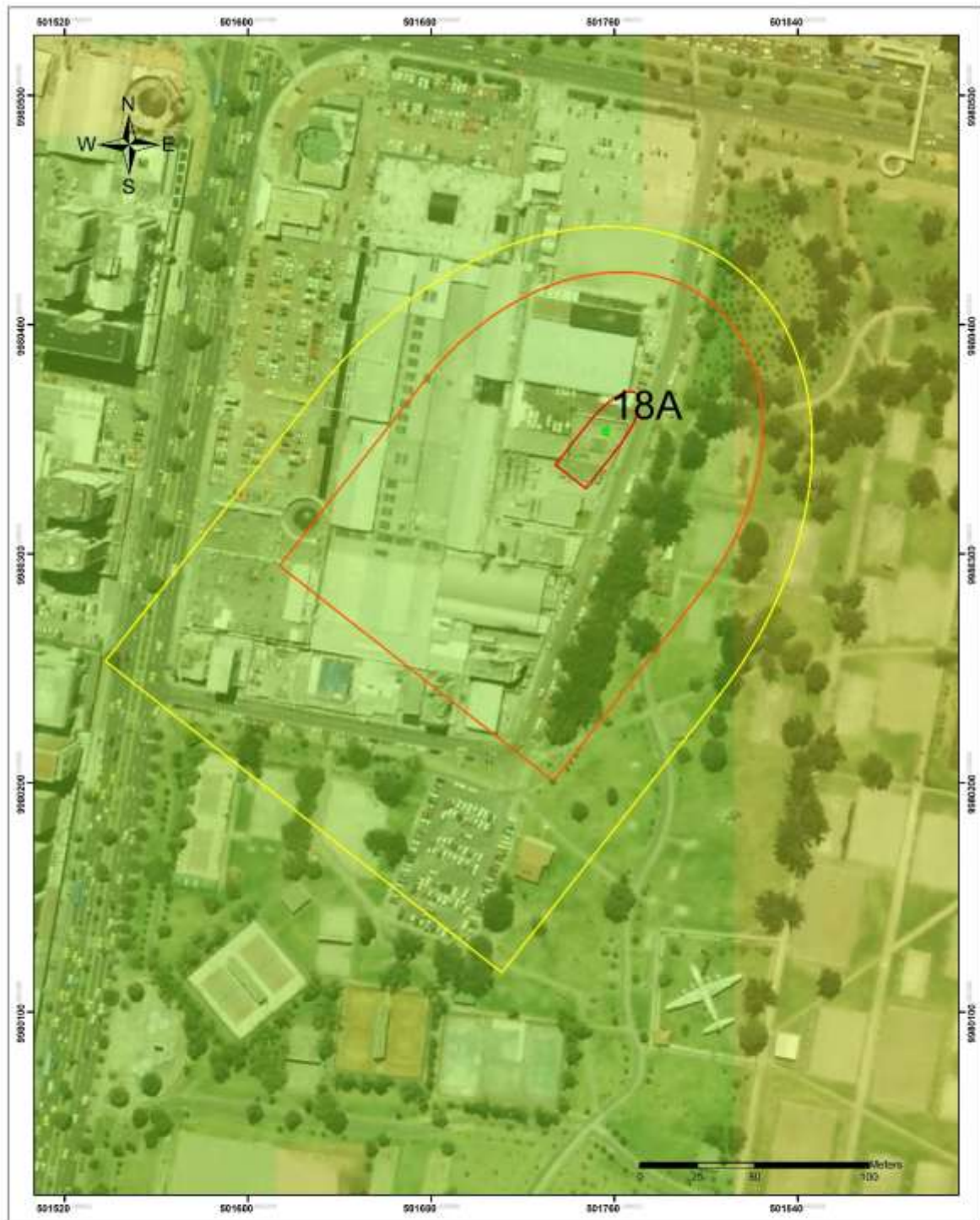
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	79,643
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	500,414
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	250,207
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,034

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	3,35
1825	61,17
3650	122,35

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	25	21
5 años	134	73
10 años	214	91



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#cfe2f3;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e0b0aa;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 18	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid yellow;"></span>	15 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid orange;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			 UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 18 Wyssling		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Robbe		
Fecha:	Junio 2017	Hoja N° 14	
Escala:	1:3000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMULTITO WJ884		



**Pozo 18A (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Calle Japón, tras CCI

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,0·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	517
Espesor saturado (b)	m	282,67
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000134
100	0,013397
1825	0,244493
3650	0,488987

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	25,02	
Y m	25,02	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098
<b>Yo</b>	0,001300	<b>Yo</b>	0,000800	<b>Yo</b>	0,001100
<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195
<b>Y1</b>	0,002600	<b>Y1</b>	0,001600	<b>Y1</b>	0,002200
<b>tR</b>	0,000134	<b>tR</b>	0,000134	<b>tR</b>	0,000134
<b>X (AB)</b>	0,001783	<b>X (AC)</b>	0,001097	<b>Y (AD;AE)</b>	0,001509

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,001783	0,45	0,00396
<b>AC</b>	0,001097	0,45	0,00244
<b>AD</b>	0,001509	0,45	0,00335
<b>AE</b>	0,001509	0,45	0,00335

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,099
<b>Xm (AC)</b>	0,061
<b>Ym (AD)</b>	0,084
<b>Ym (AE)</b>	0,084



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0134	<b>tR</b>	0,0134	<b>tR</b>	0,0134
<b>X (AB)</b>	0,1758	<b>X (AC)</b>	0,1110	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1486

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,1758	0,45	0,391
<b>AC</b>	0,1110	0,45	0,247
<b>AD</b>	0,1486	0,45	0,330
<b>AE</b>	0,1486	0,45	0,330

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	9,77
<b>Xm (AC)</b>	6,17
<b>Ym (AD)</b>	8,26
<b>Ym (AE)</b>	8,26

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,2000	<b>Xo</b>	0,2000	<b>Xo</b>	0,2000
<b>Yo</b>	2,2605	<b>Yo</b>	1,0935	<b>Yo</b>	1,4568
<b>X1</b>	0,3000	<b>X1</b>	0,3000	<b>X1</b>	0,3000
<b>Y1</b>	3,0115	<b>Y1</b>	1,2376	<b>Y1</b>	1,7270
<b>tR</b>	0,2445	<b>tR</b>	0,2445	<b>tR</b>	0,2445
<b>X (AB)</b>	2,5946	<b>X (AC)</b>	1,1576	<b>Y (AD;AE)</b>	1,5770

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,595	0,45	5,766
<b>AC</b>	1,158	0,45	2,572
<b>AD</b>	1,577	0,45	3,504
<b>AE</b>	1,577	0,45	3,504

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	144,27
<b>Xm (AC)</b>	64,37
<b>Ym (AD)</b>	87,68
<b>Ym (AE)</b>	87,68

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,400	<b>Xo</b>	0,400	<b>Xo</b>	0,400
<b>Yo</b>	3,639	<b>Yo</b>	1,320	<b>Yo</b>	1,865
<b>X1</b>	0,500	<b>X1</b>	0,500	<b>X1</b>	0,500
<b>Y1</b>	4,352	<b>Y1</b>	1,388	<b>Y1</b>	2,014
<b>tR</b>	0,489	<b>tR</b>	0,489	<b>tR</b>	0,489
<b>X (AB)</b>	4,273	<b>X (AC)</b>	1,380	<b>Y (AD;AE)</b>	1,997

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	4,273	0,45	9,496
<b>AC</b>	1,380	0,45	3,067
<b>AD</b>	1,997	0,45	4,439
<b>AE</b>	1,997	0,45	4,439

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	237,59
<b>Xm (AC)</b>	76,73
<b>Ym (AD)</b>	111,06

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	111,06
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 18	
Tiempo	
	120 días
	180 días
	5 días

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			 <b>SEK</b> SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 18 (Acuña & Bear)		
Autor:	Pelje Sebastián Cañillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	13
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo 25 (Wyssling)**

**Ubicación:** Mariano Jimbo, sector la Y

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	26,85
	m <sup>3</sup> /día	2319,8
Espesor saturado (b)	m	288,16
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

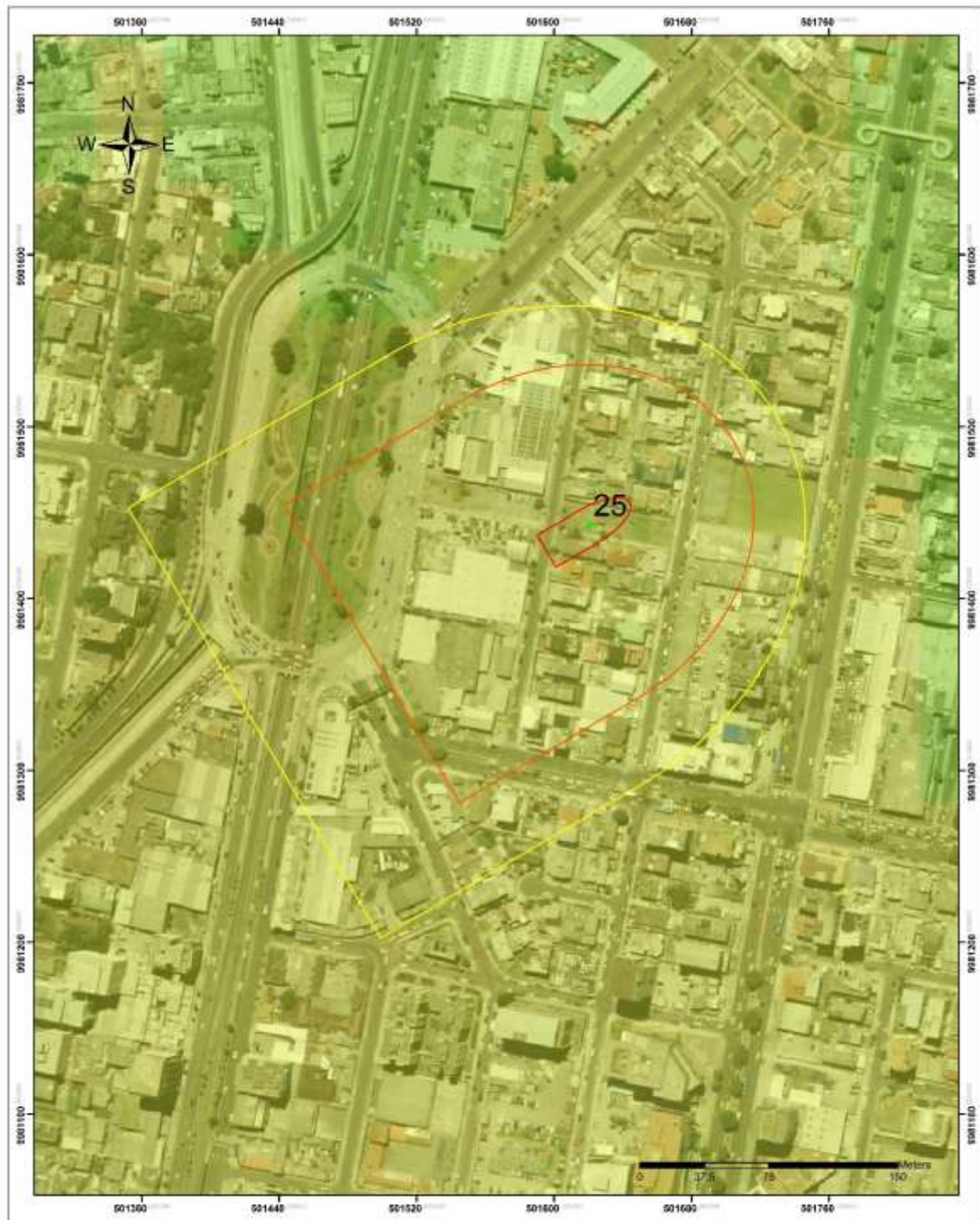
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>141,181</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	887,069
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	443,534
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,028

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	2,77
1825	50,50
3650	100,99

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	3	3
100 días	29	27
5 años	147	97
10 años	227	126



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 25	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid yellow;"></span>	13 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid orange;"></span>	100 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 25 Wynding
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Hojabe
Fecha:	Junio 2017
Escala:	1:2000
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84
	Mapa N°
	Fuente:

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
SER MEJORES

EPMAPS  
ÁREA DE SUELOS



**Pozo 25 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Mariano Jimbo, sector la Y

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	26,85
	m <sup>3</sup> /día	2319,8
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,1·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	527
Espesor saturado (b)	m	288,16
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000062
100	0,006238
1825	0,113849
3650	0,227698

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	44,35	
Y m	44,35	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000062	<b>tR</b>	0,000062	<b>tR</b>	0,000062
<b>X (AB)</b>	0,000794	<b>X (AC)</b>	0,000511	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000667

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000794	0,45	0,00177
<b>AC</b>	0,000511	0,45	0,00114
<b>AD</b>	0,000667	0,45	0,00148
<b>AE</b>	0,000667	0,45	0,00148

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,078
<b>Xm (AC)</b>	0,050
<b>Ym (AD)</b>	0,066
<b>Ym (AE)</b>	0,066

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0062	<b>tR</b>	0,0062	<b>tR</b>	0,0062
<b>X (AB)</b>	0,0818	<b>X (AC)</b>	0,0517	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0692

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0818	0,45	0,182
<b>AC</b>	0,0517	0,45	0,115
<b>AD</b>	0,0692	0,45	0,154
<b>AE</b>	0,0692	0,45	0,154

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	8,07
<b>Xm (AC)</b>	5,10
<b>Ym (AD)</b>	6,82
<b>Ym (AE)</b>	6,82

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1138	<b>tR</b>	0,1138	<b>tR</b>	0,1138
<b>X (AB)</b>	1,5921	<b>X (AC)</b>	0,8653	<b>Y (AD;AE)</b>	1,1573

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,592	0,45	3,538
<b>AC</b>	0,865	0,45	1,923
<b>AD</b>	1,157	0,45	2,572
<b>AE</b>	1,157	0,45	2,572

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	156,93
<b>Xm (AC)</b>	85,29
<b>Ym (AD)</b>	114,06
<b>Ym (AE)</b>	114,06

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,200	<b>Xo</b>	0,200	<b>Xo</b>	0,200
<b>Yo</b>	2,261	<b>Yo</b>	1,094	<b>Yo</b>	1,457
<b>X1</b>	0,300	<b>X1</b>	0,300	<b>X1</b>	0,300
<b>Y1</b>	3,012	<b>Y1</b>	1,238	<b>Y1</b>	1,727
<b>tR</b>	0,228	<b>tR</b>	0,228	<b>tR</b>	0,228
<b>X (AB)</b>	2,469	<b>X (AC)</b>	1,133	<b>Y (AD;AE)</b>	1,532

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,469	0,45	5,486
<b>AC</b>	1,133	0,45	2,519
<b>AD</b>	1,532	0,45	3,404
<b>AE</b>	1,532	0,45	3,404

### Distancia Real en metros:

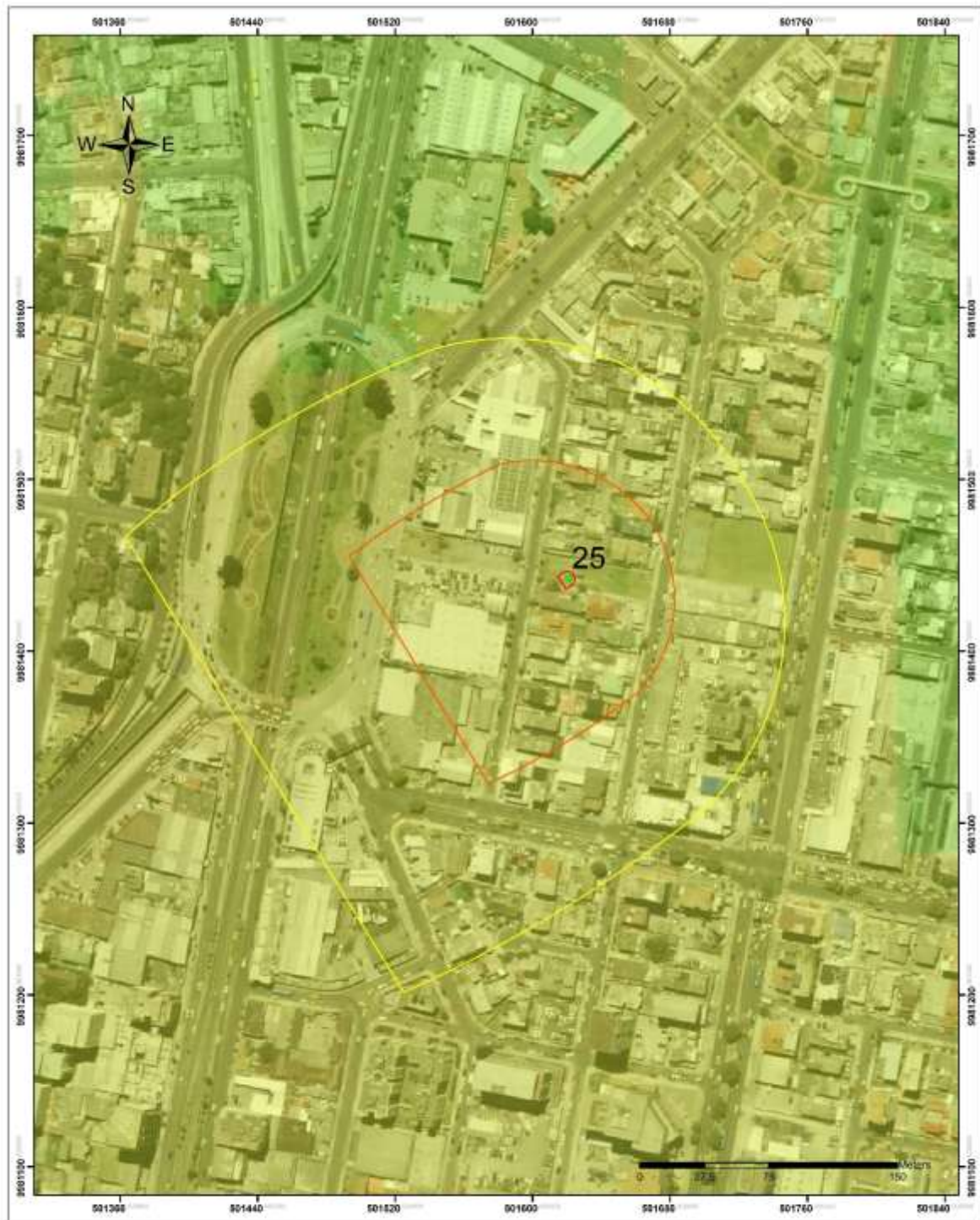
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	243,30
<b>Xm (AC)</b>	111,71
<b>Ym (AD)</b>	150,96

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	150,96
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fce4d6;"></span>	Moderado
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 25	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid yellow;"></span>	15 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid orange;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 25 Jacobs & Bear		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Roldán	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 15
Escala:	1:2000	Fuente:
Sistema de Referencia:	TMOQUITO WGS84	

**Pozo 26 (Wyssling)**

**Ubicación:** Capitán Rafael Ramos, interior Club La FAE

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Espesor saturado (b)	m	272,04
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	160,657
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1009,436
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	504,718
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,017

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,02
100	1,73
1825	31,51
3650	63,02

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	24	23
5 años	118	86
10 años	177	114





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 26	
Tiempo	
	15 años
	10 años
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 26-Wysshig		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realde		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	18
Escala:	1:1000		
Sistema de Referencia:	TMQ/LITO WGS84		Fuente: 

**Pozo 26 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Capitán Rafael Ramos, interior Club La FAE.

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,8·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	498
Espesor saturado (b)	m	272,04
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000034
100	0,003421
1825	0,062433
3650	0,124866

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	50,47	
Y m	50,47	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000034	<b>tR</b>	0,000034	<b>tR</b>	0,000034
<b>X (AB)</b>	0,000420	<b>X (AC)</b>	0,000280	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000350

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000420	0,45	0,00093
<b>AC</b>	0,000280	0,45	0,00062
<b>AD</b>	0,000350	0,45	0,00078
<b>AE</b>	0,000350	0,45	0,00078

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,047
<b>Xm (AC)</b>	0,031
<b>Ym (AD)</b>	0,039
<b>Ym (AE)</b>	0,039

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0034	<b>tR</b>	0,0034	<b>tR</b>	0,0034
<b>X (AB)</b>	0,0449	<b>X (AC)</b>	0,0284	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0380

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0449	0,45	0,100
<b>AC</b>	0,0284	0,45	0,063
<b>AD</b>	0,0380	0,45	0,084
<b>AE</b>	0,0380	0,45	0,084

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	5,03
<b>Xm (AC)</b>	3,18
<b>Ym (AD)</b>	4,26
<b>Ym (AE)</b>	4,26

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0624	<b>tR</b>	0,0624	<b>tR</b>	0,0624
<b>X (AB)</b>	0,9270	<b>X (AC)</b>	0,5173	<b>Y (AD;AE)</b>	0,6925

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,927	0,45	2,060
<b>AC</b>	0,517	0,45	1,150
<b>AD</b>	0,692	0,45	1,539
<b>AE</b>	0,692	0,45	1,539

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	103,97
<b>Xm (AC)</b>	58,02
<b>Ym (AD)</b>	77,67
<b>Ym (AE)</b>	77,67

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,125	<b>tR</b>	0,125	<b>tR</b>	0,125
<b>X (AB)</b>	1,678	<b>X (AC)</b>	0,894	<b>Y (AD;AE)</b>	1,196

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,678	0,45	3,728
<b>AC</b>	0,894	0,45	1,988
<b>AD</b>	1,196	0,45	2,657
<b>AE</b>	1,196	0,45	2,657

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	188,16
<b>Xm (AC)</b>	100,32
<b>Ym (AD)</b>	134,09

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	134,09
---------------------------	--------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 26	
Tiempo	
	10 años
	100 años
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
SER MEJORES

Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 26 Jacobs & Baur  
 Autor: Felipe Sebastián Carrillo Rosales  
 Fecha: Junio 2017 Mapa N° 17  
 Escala: 1:1000  
 Sistema de Referencia: UTM QUITO WGS84

**EPMAPS**  
ÁREA DE SERVICIO

**Pozo 29P (Wyssling)**

**Ubicación:** Miguel Zambrano y César Borja, sector la Rumiñahui

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	32,47
	m <sup>3</sup> /día	2805,4
Espesor saturado (b)	m	258,86
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,6 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	261,819
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1645,057
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	822,528
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,020

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,02
100	2,01
1825	36,66
3650	73,31

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	3	3
100 días	33	31
5 años	158	121
10 años	236	163



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo 29P	
Tiempo	
	13 días
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTEC SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo 29P Wyszring	 <b>EPMAPS</b> AGUA DE QUITO	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Borda		
Fecha:	Junio 2017		Mapa N° 20
Escala:	1:2000		Fuente:
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo 29P (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Miguel Zambrano y César Borja, sector la Rumiñahui

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	32,47
	m <sup>3</sup> /día	2805,4
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,5 · 10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	474
Espesor saturado (b)	m	258,86
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,6 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000024
100	0,002442
1825	0,044564
3650	0,089129

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	82,25	
Y m	82,25	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000024	<b>tR</b>	0,000024	<b>tR</b>	0,000024
<b>X (AB)</b>	0,000300	<b>X (AC)</b>	0,000200	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000250

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000300	0,45	0,00067
<b>AC</b>	0,000200	0,45	0,00044
<b>AD</b>	0,000250	0,45	0,00056
<b>AE</b>	0,000250	0,45	0,00056

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,055
<b>Xm (AC)</b>	0,037
<b>Ym (AD)</b>	0,046
<b>Ym (AE)</b>	0,046

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016
<b>Yo</b>	0,0205	<b>Yo</b>	0,0129	<b>Yo</b>	0,0173
<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031
<b>Y1</b>	0,0410	<b>Y1</b>	0,0259	<b>Y1</b>	0,0347
<b>tR</b>	0,0024	<b>tR</b>	0,0024	<b>tR</b>	0,0024
<b>X (AB)</b>	0,0320	<b>X (AC)</b>	0,0202	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0271

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0320	0,45	0,071
<b>AC</b>	0,0202	0,45	0,045
<b>AD</b>	0,0271	0,45	0,060
<b>AE</b>	0,0271	0,45	0,060

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	5,86
<b>Xm (AC)</b>	3,70
<b>Ym (AD)</b>	4,95
<b>Ym (AE)</b>	4,95

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0446	<b>tR</b>	0,0446	<b>tR</b>	0,0446
<b>X (AB)</b>	0,6523	<b>X (AC)</b>	0,3693	<b>Y (AD;AE)</b>	0,4943

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,652	0,45	1,450
<b>AC</b>	0,369	0,45	0,821
<b>AD</b>	0,494	0,45	1,098
<b>AE</b>	0,494	0,45	1,098

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	119,23
<b>Xm (AC)</b>	67,49
<b>Ym (AD)</b>	90,35
<b>Ym (AE)</b>	90,35



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050
<b>Yo</b>	0,742	<b>Yo</b>	0,414	<b>Yo</b>	0,555
<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100
<b>Y1</b>	1,485	<b>Y1</b>	0,829	<b>Y1</b>	1,109
<b>tR</b>	0,089	<b>tR</b>	0,089	<b>tR</b>	0,089
<b>X (AB)</b>	1,323	<b>X (AC)</b>	0,739	<b>Y (AD;AE)</b>	0,989

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,323	0,45	2,941
<b>AC</b>	0,739	0,45	1,641
<b>AD</b>	0,989	0,45	2,197
<b>AE</b>	0,989	0,45	2,197

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	241,88
<b>Xm (AC)</b>	134,99
<b>Ym (AD)</b>	180,69

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	180,69
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Perímetros de Protección Pozo 29P**

**Tiempo**

- 10 días
- 100 días
- 5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

UNIVERSIDAD INTERACCIONAL ISEK SER MEJORES

**Nombre del Mapa:** Perímetros de Protección Pozo 29P Jacobs & Rose

**Autor:** Felipe Sebastián Castillo Rosdy

**Fecha:** Junio 2017 **Mapa N°:** 10

**Escala:** 1:2000 **Fuente:**

**Sistema de Referencia:** TMOQUITO WGS84

**EPMAPS**  
AGUA DE QUITO

**Pozo 11D (Wyssling)**

**Ubicación:** Jorge Drom y Villalengua, mercado Iñaquito

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Espesor saturado (b)	m	285,45
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,2·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

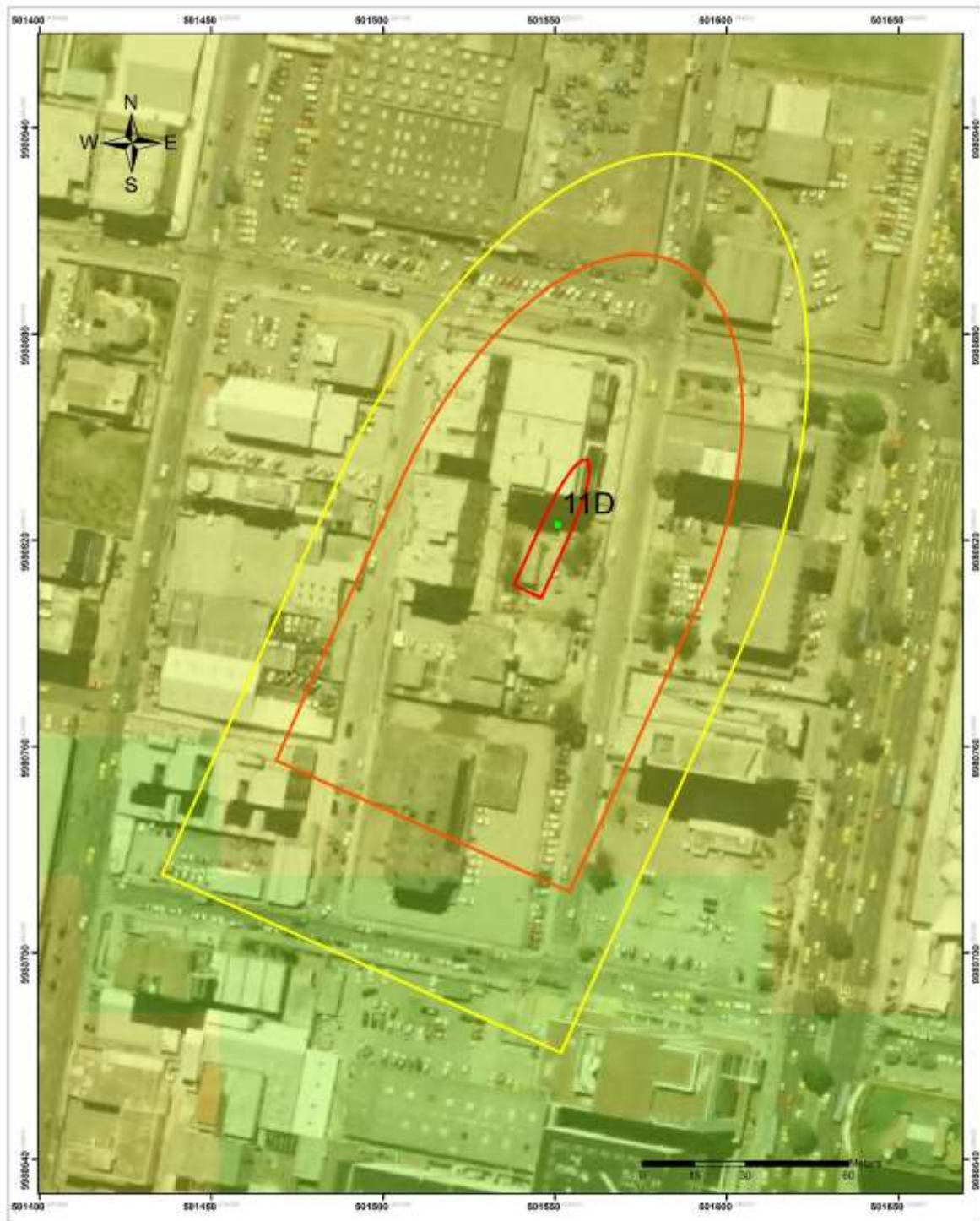
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>324,820</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	2040,904
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	1020,452
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,007

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
<b>1</b>	0,01
<b>100</b>	0,68
<b>1825</b>	12,38
<b>3650</b>	24,76

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
<b>1 día</b>	2	2
<b>100 días</b>	21	21
<b>5 años</b>	96	84
<b>10 años</b>	140	115



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo 11B	
Tiempo	
	10 días
	100 días
	500 días

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo 11D Wyndag  
 Autor: Felipe Sebastián Castillo Rosape  
 Fecha: Junio 2017      Mapa N°: 22  
 Escala: 1:1000      Fuente:  
 Sistema de Referencia: TMQUITO WGS84

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
**SEK**  
 SER MEJORES

**EPMAPS**  
 AGUA DE QUITO

**Pozo 11D (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Jorge Drom y Villalengua, mercado Ñaquito

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	6,0·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	522
Espesor saturado (b)	m	285,45
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,2·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000007
100	0,000665
1825	0,012130
3650	0,024259

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	102,05	
Y m	102,05	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006
<b>Yo</b>	0,000075	<b>Yo</b>	0,000050	<b>Yo</b>	0,000063
<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012
<b>Y1</b>	0,000150	<b>Y1</b>	0,000100	<b>Y1</b>	0,000125
<b>tR</b>	0,000007	<b>tR</b>	0,000007	<b>tR</b>	0,000007
<b>X (AB)</b>	0,000082	<b>X (AC)</b>	0,000054	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000068

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000082	0,45	0,00018
<b>AC</b>	0,000054	0,45	0,00012
<b>AD</b>	0,000068	0,45	0,00015
<b>AE</b>	0,000068	0,45	0,00015

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,019
<b>Xm (AC)</b>	0,012
<b>Ym (AD)</b>	0,015
<b>Ym (AE)</b>	0,015



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0004	<b>Xo</b>	0,0004	<b>Xo</b>	0,0004
<b>Yo</b>	0,0051	<b>Yo</b>	0,0032	<b>Yo</b>	0,0043
<b>X1</b>	0,0008	<b>X1</b>	0,0008	<b>X1</b>	0,0008
<b>Y1</b>	0,0103	<b>Y1</b>	0,0065	<b>Y1</b>	0,0087
<b>tR</b>	0,0007	<b>tR</b>	0,0007	<b>tR</b>	0,0007
<b>X (AB)</b>	0,0087	<b>X (AC)</b>	0,0055	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0074

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0087	0,45	0,019
<b>AC</b>	0,0055	0,45	0,012
<b>AD</b>	0,0074	0,45	0,016
<b>AE</b>	0,0074	0,45	0,016

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	1,98
<b>Xm (AC)</b>	1,25
<b>Ym (AD)</b>	1,68
<b>Ym (AE)</b>	1,68

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063
<b>Yo</b>	0,0820	<b>Yo</b>	0,0518	<b>Yo</b>	0,0693
<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125
<b>Y1</b>	0,1640	<b>Y1</b>	0,1036	<b>Y1</b>	0,1386
<b>tR</b>	0,0121	<b>tR</b>	0,0121	<b>tR</b>	0,0121
<b>X (AB)</b>	0,1591	<b>X (AC)</b>	0,1005	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1345

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,159	0,45	0,354
<b>AC</b>	0,101	0,45	0,223
<b>AD</b>	0,134	0,45	0,299
<b>AE</b>	0,134	0,45	0,299

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	36,09
<b>Xm (AC)</b>	22,80
<b>Ym (AD)</b>	30,50

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	30,50
---------------------------	-------

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,013	<b>X<sub>o</sub></b>	0,013	<b>X<sub>o</sub></b>	0,013
<b>Y<sub>o</sub></b>	0,164	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,104	<b>Y<sub>o</sub></b>	0,139
<b>X<sub>1</sub></b>	0,025	<b>X<sub>1</sub></b>	0,025	<b>X<sub>1</sub></b>	0,025
<b>Y<sub>1</sub></b>	0,328	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,207	<b>Y<sub>1</sub></b>	0,277
<b>t<sub>R</sub></b>	0,024	<b>t<sub>R</sub></b>	0,024	<b>t<sub>R</sub></b>	0,024
<b>X (AB)</b>	0,318	<b>X (AC)</b>	0,201	<b>Y (AD;AE)</b>	0,269

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,318	0,45	0,708
<b>AC</b>	0,201	0,45	0,447
<b>AD</b>	0,269	0,45	0,598
<b>AE</b>	0,269	0,45	0,598

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

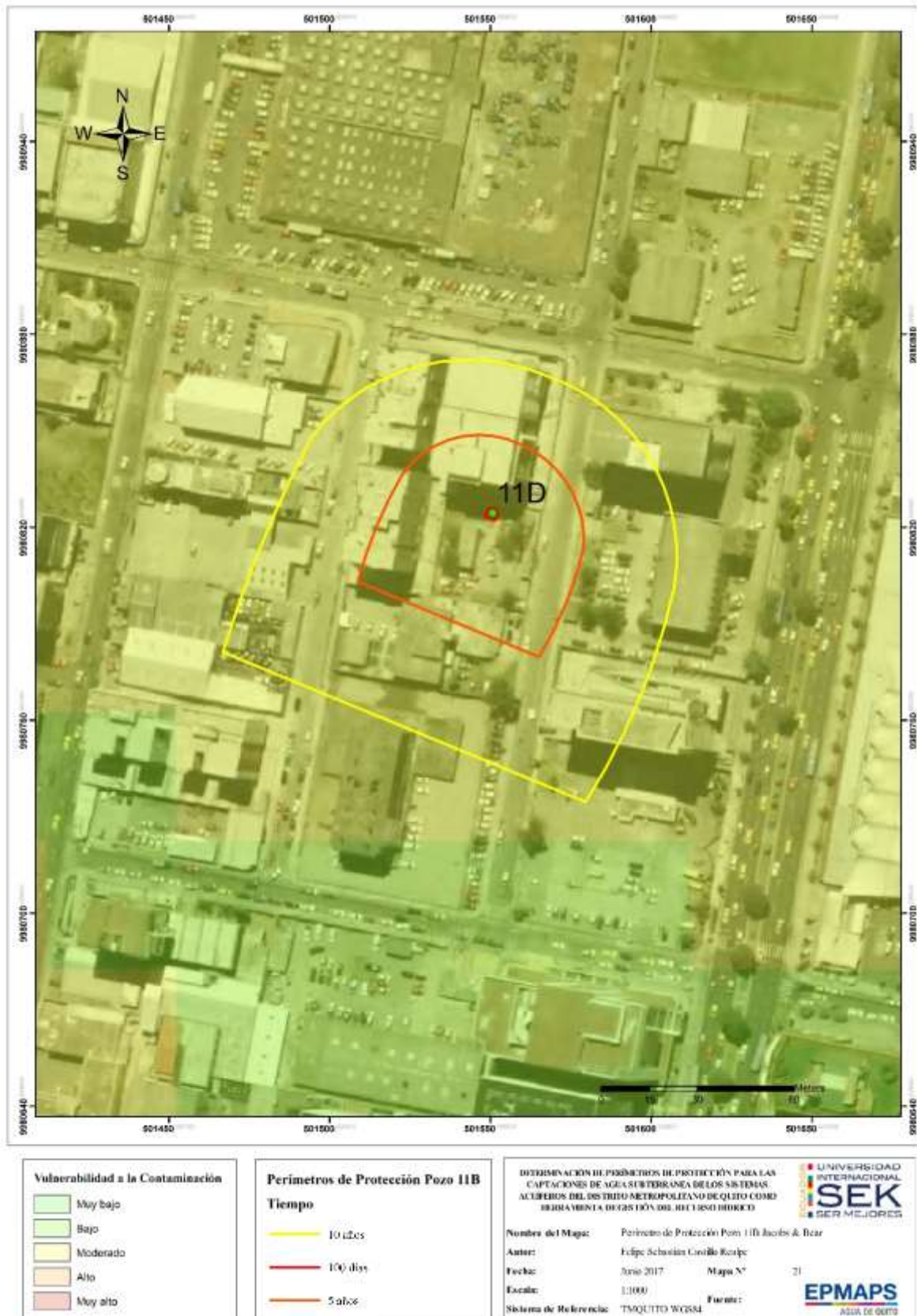
Ejes	Distancia en Metros
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	72,20

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	45,57
<b>Ym (AD)</b>	61,02
<b>Ym (AE)</b>	61,02

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Pozo 58A Pantaleone (Wyssling)**

**Ubicación:** Urbanización Balcón del Norte

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	33,34
	m <sup>3</sup> /día	2880,6
Espesor saturado (b)	m	283,7
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,4 · 10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$X_o = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>36,966</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	232,262
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	116,131
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,134

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
<b>1</b>	0,13
<b>100</b>	13,36
<b>1825</b>	243,78
<b>3650</b>	487,56

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
		$S_o = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}{2}}$
<b>1 día</b>	3	3
<b>100 días</b>	39	25

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>5 años</b>	303	59
<b>10 años</b>	553	65

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo 58A	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 58A - Wyszkiq		
Autor:	Telpe Sebastián Castillo Reátej		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	24
Escala:	1:5000		
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		
	Fuente:		



**Pozo 58A Pantaleone (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Urbanización Balcón del Norte

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	33,34
	m <sup>3</sup> /día	2880,6
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	2,4·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	206
Espesor saturado (b)	m	283,7
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	2,4·10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000182
100	0,018237
1825	0,332826
3650	0,665652

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	29,13	
Y m	29,13	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098
<b>Yo</b>	0,001300	<b>Yo</b>	0,000800	<b>Yo</b>	0,001100
<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195
<b>Y1</b>	0,002600	<b>Y1</b>	0,001600	<b>Y1</b>	0,002200
<b>tR</b>	0,000182	<b>tR</b>	0,000182	<b>tR</b>	0,000182
<b>X (AB)</b>	0,002428	<b>X (AC)</b>	0,001494	<b>Y (AD;AE)</b>	0,002054

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,002428	0,45	0,00539
<b>AC</b>	0,001494	0,45	0,00332
<b>AD</b>	0,002054	0,45	0,00456
<b>AE</b>	0,002054	0,45	0,00456

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,157
<b>Xm (AC)</b>	0,097
<b>Ym (AD)</b>	0,133
<b>Ym (AE)</b>	0,133

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0182	<b>tR</b>	0,0182	<b>tR</b>	0,0182
<b>X (AB)</b>	0,2393	<b>X (AC)</b>	0,1511	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2023

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,2393	0,45	0,532
<b>AC</b>	0,1511	0,45	0,336
<b>AD</b>	0,2023	0,45	0,449
<b>AE</b>	0,2023	0,45	0,449

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	15,49
<b>Xm (AC)</b>	9,78
<b>Ym (AD)</b>	13,09
<b>Ym (AE)</b>	13,09

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,3000	<b>Xo</b>	0,3000	<b>Xo</b>	0,3000
<b>Yo</b>	3,0115	<b>Yo</b>	1,2376	<b>Yo</b>	1,7270
<b>X1</b>	0,4000	<b>X1</b>	0,4000	<b>X1</b>	0,4000
<b>Y1</b>	3,6394	<b>Y1</b>	1,3199	<b>Y1</b>	1,8649
<b>tR</b>	0,3328	<b>tR</b>	0,3328	<b>tR</b>	0,3328
<b>X (AB)</b>	3,2176	<b>X (AC)</b>	1,2646	<b>Y (AD;AE)</b>	1,7723

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	3,218	0,45	7,150
<b>AC</b>	1,265	0,45	2,810
<b>AD</b>	1,772	0,45	3,938
<b>AE</b>	1,772	0,45	3,938

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	208,31
<b>Xm (AC)</b>	81,87
<b>Ym (AD)</b>	114,74

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	114,74
---------------------------	--------

**Calculo para 10 años de Tránsito**

<b>Interpolación 10 años</b>					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,600	<b>X<sub>o</sub></b>	0,600	<b>X<sub>o</sub></b>	0,600
<b>Y<sub>o</sub></b>	5,024	<b>Y<sub>o</sub></b>	1,399	<b>Y<sub>o</sub></b>	2,024
<b>X<sub>1</sub></b>	0,700	<b>X<sub>1</sub></b>	0,700	<b>X<sub>1</sub></b>	0,700
<b>Y<sub>1</sub></b>	5,539	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,396	<b>Y<sub>1</sub></b>	2,034
<b>t<sub>R</sub></b>	0,666	<b>t<sub>R</sub></b>	0,666	<b>t<sub>R</sub></b>	0,666
<b>X (AB)</b>	5,362	<b>X (AC)</b>	1,397	<b>Y (AD;AE)</b>	2,031

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

<b>Conversión Distancia</b>			
<b>Ejes</b>	<b>Valor en cm</b>	<b>Factor conversión</b>	<b>Distancia real</b>
<b>AB</b>	5,362	0,45	11,915
<b>AC</b>	1,397	0,45	3,105
<b>AD</b>	2,031	0,45	4,513
<b>AE</b>	2,031	0,45	4,513

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

<b>Ejes</b>	<b>Distancia en Metros</b>
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	347,12

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>Xm (AC)</b>	90,46
<b>Ym (AD)</b>	131,46
<b>Ym (AE)</b>	131,46

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Perímetros de Protección Pozo 58A**

**Tiempo**

- 10 años
- 100 años
- 5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 58A Jacobs & Bear
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Escalpe
Fecha:	Junio 2017 Mapa N° 23
Escala:	1:2000
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84 Fuente:



**Pozo 2QS (Wyssling)**

**Ubicación:** Pedro Castillo y Calle del Oleocuto, Chillogallo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	8,3
	m <sup>3</sup> /día	717,1
Espesor saturado (b)	m	288,8
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,5·10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,86

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	44,252
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	278,045
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	139,023
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,028

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	2,78
1825	50,66
3650	101,33

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	17	14
5 años	97	32
10 años	158	57





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy baja
	Baja
	Modera
	Alta
	Muy alta

Perímetros de Protección Pozo 2QS	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 2QS Wydding			
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe			
Fecha:	Junió 2017	Mapa N°		25
Escala:	1:1000	Facultad:		
Sistema de Referencia:	TMQ.110 WGS84			

**Pozo 2QS (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Pedro Castillo y Calle del Oleocuto, Chillogallo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	8,3
	m <sup>3</sup> /día	717,1
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	1,4·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	117
Espesor saturado (b)	m	288,8
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,5·10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000092
100	0,009190
1825	0,167726
3650	0,335452

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	20,29	
Y m	20,29	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000092	<b>tR</b>	0,000092	<b>tR</b>	0,000092
<b>X (AB)</b>	0,001218	<b>X (AC)</b>	0,000753	<b>Y (AD;AE)</b>	0,001029

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,001218	0,45	0,00271
<b>AC</b>	0,000753	0,45	0,00167
<b>AD</b>	0,001029	0,45	0,00229
<b>AE</b>	0,001029	0,45	0,00229

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,055
<b>Xm (AC)</b>	0,034
<b>Ym (AD)</b>	0,046
<b>Ym (AE)</b>	0,046

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063
<b>Yo</b>	0,0820	<b>Yo</b>	0,0518	<b>Yo</b>	0,0693
<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125
<b>Y1</b>	0,1640	<b>Y1</b>	0,1036	<b>Y1</b>	0,1386
<b>tR</b>	0,0092	<b>tR</b>	0,0092	<b>tR</b>	0,0092
<b>X (AB)</b>	0,1206	<b>X (AC)</b>	0,0762	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1019

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,1206	0,45	0,268
<b>AC</b>	0,0762	0,45	0,169
<b>AD</b>	0,1019	0,45	0,226
<b>AE</b>	0,1019	0,45	0,226

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	5,44
<b>Xm (AC)</b>	3,44
<b>Ym (AD)</b>	4,60
<b>Ym (AE)</b>	4,60

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1677	<b>tR</b>	0,1677	<b>tR</b>	0,1677
<b>X (AB)</b>	2,0101	<b>X (AC)</b>	1,0080	<b>Y (AD;AE)</b>	1,3446

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,010	0,45	4,467
<b>AC</b>	1,008	0,45	2,240
<b>AD</b>	1,345	0,45	2,988
<b>AE</b>	1,345	0,45	2,988

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	90,65
<b>Xm (AC)</b>	45,46
<b>Ym (AD)</b>	60,64

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	60,64
---------------------------	-------

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>X<sub>o</sub></b>	0,300	<b>X<sub>o</sub></b>	0,300	<b>X<sub>o</sub></b>	0,300
<b>Y<sub>o</sub></b>	3,012	<b>Y<sub>o</sub></b>	1,238	<b>Y<sub>o</sub></b>	1,727
<b>X<sub>1</sub></b>	0,400	<b>X<sub>1</sub></b>	0,400	<b>X<sub>1</sub></b>	0,400
<b>Y<sub>1</sub></b>	3,639	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,320	<b>Y<sub>1</sub></b>	1,865
<b>t<sub>R</sub></b>	0,335	<b>t<sub>R</sub></b>	0,335	<b>t<sub>R</sub></b>	0,335
<b>X (AB)</b>	3,234	<b>X (AC)</b>	1,267	<b>Y (AD;AE)</b>	1,776

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	3,234	0,45	7,187
<b>AC</b>	1,267	0,45	2,815
<b>AD</b>	1,776	0,45	3,946
<b>AE</b>	1,776	0,45	3,946

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>X<sub>m</sub> (AB)</b>	145,85

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

---

<b>X<sub>m</sub> (AC)</b>	57,13
<b>Y<sub>m</sub> (AD)</b>	80,09
<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	80,09



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy baja
	Baja
	Moderada
	Alta
	Muy alta

Perímetros de Protección Pozo 2QS	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo 2/8 Jacobs & Ben	
Autor:	Felipe Schorrillo Castillo Rojas	
Fecha:	Julio 2017	Mapa N° 23
Escala:	1:1000	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	Proyecto: EPMAPS AGUA DE QUITO

**Pozo Las Cuadras (Wyssling)**

**Ubicación:** Matilde Álvarez y Av. Rumichaca Ñan, interior parque Las Cuadras

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	9
	m <sup>3</sup> /día	777,6
Espesor saturado (b)	m	283,25
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,1·10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,86

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	32,744
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	205,735
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	102,867
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,040

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,04
100	3,99
1825	72,82
3650	145,64

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	18	14
5 años	114	26
10 años	195	49



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bien
	Bajo
	Mediano
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo Las Cuadras	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Las Cuadras, Wyszdig		
Autor:	Felipe Sebastián Cañillo Rabe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	28
Escala:	1:1000		
Sistema de Referencia:	UNQ.110 WGS84		
EPMAPS AGUA DE QUITO			

**Pozo Las Cuadras (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Matilde Álvarez y Av. Rumichaca Ñan, interior parque Las Cuadras

Parámetro	Unidades	Valor
<b>Caudal (Q)</b>	L/s	9
	m <sup>3</sup> /día	777,6
<b>Transmisividad (T)</b>	m <sup>2</sup> /s	6,0·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	518
<b>Espesor saturado (b)</b>	m	283,25
<b>Gradiente Hidráulico (i)</b>	adimensional	1,1·10 <sup>-2</sup>
<b>Porosidad eficaz (me)</b>	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
<b>Tiempo de tránsito (días)</b>	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
<b>1</b>	0,000184
<b>100</b>	0,018415
<b>1825</b>	0,336082
<b>3650</b>	0,672165

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
<b>X m</b>		15,07
<b>Y m</b>		15,07

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195
<b>Yo</b>	0,002600	<b>Yo</b>	0,001600	<b>Yo</b>	0,002200
<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391
<b>Y1</b>	0,005100	<b>Y1</b>	0,003200	<b>Y1</b>	0,004300
<b>tR</b>	0,000184	<b>tR</b>	0,000184	<b>tR</b>	0,000184
<b>X (AB)</b>	0,002457	<b>X (AC)</b>	0,001509	<b>Y (AD;AE)</b>	0,002080

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,002457	0,45	0,00546
<b>AC</b>	0,001509	0,45	0,00335
<b>AD</b>	0,002080	0,45	0,00462
<b>AE</b>	0,002080	0,45	0,00462

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,082
<b>Xm (AC)</b>	0,051
<b>Ym (AD)</b>	0,070
<b>Ym (AE)</b>	0,070

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0184	<b>tR</b>	0,0184	<b>tR</b>	0,0184
<b>X (AB)</b>	0,2417	<b>X (AC)</b>	0,1526	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2042

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,2417	0,45	0,537
<b>AC</b>	0,1526	0,45	0,339
<b>AD</b>	0,2042	0,45	0,454
<b>AE</b>	0,2042	0,45	0,454

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	8,10
<b>Xm (AC)</b>	5,11
<b>Ym (AD)</b>	6,84
<b>Ym (AE)</b>	6,84

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,3000	<b>Xo</b>	0,3000	<b>Xo</b>	0,3000
<b>Yo</b>	3,0115	<b>Yo</b>	1,2376	<b>Yo</b>	1,7270
<b>X1</b>	0,4000	<b>X1</b>	0,4000	<b>X1</b>	0,4000
<b>Y1</b>	3,6394	<b>Y1</b>	1,3199	<b>Y1</b>	1,8649
<b>tR</b>	0,3361	<b>tR</b>	0,3361	<b>tR</b>	0,3361
<b>X (AB)</b>	3,2381	<b>X (AC)</b>	1,2673	<b>Y (AD;AE)</b>	1,7768

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	3,238	0,45	7,196
<b>AC</b>	1,267	0,45	2,816
<b>AD</b>	1,777	0,45	3,948
<b>AE</b>	1,777	0,45	3,948

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	108,47
<b>Xm (AC)</b>	42,45
<b>Ym (AD)</b>	59,52
<b>Ym (AE)</b>	59,52



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,600	<b>Xo</b>	0,600	<b>Xo</b>	0,600
<b>Yo</b>	5,024	<b>Yo</b>	1,399	<b>Yo</b>	2,024
<b>X1</b>	0,700	<b>X1</b>	0,700	<b>X1</b>	0,700
<b>Y1</b>	5,539	<b>Y1</b>	1,396	<b>Y1</b>	2,034
<b>tR</b>	0,672	<b>tR</b>	0,672	<b>tR</b>	0,672
<b>X (AB)</b>	5,395	<b>X (AC)</b>	1,397	<b>Y (AD;AE)</b>	2,031

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	5,395	0,45	11,990
<b>AC</b>	1,397	0,45	3,105
<b>AD</b>	2,031	0,45	4,514
<b>AE</b>	2,031	0,45	4,514

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	180,74
<b>Xm (AC)</b>	46,80
<b>Ym (AD)</b>	68,05

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	68,05
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Pozo LDU (Wyssling)**

**Ubicación:** Complejo Deportivo de LDU, Pomasqui

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Espesor saturado (b)	m	263,66
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	8,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

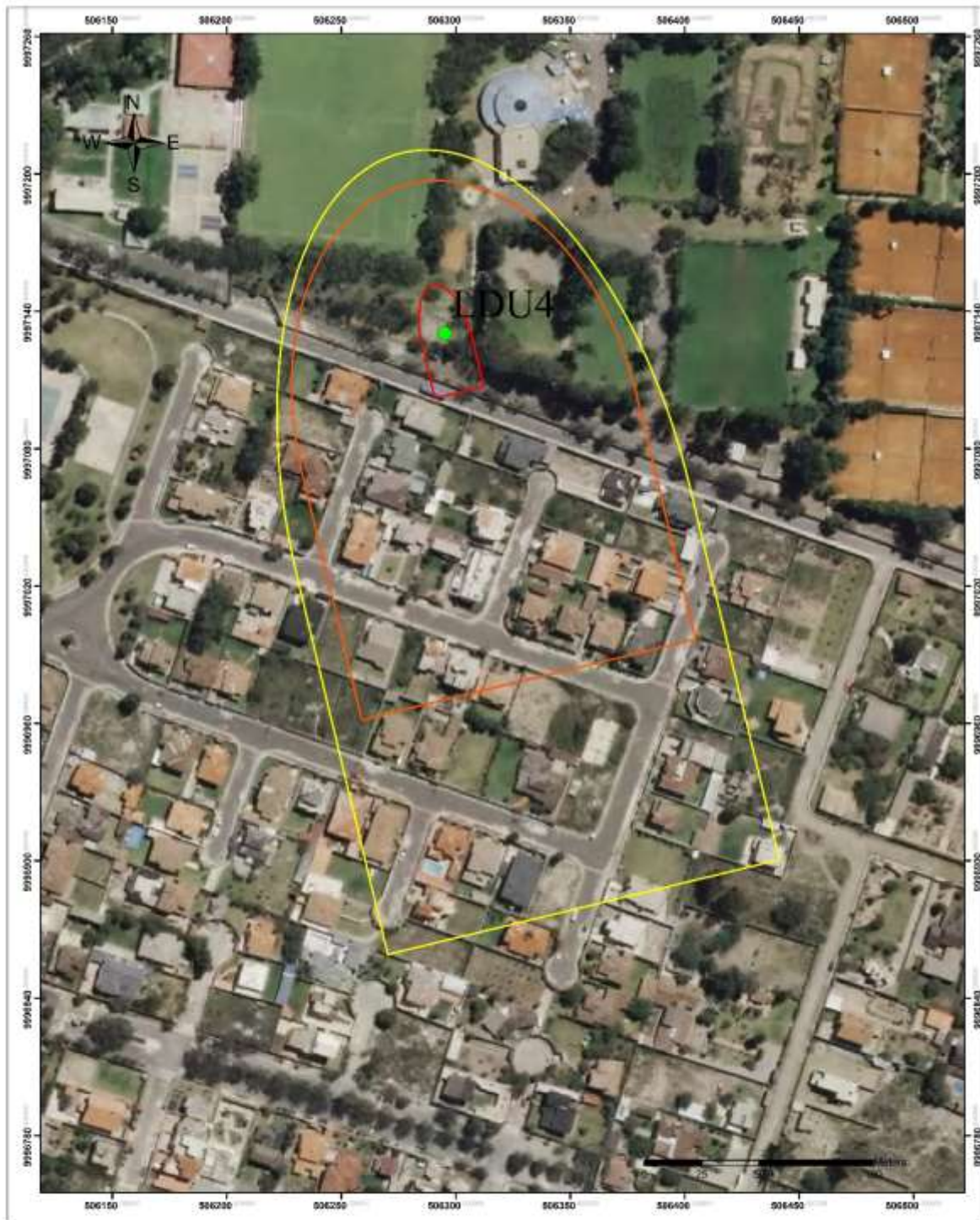
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	59,137
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	371,568
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	185,784
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,048

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,05
100	4,84
1825	88,33
3650	176,65

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	26	22
5 años	156	67
10 años	258	81



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo LDU	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 días

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo LDU Wuyling	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Roca	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 32
Escala:	1:1.500	Fuente: EPMAPS AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	

**Pozo LDU (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Complejo Deportivo de LDU, Pomasqui

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	18
	m <sup>3</sup> /día	1555,2
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,6·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	482
Espesor saturado (b)	m	263,66
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	8,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000261
100	0,026051
1825	0,475426
3650	0,950853

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m		18,58
Y m		18,58

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195
<b>Yo</b>	0,002600	<b>Yo</b>	0,001600	<b>Yo</b>	0,002200
<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391
<b>Y1</b>	0,005100	<b>Y1</b>	0,003200	<b>Y1</b>	0,004300
<b>tR</b>	0,000261	<b>tR</b>	0,000261	<b>tR</b>	0,000261
<b>X (AB)</b>	0,003434	<b>X (AC)</b>	0,002134	<b>Y (AD;AE)</b>	0,002901

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,003434	0,45	0,00763
<b>AC</b>	0,002134	0,45	0,00474
<b>AD</b>	0,002901	0,45	0,00645
<b>AE</b>	0,002901	0,45	0,00645

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,142
<b>Xm (AC)</b>	0,088
<b>Ym (AD)</b>	0,120
<b>Ym (AE)</b>	0,120



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0261	<b>tR</b>	0,0261	<b>tR</b>	0,0261
<b>X (AB)</b>	0,3455	<b>X (AC)</b>	0,2158	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2890

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,3455	0,45	0,768
<b>AC</b>	0,2158	0,45	0,480
<b>AD</b>	0,2890	0,45	0,642
<b>AE</b>	0,2890	0,45	0,642

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	14,26
<b>Xm (AC)</b>	8,91
<b>Ym (AD)</b>	11,93
<b>Ym (AE)</b>	11,93

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,4000	<b>Xo</b>	0,4000	<b>Xo</b>	0,4000
<b>Yo</b>	3,6394	<b>Yo</b>	1,3199	<b>Yo</b>	1,8649
<b>X1</b>	0,5000	<b>X1</b>	0,5000	<b>X1</b>	0,5000
<b>Y1</b>	4,3515	<b>Y1</b>	1,3875	<b>Y1</b>	2,0138
<b>tR</b>	0,4754	<b>tR</b>	0,4754	<b>tR</b>	0,4754
<b>X (AB)</b>	4,1765	<b>X (AC)</b>	1,3709	<b>Y (AD;AE)</b>	1,9772

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	4,177	0,45	9,281
<b>AC</b>	1,371	0,45	3,046
<b>AD</b>	1,977	0,45	4,394
<b>AE</b>	1,977	0,45	4,394

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	172,43
<b>Xm (AC)</b>	56,60
<b>Ym (AD)</b>	81,63
<b>Ym (AE)</b>	81,63

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,800	<b>Xo</b>	0,800	<b>Xo</b>	0,800
<b>Yo</b>	6,129	<b>Yo</b>	1,401	<b>Yo</b>	2,044
<b>X1</b>	1,000	<b>X1</b>	1,000	<b>X1</b>	1,000
<b>Y1</b>	7,212	<b>Y1</b>	1,410	<b>Y1</b>	2,065
<b>tR</b>	0,951	<b>tR</b>	0,951	<b>tR</b>	0,951
<b>X (AB)</b>	6,946	<b>X (AC)</b>	1,407	<b>Y (AD;AE)</b>	2,060

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	6,946	0,45	15,435
<b>AC</b>	1,407	0,45	3,128
<b>AD</b>	2,060	0,45	4,577
<b>AE</b>	2,060	0,45	4,577

### Distancia Real en metros:

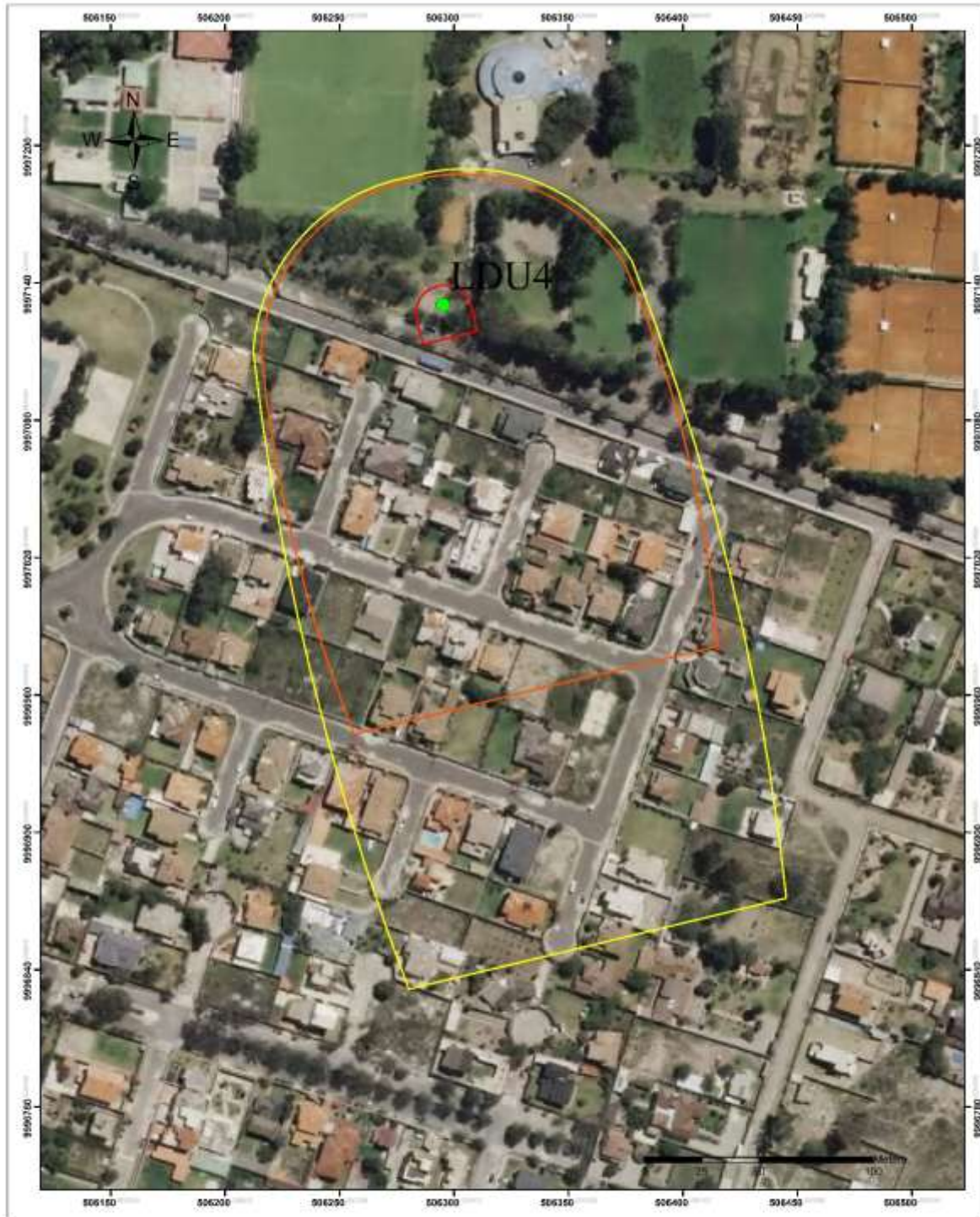
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	286,76
<b>Xm (AC)</b>	58,11
<b>Ym (AD)</b>	85,03

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	85,03
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo LDU	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo LDU Jacobs & Bear	
Autor:	Julpe Schuyler Castillo Ruzpe	
Fecha:	Julio 2017	Mapa N° 31
Escala:	1:500	Fuente: EPMAPS AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	

**Pozo San Antonio 2 (Wyssling)**

**Ubicación:** Redondel Mitad del Mundo, San Antonio de Pichincha

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	5,38
	m <sup>3</sup> /día	464,83
Espesor saturado (b)	m	181,21
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	8,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

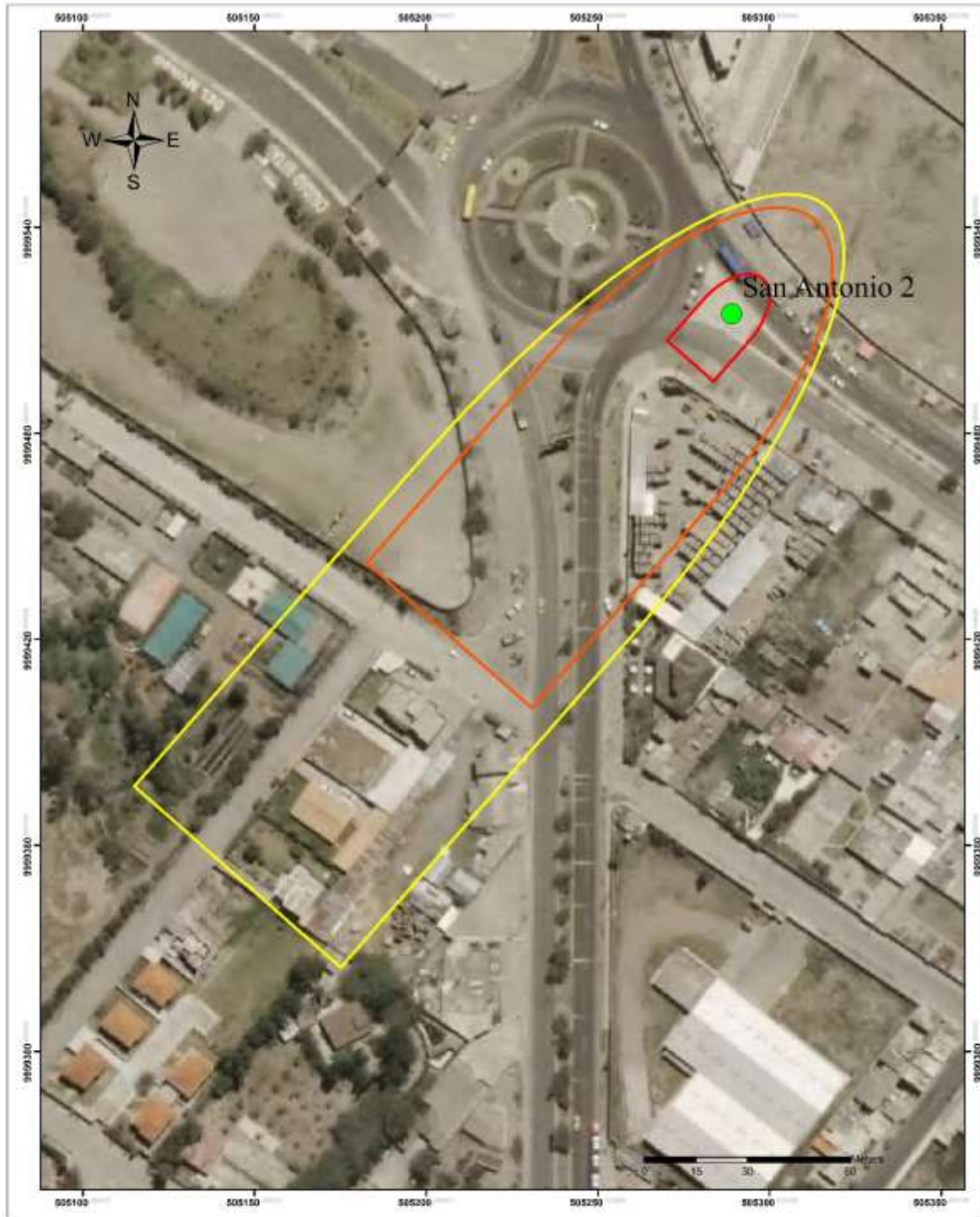
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>25,718</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	161,589
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	80,794
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,048

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,05
100	4,84
1825	88,33
3650	176,65

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	18	14
5 años	125	36
10 años	218	42



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo San Antonio 2	
Tiempo	
	19 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo San Antonio 2 Wysztag		
Autor:	Felipe Sebastián Carrillo Recalde		
Fecha:	Juno 2017	Mapa N°	
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQ:ITQ WGS84		



**Pozo San Antonio 2 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Redondel Mitad del Mundo, San Antonio de Pichincha

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	5,38
	m <sup>3</sup> /día	464,83
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	3,8·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	332
Espesor saturado (b)	m	181,21
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	8,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000599
100	0,059903
1825	1,093230
3650	2,186460

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m		8,08
Y m		8,08

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000391	<b>Xo</b>	0,000391	<b>Xo</b>	0,000391
<b>Yo</b>	0,005100	<b>Yo</b>	0,003200	<b>Yo</b>	0,004300
<b>X1</b>	0,000781	<b>X1</b>	0,000781	<b>X1</b>	0,000781
<b>Y1</b>	0,010300	<b>Y1</b>	0,006500	<b>Y1</b>	0,008700
<b>tR</b>	0,000599	<b>tR</b>	0,000599	<b>tR</b>	0,000599
<b>X (AB)</b>	0,007874	<b>X (AC)</b>	0,004961	<b>Y (AD;AE)</b>	0,006647

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,007874	0,45	0,01750
<b>AC</b>	0,004961	0,45	0,01102
<b>AD</b>	0,006647	0,45	0,01477
<b>AE</b>	0,006647	0,45	0,01477

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,141
<b>Xm (AC)</b>	0,089
<b>Ym (AD)</b>	0,119
<b>Ym (AE)</b>	0,119

**Calculo para 100 días de Tránsito**

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0599	<b>tR</b>	0,0599	<b>tR</b>	0,0599
<b>X (AB)</b>	0,8894	<b>X (AC)</b>	0,4964	<b>Y (AD;AE)</b>	0,6644

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,8894	0,45	1,976
<b>AC</b>	0,4964	0,45	1,103
<b>AD</b>	0,6644	0,45	1,476
<b>AE</b>	0,6644	0,45	1,476

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	15,97
<b>Xm (AC)</b>	8,91
<b>Ym (AD)</b>	11,93
<b>Ym (AE)</b>	11,93

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	1,0000	<b>Xo</b>	1,0000	<b>Xo</b>	1,0000
<b>Yo</b>	7,2121	<b>Yo</b>	1,4096	<b>Yo</b>	2,0646
<b>X1</b>	1,2000	<b>X1</b>	1,2000	<b>X1</b>	1,2000
<b>Y1</b>	8,2994	<b>Y1</b>	1,4184	<b>Y1</b>	2,0840
<b>tR</b>	1,0932	<b>tR</b>	1,0932	<b>tR</b>	1,0932
<b>X (AB)</b>	7,7189	<b>X (AC)</b>	1,4137	<b>Y (AD;AE)</b>	2,0736

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	7,719	0,45	17,153
<b>AC</b>	1,414	0,45	3,142
<b>AD</b>	2,074	0,45	4,608
<b>AE</b>	2,074	0,45	4,608

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	138,59
<b>Xm (AC)</b>	25,38
<b>Ym (AD)</b>	37,23
<b>Ym (AE)</b>	37,23

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	2,000	<b>Xo</b>	2,000	<b>Xo</b>	2,000
<b>Yo</b>	12,505	<b>Yo</b>	1,454	<b>Yo</b>	2,164
<b>X1</b>	2,500	<b>X1</b>	2,500	<b>X1</b>	2,500
<b>Y1</b>	15,025	<b>Y1</b>	1,476	<b>Y1</b>	2,214
<b>tR</b>	2,186	<b>tR</b>	2,186	<b>tR</b>	2,186
<b>X (AB)</b>	13,445	<b>X (AC)</b>	1,462	<b>Y (AD;AE)</b>	2,183

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	13,445	0,45	29,878
<b>AC</b>	1,462	0,45	3,249
<b>AD</b>	2,183	0,45	4,851
<b>AE</b>	2,183	0,45	4,851

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	241,40
<b>Xm (AC)</b>	26,25
<b>Ym (AD)</b>	39,19

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	39,19
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo San Antonio 2	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo San Antonio 2 Jacobs & Ticar		
Autor:	Félicé Sebastián Castillo Rojaspe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	33
Escala:	1:1000	Fuente:	EPMAPS AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo El Quinche (Wyssling)**

**Ubicación:** Barrio Urapamba - Estadio EMAUS

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Espesor saturado (b)	m	170,55
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,5·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,52

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>360,425</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	2264,619
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	1132,310
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,010

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
<b>1</b>	0,01
<b>100</b>	1,02
<b>1825</b>	18,67
<b>3650</b>	37,34

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
<b>1 día</b>	3	3
<b>100 días</b>	28	27
<b>5 años</b>	126	88
<b>10 años</b>	184	146





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:#d9ead3;"></span>	Muy bajo
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:#fff2cc;"></span>	Bajo
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:#fce4d6;"></span>	Mediano
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:#f4cccc;"></span>	Alto
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:#e74c3c;"></span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo El Quinche	
Tiempo	
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid yellow;"></span>	10 años
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid orange;"></span>	100 días
<span style="display:inline-block; width:20px; border-bottom:2px solid red;"></span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
			UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo El Quinche Wuyting		
Autor:	Felipe Sebastián Cantillo Roaño		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	36
Escala:	1:1000		
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	Fuente:	EPMAPS AGUA DE QUITO

**Pozo El Quinche (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Barrio Urapamba - Estadio EMAUS

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	3,6·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	312
Espesor saturado (b)	m	170,55
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,5·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000009
100	0,000903
1825	0,016489
3650	0,032977

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	113,23	
Y m	113,23	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006	<b>Xo</b>	0,000006
<b>Yo</b>	0,000075	<b>Yo</b>	0,000050	<b>Yo</b>	0,000063
<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012	<b>X1</b>	0,000012
<b>Y1</b>	0,000150	<b>Y1</b>	0,000100	<b>Y1</b>	0,000125
<b>tR</b>	0,000009	<b>tR</b>	0,000009	<b>tR</b>	0,000009
<b>X (AB)</b>	0,000111	<b>X (AC)</b>	0,000074	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000093

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000111	0,45	0,00025
<b>AC</b>	0,000074	0,45	0,00016
<b>AD</b>	0,000093	0,45	0,00021
<b>AE</b>	0,000093	0,45	0,00021

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,028
<b>Xm (AC)</b>	0,019
<b>Ym (AD)</b>	0,023
<b>Ym (AE)</b>	0,023

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0009	<b>tR</b>	0,0009	<b>tR</b>	0,0009
<b>X (AB)</b>	0,0119	<b>X (AC)</b>	0,0075	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0100

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0119	0,45	0,026
<b>AC</b>	0,0075	0,45	0,017
<b>AD</b>	0,0100	0,45	0,022
<b>AE</b>	0,0100	0,45	0,022

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,99
<b>Xm (AC)</b>	1,89
<b>Ym (AD)</b>	2,53
<b>Ym (AE)</b>	2,53

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0165	<b>tR</b>	0,0165	<b>tR</b>	0,0165
<b>X (AB)</b>	0,2164	<b>X (AC)</b>	0,1366	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1829

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,216	0,45	0,481
<b>AC</b>	0,137	0,45	0,304
<b>AD</b>	0,183	0,45	0,406
<b>AE</b>	0,183	0,45	0,406

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	54,44
<b>Xm (AC)</b>	34,38
<b>Ym (AD)</b>	46,01
<b>Ym (AE)</b>	46,01

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,025	<b>Xo</b>	0,025	<b>Xo</b>	0,025
<b>Yo</b>	0,328	<b>Yo</b>	0,207	<b>Yo</b>	0,277
<b>X1</b>	0,050	<b>X1</b>	0,050	<b>X1</b>	0,050
<b>Y1</b>	0,742	<b>Y1</b>	0,414	<b>Y1</b>	0,555
<b>tR</b>	0,033	<b>tR</b>	0,033	<b>tR</b>	0,033
<b>X (AB)</b>	0,460	<b>X (AC)</b>	0,273	<b>Y (AD;AE)</b>	0,366

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,460	0,45	1,023
<b>AC</b>	0,273	0,45	0,607
<b>AD</b>	0,366	0,45	0,813
<b>AE</b>	0,366	0,45	0,813

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

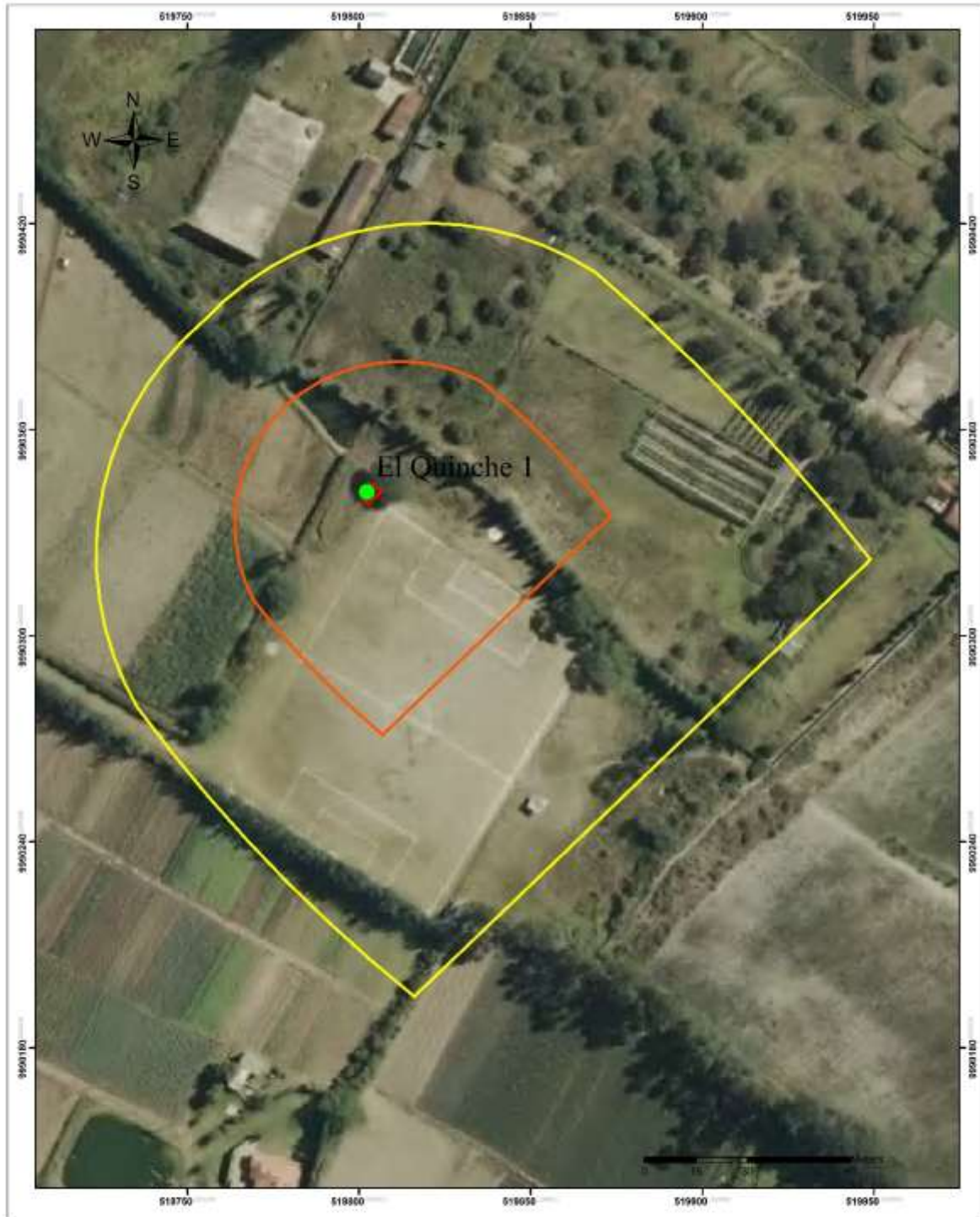
$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	115,82
<b>Xm (AC)</b>	68,75
<b>Ym (AD)</b>	92,04

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	92,04
---------------------------	-------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Mediano
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo El Quinche	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo El Quinche		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 35	
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	UMQ.110 WGS84		

**Pozo Tababela (Wyssling)**

**Ubicación:** Planta de Tratamiento de Tababela

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	2
	m <sup>3</sup> /día	172,8
Espesor saturado (b)	m	159,69
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,5·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,52

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	73,442
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	461,450
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	230,725
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,007

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,71
1825	13,05
3650	26,10

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	1	1
100 días	11	10
5 años	51	26
10 años	76	50



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Pozo Tababela (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Planta de Tratamiento de Tababela

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	2
	m <sup>3</sup> /día	172,8
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	3,4·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	292
Espesor saturado (b)	m	159,69
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,5·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000031
100	0,003099
1825	0,056551
3650	0,113101

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	23,07	
Y m	23,07	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024
<b>Yo</b>	0,000300	<b>Yo</b>	0,000200	<b>Yo</b>	0,000250
<b>X1</b>	0,000049	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,000600	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000031	<b>tR</b>	0,000031	<b>tR</b>	0,000031
<b>X (AB)</b>	0,000381	<b>X (AC)</b>	0,000254	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000326

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000381	0,45	0,00085
<b>AC</b>	0,000254	0,45	0,00056
<b>AD</b>	0,000326	0,45	0,00073
<b>AE</b>	0,000326	0,45	0,00073

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,020
<b>Xm (AC)</b>	0,013
<b>Ym (AD)</b>	0,017
<b>Ym (AE)</b>	0,017

**Calculo para 100 días de Tránsito**

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016	<b>Xo</b>	0,0016
<b>Yo</b>	0,0205	<b>Yo</b>	0,0129	<b>Yo</b>	0,0173
<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031	<b>X1</b>	0,0031
<b>Y1</b>	0,0410	<b>Y1</b>	0,0259	<b>Y1</b>	0,0347
<b>tR</b>	0,0031	<b>tR</b>	0,0031	<b>tR</b>	0,0031
<b>X (AB)</b>	0,0407	<b>X (AC)</b>	0,0257	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0344

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0407	0,45	0,090
<b>AC</b>	0,0257	0,45	0,057
<b>AD</b>	0,0344	0,45	0,076
<b>AE</b>	0,0344	0,45	0,076

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,08
<b>Xm (AC)</b>	1,32
<b>Ym (AD)</b>	1,76
<b>Ym (AE)</b>	1,76

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0566	<b>tR</b>	0,0566	<b>tR</b>	0,0566
<b>X (AB)</b>	0,8396	<b>X (AC)</b>	0,4686	<b>Y (AD;AE)</b>	0,6272

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,840	0,45	1,866
<b>AC</b>	0,469	0,45	1,041
<b>AD</b>	0,627	0,45	1,394
<b>AE</b>	0,627	0,45	1,394

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	43,05
<b>Xm (AC)</b>	24,02
<b>Ym (AD)</b>	32,16
<b>Ym (AE)</b>	32,16



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,113	<b>tR</b>	0,113	<b>tR</b>	0,113
<b>X (AB)</b>	1,586	<b>X (AC)</b>	0,863	<b>Y (AD;AE)</b>	1,155

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,586	0,45	3,525
<b>AC</b>	0,863	0,45	1,918
<b>AD</b>	1,155	0,45	2,566
<b>AE</b>	1,155	0,45	2,566

### Distancia Real en metros:

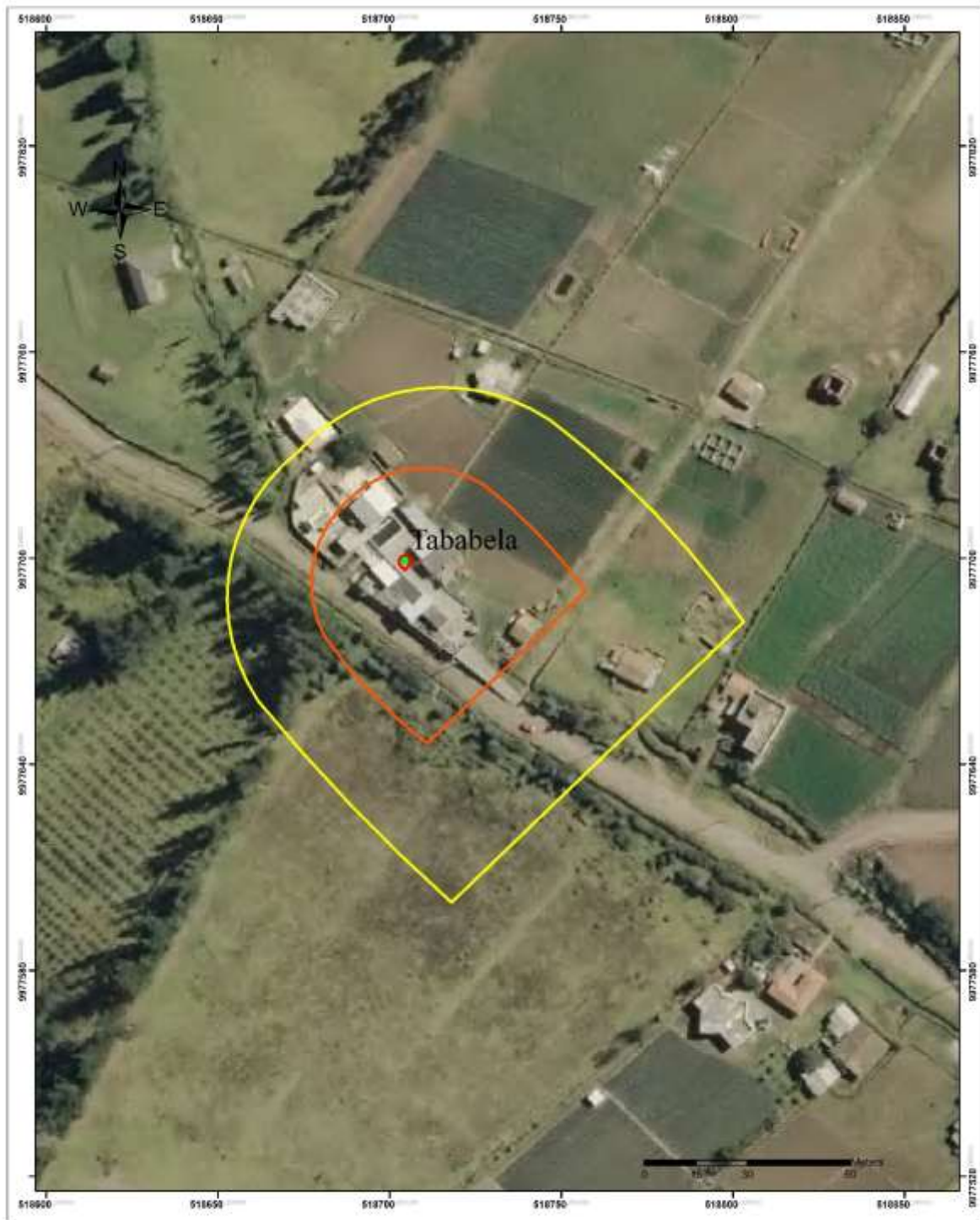
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	81,33
<b>Xm (AC)</b>	44,26
<b>Ym (AD)</b>	59,20

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	59,20
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="color: green;">■</span>	Muy bajo
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Bajo
<span style="color: yellow;">■</span>	Moderado
<span style="color: orange;">■</span>	Alto
<span style="color: red;">■</span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo Tababela	
Tiempo	
<span style="color: yellow;">—</span>	10 años
<span style="color: red;">—</span>	100 días
<span style="color: orange;">—</span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES			
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo Tababela Jacobs & Bear		
Autor:	Felipe Sebastián Cañillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	37
Escala:	1:1000		
Sistema de Referencia:	TMQJ11D WGS84		

**Pozo YT1 (Wyssling)**

**Ubicación:** La Tola de Yaruquí

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	10
	m <sup>3</sup> /día	864
Espesor saturado (b)	m	251,95
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,6 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,52

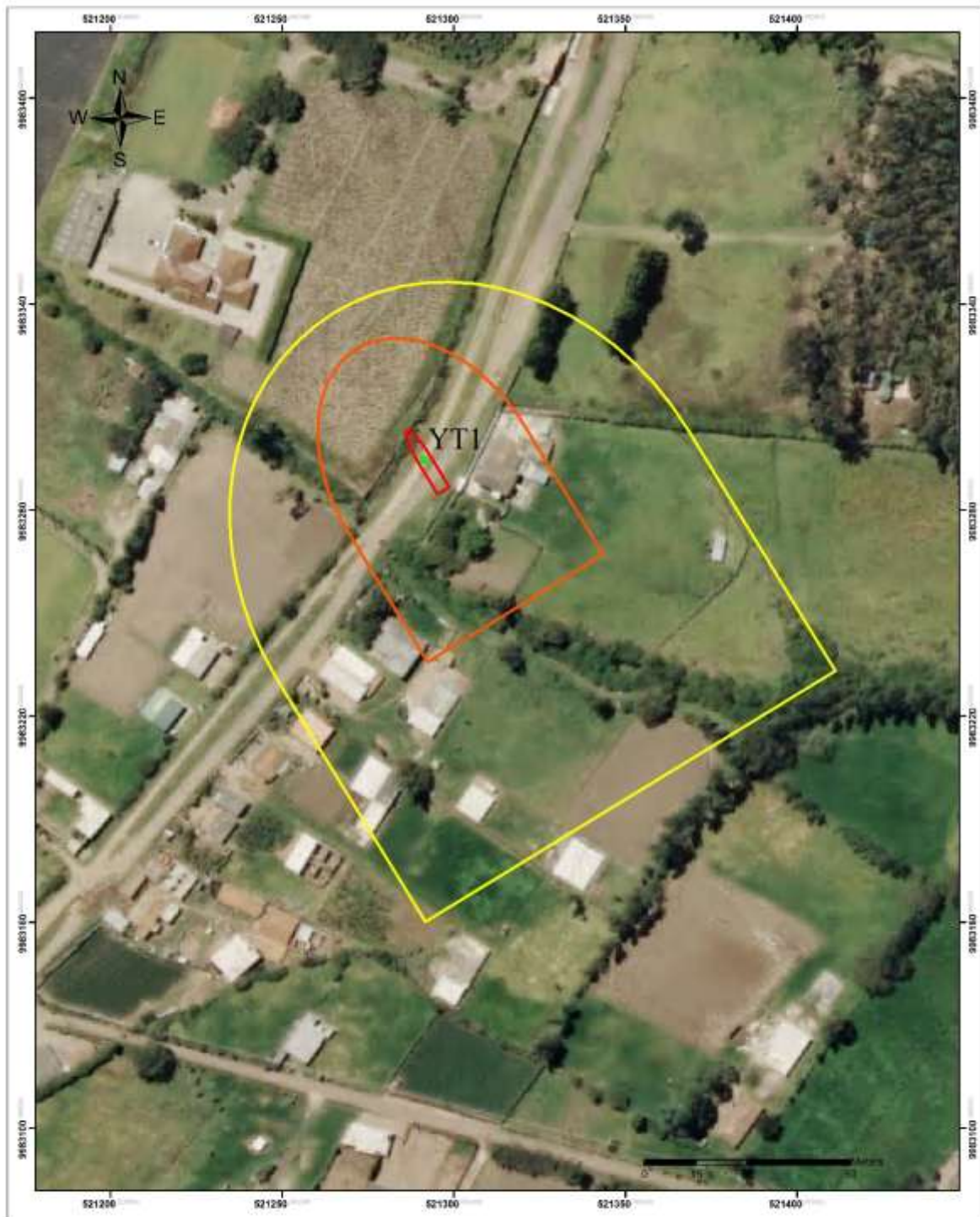
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	189,587
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1191,209
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	595,604
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,009

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,88
1825	16,02
3650	32,04

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	19	18
5 años	86	55
10 años	127	95



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



<p><b>Vulnerabilidad a la Contaminación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; margin-right: 5px;"></span> Muy bajo</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; margin-right: 5px;"></span> Bajo</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fce4d6; border: 1px solid #ccc; margin-right: 5px;"></span> Moderado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid #ccc; margin-right: 5px;"></span> Alto</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e74c3c; border: 1px solid #ccc; margin-right: 5px;"></span> Muy alto</li> </ul>	<p><b>Perímetros de Protección Pozo YTI</b></p> <p><b>Tiempo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 2px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> 10 años</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 2px solid orange; margin-right: 5px;"></span> 100 días</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 2px solid red; margin-right: 5px;"></span> 5 años</li> </ul>	<p>DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO</p> <p><b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b> SER MEJORES</p> <p>Nombre del Mapa: Perímetros de Protección Pozo YTI Wyndag          Autor: Felipe Sebastián Castillo Becerra          Fecha: Junio 2017    Mapa N° 41          Escala: 1:3000          Sistema de Referencia: TMQUTTO WGS84    Fuente: EPMAPS AGUA DE QUITO</p>
--	---	---

**Pozo YT1 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** La Tola de Yaruquí

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	10
	m <sup>3</sup> /día	864
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,3·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	461
Espesor saturado (b)	m	251,95
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,6·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000015
100	0,001474
1825	0,026893
3650	0,053786

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	59,56	
Y m	59,56	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000015	<b>tR</b>	0,000015	<b>tR</b>	0,000015
<b>X (AB)</b>	0,000181	<b>X (AC)</b>	0,000121	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000151

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000181	0,45	0,00040
<b>AC</b>	0,000121	0,45	0,00027
<b>AD</b>	0,000151	0,45	0,00034
<b>AE</b>	0,000151	0,45	0,00034

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,024
<b>Xm (AC)</b>	0,016
<b>Ym (AD)</b>	0,020
<b>Ym (AE)</b>	0,020



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0015	<b>tR</b>	0,0015	<b>tR</b>	0,0015
<b>X (AB)</b>	0,0193	<b>X (AC)</b>	0,0122	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0163

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0193	0,45	0,043
<b>AC</b>	0,0122	0,45	0,027
<b>AD</b>	0,0163	0,45	0,036
<b>AE</b>	0,0163	0,45	0,036

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,56
<b>Xm (AC)</b>	1,61
<b>Ym (AD)</b>	2,16
<b>Ym (AE)</b>	2,16

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0269	<b>tR</b>	0,0269	<b>tR</b>	0,0269
<b>X (AB)</b>	0,3595	<b>X (AC)</b>	0,2228	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2983

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,359	0,45	0,799
<b>AC</b>	0,223	0,45	0,495
<b>AD</b>	0,298	0,45	0,663
<b>AE</b>	0,298	0,45	0,663

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	47,58
<b>Xm (AC)</b>	29,49
<b>Ym (AD)</b>	39,48
<b>Ym (AE)</b>	39,48

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050	<b>Xo</b>	0,050
<b>Yo</b>	0,742	<b>Yo</b>	0,414	<b>Yo</b>	0,555
<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100	<b>X1</b>	0,100
<b>Y1</b>	1,485	<b>Y1</b>	0,829	<b>Y1</b>	1,109
<b>tR</b>	0,054	<b>tR</b>	0,054	<b>tR</b>	0,054
<b>X (AB)</b>	0,799	<b>X (AC)</b>	0,446	<b>Y (AD;AE)</b>	0,597

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,799	0,45	1,775
<b>AC</b>	0,446	0,45	0,990
<b>AD</b>	0,597	0,45	1,326
<b>AE</b>	0,597	0,45	1,326

### Distancia Real en metros:

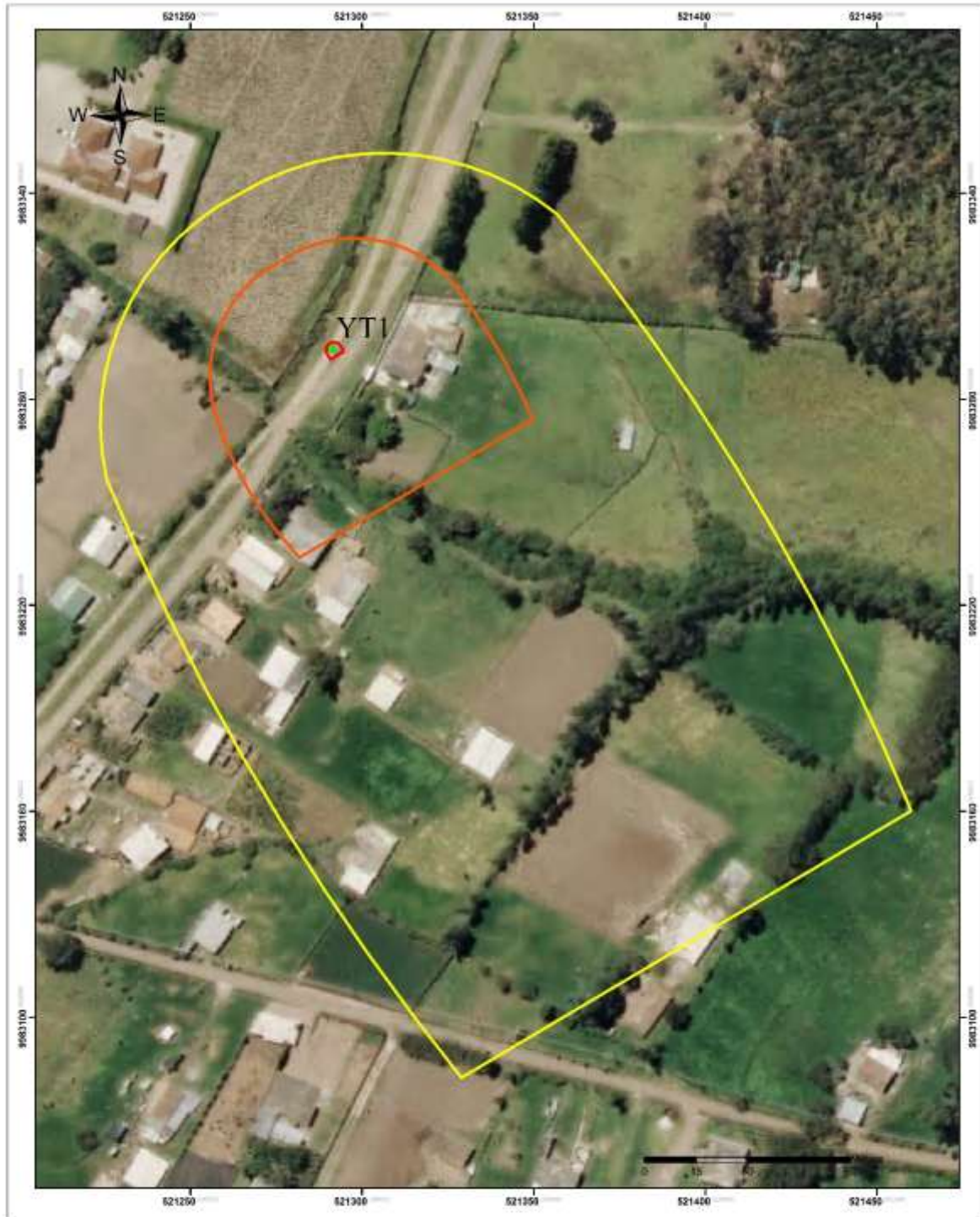
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	105,70
<b>Xm (AC)</b>	58,99
<b>Ym (AD)</b>	78,96

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	78,96
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo YTI	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			 UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo YTI Jacobs & Roca		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	40
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	1NQC.11U WGS84		

**Pozo Pifo 1 (Wyssling)**

**Ubicación:** Estadio Calluma, Pifo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	1,04
	m <sup>3</sup> /día	89,86
Espesor saturado (b)	m	246,58
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,3 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,52

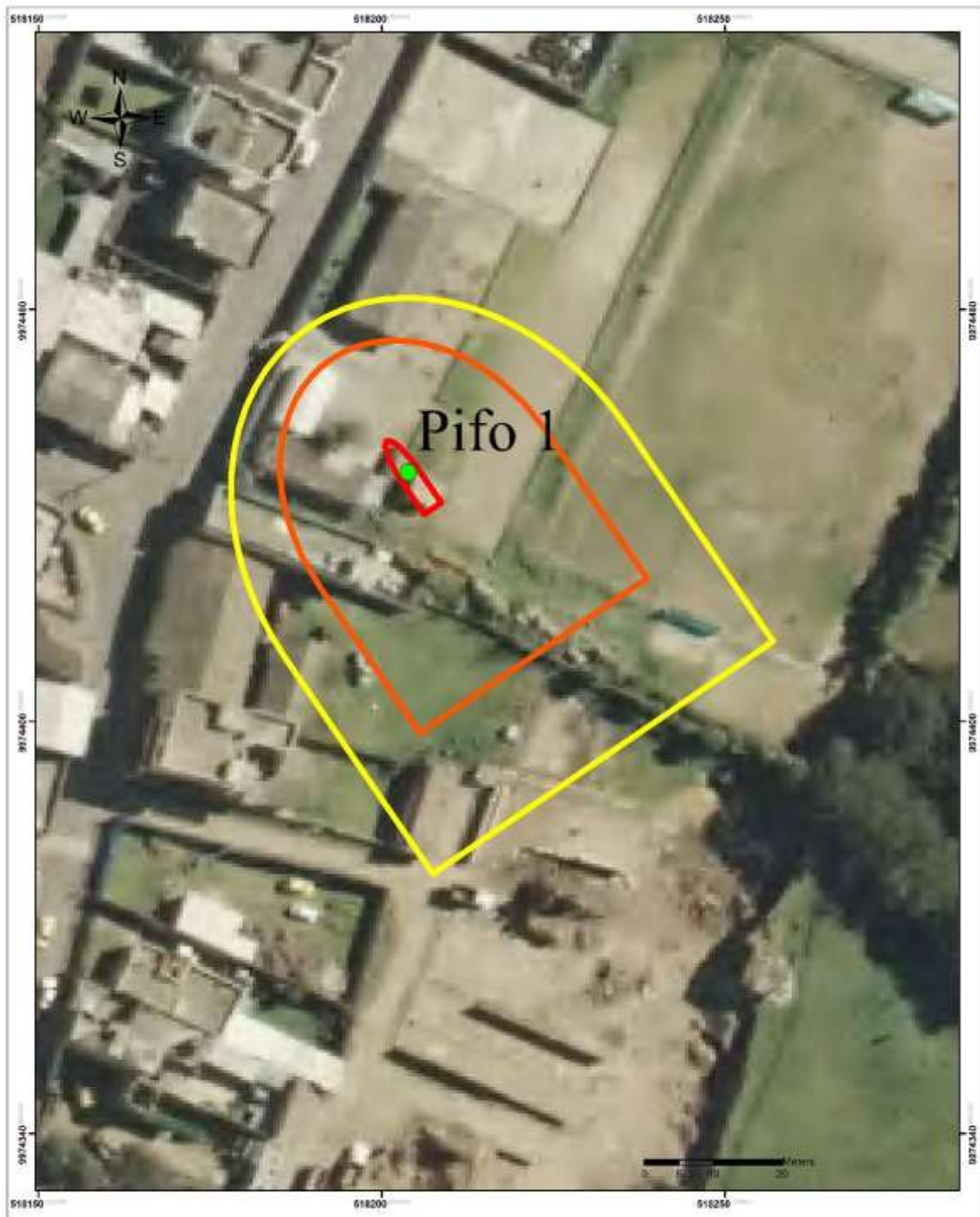
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	26,312
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	165,321
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	82,661
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,007

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,67
1825	12,26
3650	24,53

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	1	1
100 días	6	6
5 años	32	12
10 años	50	26



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Vulnerabilidad a la Contaminación**

	Muy bajo
	Bajo
	Moderado
	Alto
	Muy alto

**Perímetros de Protección Pozo Pifo**

**Tiempo**

	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo Pifo Wyszlag	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Becerra	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°: 43
Escala:	1:500	Fuente:
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	



**Pozo Pifo 1 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Estadio Calluma, Pifo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	1,04
	m <sup>3</sup> /día	89,86
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,2·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	451
Espesor saturado (b)	m	246,58
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,3·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000081
100	0,008130
1825	0,148371
3650	0,296743

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	8,27	
Y m	8,27	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000081	<b>tR</b>	0,000081	<b>tR</b>	0,000081
<b>X (AB)</b>	0,001066	<b>X (AC)</b>	0,000666	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000899

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,001066	0,45	0,00237
<b>AC</b>	0,000666	0,45	0,00148
<b>AD</b>	0,000899	0,45	0,00200
<b>AE</b>	0,000899	0,45	0,00200

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,020
<b>Xm (AC)</b>	0,012
<b>Ym (AD)</b>	0,017
<b>Ym (AE)</b>	0,017

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063
<b>Yo</b>	0,0820	<b>Yo</b>	0,0518	<b>Yo</b>	0,0693
<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125
<b>Y1</b>	0,1640	<b>Y1</b>	0,1036	<b>Y1</b>	0,1386
<b>tR</b>	0,0081	<b>tR</b>	0,0081	<b>tR</b>	0,0081
<b>X (AB)</b>	0,1067	<b>X (AC)</b>	0,0674	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0901

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,1067	0,45	0,237
<b>AC</b>	0,0674	0,45	0,150
<b>AD</b>	0,0901	0,45	0,200
<b>AE</b>	0,0901	0,45	0,200

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	1,96
<b>Xm (AC)</b>	1,24
<b>Ym (AD)</b>	1,66
<b>Ym (AE)</b>	1,66

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1484	<b>tR</b>	0,1484	<b>tR</b>	0,1484
<b>X (AB)</b>	1,8600	<b>X (AC)</b>	0,9567	<b>Y (AD;AE)</b>	1,2773

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,860	0,45	4,133
<b>AC</b>	0,957	0,45	2,126
<b>AD</b>	1,277	0,45	2,838
<b>AE</b>	1,277	0,45	2,838

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	34,17
<b>Xm (AC)</b>	17,57
<b>Ym (AD)</b>	23,46
<b>Ym (AE)</b>	23,46

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,300	<b>Xo</b>	0,300	<b>Xo</b>	0,300
<b>Yo</b>	3,012	<b>Yo</b>	1,238	<b>Yo</b>	1,727
<b>X1</b>	0,400	<b>X1</b>	0,400	<b>X1</b>	0,400
<b>Y1</b>	3,639	<b>Y1</b>	1,320	<b>Y1</b>	1,865
<b>tR</b>	0,297	<b>tR</b>	0,297	<b>tR</b>	0,297
<b>X (AB)</b>	2,991	<b>X (AC)</b>	1,235	<b>Y (AD;AE)</b>	1,723

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,991	0,45	6,647
<b>AC</b>	1,235	0,45	2,744
<b>AD</b>	1,723	0,45	3,828
<b>AE</b>	1,723	0,45	3,828

### Distancia Real en metros:

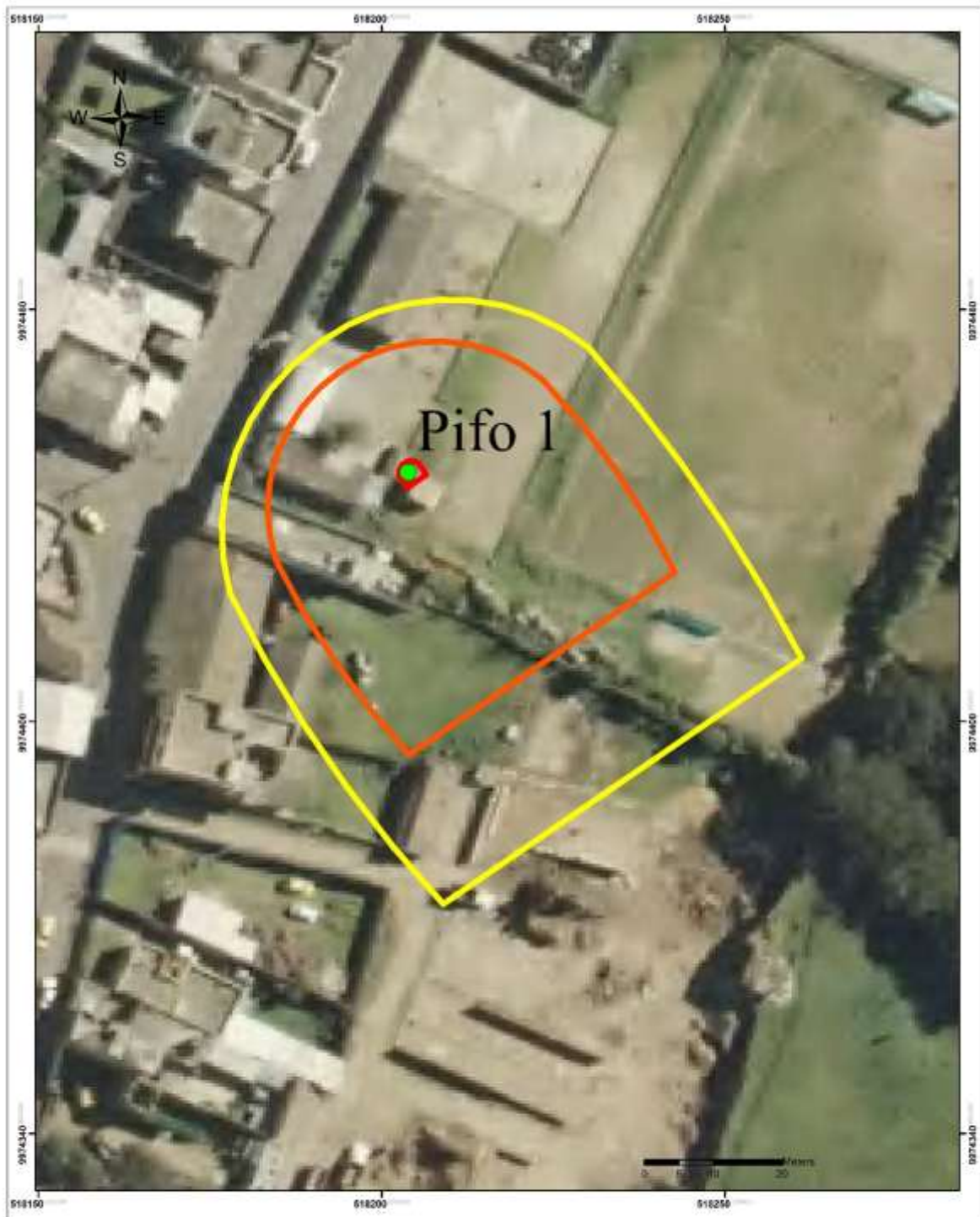
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	54,94
<b>Xm (AC)</b>	22,68
<b>Ym (AD)</b>	31,64

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	31,64
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Vulnerabilidad a la Contaminación	
<span style="color: green;">■</span>	Muy bajo
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Bajo
<span style="color: yellow;">■</span>	Moderado
<span style="color: orange;">■</span>	Alto
<span style="color: red;">■</span>	Muy alto

Perímetros de Protección Pozo Pifo	
Tiempo	
<span style="color: yellow;">—</span>	10 años
<span style="color: red;">—</span>	100 días
<span style="color: orange;">—</span>	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
SER MEJORES

Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Pifo Jacobs & Buzzi		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Rosique		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	42
Escala:	1:500	Fuente:	<b>EPMAPS</b> AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo Puenbo (Wyssling)**

**Ubicación:** Puenbo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	8
	m <sup>3</sup> /día	691,2
Espesor saturado (b)	m	185,74
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	0,52

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	225,871
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1419,188
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	709,594
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,008

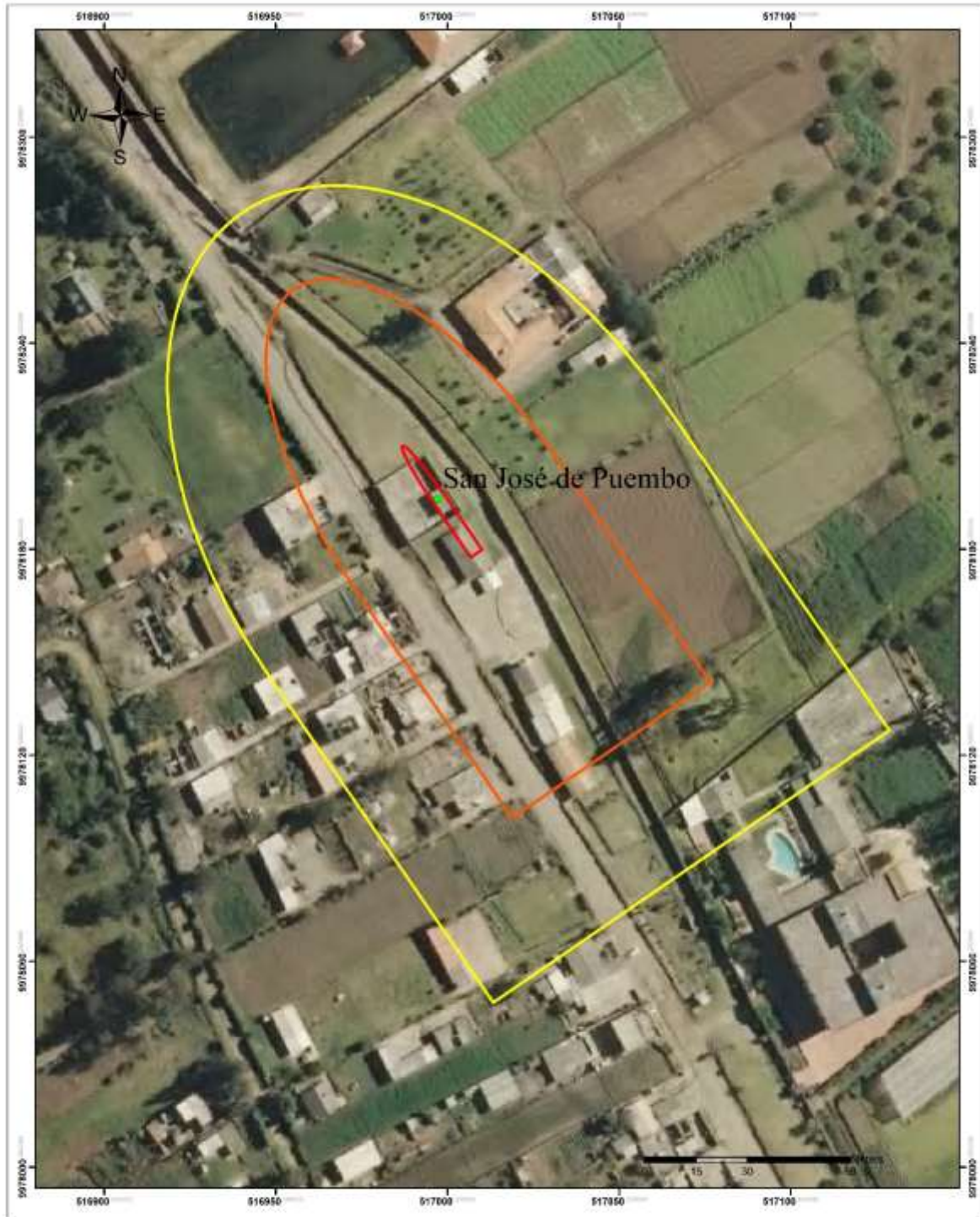
Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,01
100	0,80
1825	14,59
3650	29,18




Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	19	19
5 años	89	59
10 años	139	101





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Puembo	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
			 <b>SEK</b> SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Puembo Wuyling		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	44
Escala:	1:3000	Fuente:	 EPMAPS AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo Puenbo (Jacobs & Bear)**

Ubicación: Puenbo

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	8
	m <sup>3</sup> /día	691,2
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	3,9·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	340
Espesor saturado (b)	m	185,74
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	5,1·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000011
100	0,001127
1825	0,020561
3650	0,041121

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	70,96	
Y m	70,96	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012	<b>Xo</b>	0,000012
<b>Yo</b>	0,000150	<b>Yo</b>	0,000100	<b>Yo</b>	0,000125
<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024	<b>X1</b>	0,000024
<b>Y1</b>	0,000300	<b>Y1</b>	0,000200	<b>Y1</b>	0,000250
<b>tR</b>	0,000011	<b>tR</b>	0,000011	<b>tR</b>	0,000011
<b>X (AB)</b>	0,000138	<b>X (AC)</b>	0,000092	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000115

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000138	0,45	0,00031
<b>AC</b>	0,000092	0,45	0,00021
<b>AD</b>	0,000115	0,45	0,00026
<b>AE</b>	0,000115	0,45	0,00026

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,022
<b>Xm (AC)</b>	0,015
<b>Ym (AD)</b>	0,018
<b>Ym (AE)</b>	0,018

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008	<b>Xo</b>	0,0008
<b>Yo</b>	0,0103	<b>Yo</b>	0,0065	<b>Yo</b>	0,0087
<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016	<b>X1</b>	0,0016
<b>Y1</b>	0,0205	<b>Y1</b>	0,0129	<b>Y1</b>	0,0173
<b>tR</b>	0,0011	<b>tR</b>	0,0011	<b>tR</b>	0,0011
<b>X (AB)</b>	0,0148	<b>X (AC)</b>	0,0093	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0125

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0148	0,45	0,033
<b>AC</b>	0,0093	0,45	0,021
<b>AD</b>	0,0125	0,45	0,028
<b>AE</b>	0,0125	0,45	0,028

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	2,34
<b>Xm (AC)</b>	1,47
<b>Ym (AD)</b>	1,97
<b>Ym (AE)</b>	1,97

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125	<b>Xo</b>	0,0125
<b>Yo</b>	0,1640	<b>Yo</b>	0,1036	<b>Yo</b>	0,1386
<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250	<b>X1</b>	0,0250
<b>Y1</b>	0,3281	<b>Y1</b>	0,2071	<b>Y1</b>	0,2773
<b>tR</b>	0,0206	<b>tR</b>	0,0206	<b>tR</b>	0,0206
<b>X (AB)</b>	0,2698	<b>X (AC)</b>	0,1703	<b>Y (AD;AE)</b>	0,2280

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,270	0,45	0,600
<b>AC</b>	0,170	0,45	0,379
<b>AD</b>	0,228	0,45	0,507
<b>AE</b>	0,228	0,45	0,507

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	42,55
<b>Xm (AC)</b>	26,86
<b>Ym (AD)</b>	35,96
<b>Ym (AE)</b>	35,96

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,025	<b>Xo</b>	0,025	<b>Xo</b>	0,025
<b>Yo</b>	0,328	<b>Yo</b>	0,207	<b>Yo</b>	0,277
<b>X1</b>	0,050	<b>X1</b>	0,050	<b>X1</b>	0,050
<b>Y1</b>	0,742	<b>Y1</b>	0,414	<b>Y1</b>	0,555
<b>tR</b>	0,041	<b>tR</b>	0,041	<b>tR</b>	0,041
<b>X (AB)</b>	0,595	<b>X (AC)</b>	0,341	<b>Y (AD;AE)</b>	0,456

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,595	0,45	1,323
<b>AC</b>	0,341	0,45	0,757
<b>AD</b>	0,456	0,45	1,014
<b>AE</b>	0,456	0,45	1,014

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

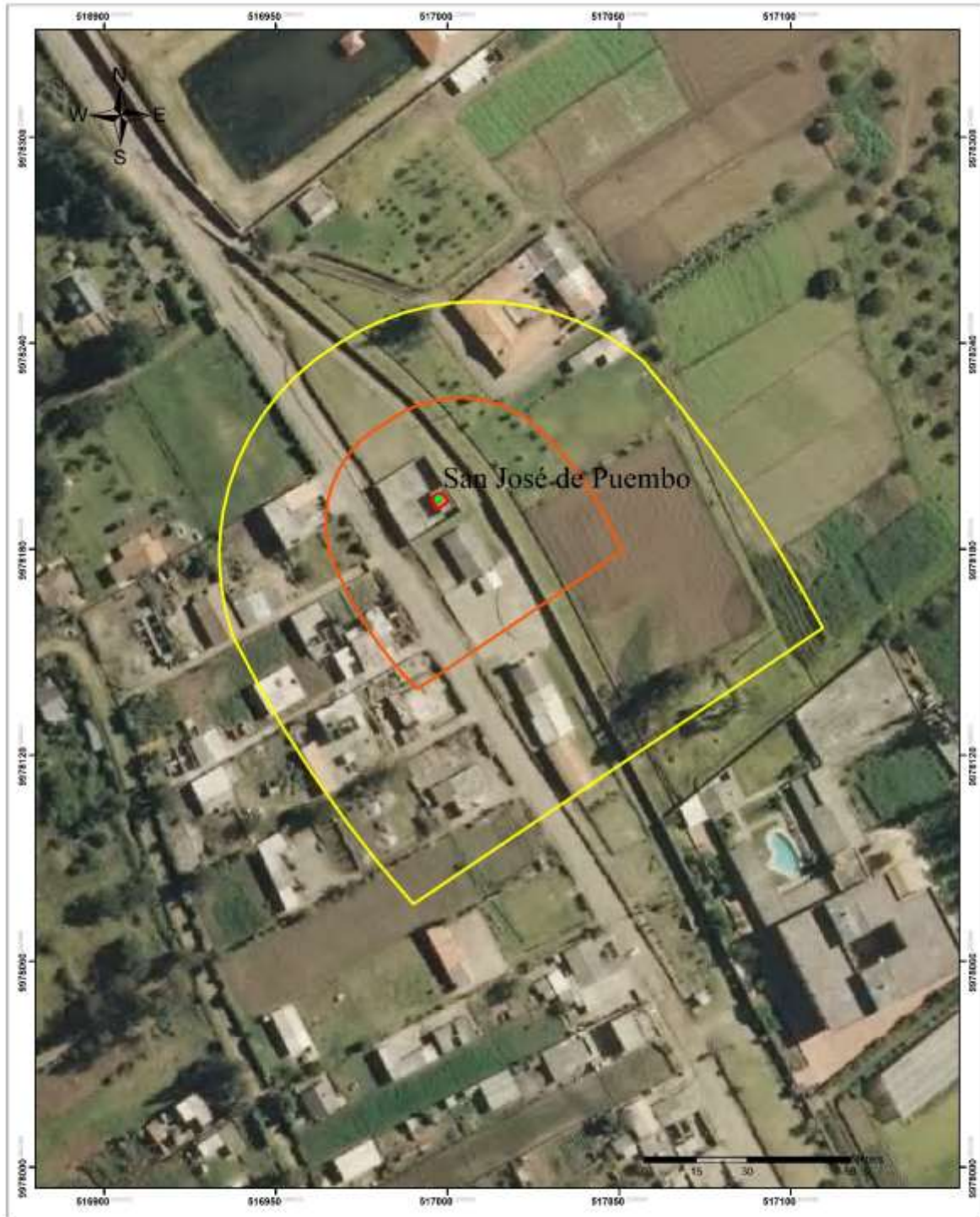
$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	93,87
<b>Xm (AC)</b>	53,73
<b>Ym (AD)</b>	71,92

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	71,92
---------------------------	-------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Puembo	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
			
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL	SER MEJORES		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Puembo Jacobs & River		
Autor:	Felipe Sebastián Carrillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	43
Escala:	1:3000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQJULID WGS84		

**Pozo La Primavera (Wyssling)**

**Ubicación:** Urb. La Primavera, Cumbayá

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Espesor saturado (b)	m	269,32
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	9,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	46,748
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	293,723
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	146,862
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,050

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,05
100	4,99
1825	91,16
3650	182,31

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	24	19
5 años	149	57
10 años	250	68



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo La Primavera	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo La Primavera Wuyting		
Autor:	Felipe Sebastián Carrillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	46
Escala:	1:2000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TM2011D WGS84		

**PozoLa Primavera (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Urb. La Primavera, Cumbayá

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m3/día	1296
Transmisividad (T)	m2/s	$5,7 \cdot 10^{-3}$
	m2/día	493
Espesor saturado (b)	m	269,32
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	$9,0 \cdot 10^{-3}$
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000340
100	0,034011
1825	0,620695
3650	1,241391

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	14,69	
Y m	14,69	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195	<b>Xo</b>	0,000195
<b>Yo</b>	0,002600	<b>Yo</b>	0,001600	<b>Yo</b>	0,002200
<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391	<b>X1</b>	0,000391
<b>Y1</b>	0,005100	<b>Y1</b>	0,003200	<b>Y1</b>	0,004300
<b>tR</b>	0,000340	<b>tR</b>	0,000340	<b>tR</b>	0,000340
<b>X (AB)</b>	0,004453	<b>X (AC)</b>	0,002786	<b>Y (AD;AE)</b>	0,003757

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,004453	0,45	0,00990
<b>AC</b>	0,002786	0,45	0,00619
<b>AD</b>	0,003757	0,45	0,00835
<b>AE</b>	0,003757	0,45	0,00835

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,145
<b>Xm (AC)</b>	0,091
<b>Ym (AD)</b>	0,123
<b>Ym (AE)</b>	0,123

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250	<b>Xo</b>	0,0250
<b>Yo</b>	0,3281	<b>Yo</b>	0,2071	<b>Yo</b>	0,2773
<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500	<b>X1</b>	0,0500
<b>Y1</b>	0,7424	<b>Y1</b>	0,4143	<b>Y1</b>	0,5546
<b>tR</b>	0,0340	<b>tR</b>	0,0340	<b>tR</b>	0,0340
<b>X (AB)</b>	0,4774	<b>X (AC)</b>	0,2818	<b>Y (AD;AE)</b>	0,3772

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,4774	0,45	1,061
<b>AC</b>	0,2818	0,45	0,626
<b>AD</b>	0,3772	0,45	0,838
<b>AE</b>	0,3772	0,45	0,838

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	15,58
<b>Xm (AC)</b>	9,20
<b>Ym (AD)</b>	12,31
<b>Ym (AE)</b>	12,31

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,6000	<b>Xo</b>	0,6000	<b>Xo</b>	0,6000
<b>Yo</b>	5,0235	<b>Yo</b>	1,3992	<b>Yo</b>	2,0240
<b>X1</b>	0,7000	<b>X1</b>	0,7000	<b>X1</b>	0,7000
<b>Y1</b>	5,5388	<b>Y1</b>	1,3963	<b>Y1</b>	2,0341
<b>tR</b>	0,6207	<b>tR</b>	0,6207	<b>tR</b>	0,6207
<b>X (AB)</b>	5,1301	<b>X (AC)</b>	1,3986	<b>Y (AD;AE)</b>	2,0261

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	5,130	0,45	11,400
<b>AC</b>	1,399	0,45	3,108
<b>AD</b>	2,026	0,45	4,502
<b>AE</b>	2,026	0,45	4,502

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	167,43
<b>Xm (AC)</b>	45,64
<b>Ym (AD)</b>	66,12
<b>Ym (AE)</b>	66,12



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	1,000	<b>Xo</b>	1,000	<b>Xo</b>	1,000
<b>Yo</b>	7,212	<b>Yo</b>	1,410	<b>Yo</b>	2,065
<b>X1</b>	1,500	<b>X1</b>	1,500	<b>X1</b>	1,500
<b>Y1</b>	9,859	<b>Y1</b>	1,432	<b>Y1</b>	2,114
<b>tR</b>	1,241	<b>tR</b>	1,241	<b>tR</b>	1,241
<b>X (AB)</b>	8,490	<b>X (AC)</b>	1,420	<b>Y (AD;AE)</b>	2,088

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	8,490	0,45	18,867
<b>AC</b>	1,420	0,45	3,156
<b>AD</b>	2,088	0,45	4,641
<b>AE</b>	2,088	0,45	4,641

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$




$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	277,08
<b>Xm (AC)</b>	46,35
<b>Ym (AD)</b>	68,16

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	68,16
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Primavera	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo La Primavera Jacobo & Diaz	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Icaipa	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 45
Escala:	1:2000	Fuente: EPMAPS
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84	AGUA DE QUITO

**Pozo Rumihuayco 1 (Wyssling)**

**Ubicación:** Carchi y Cipreses, escuela Aurelio Chiriboga, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	50
	m <sup>3</sup> /día	4320
Espesor saturado (b)	m	265,03
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,0 · 10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

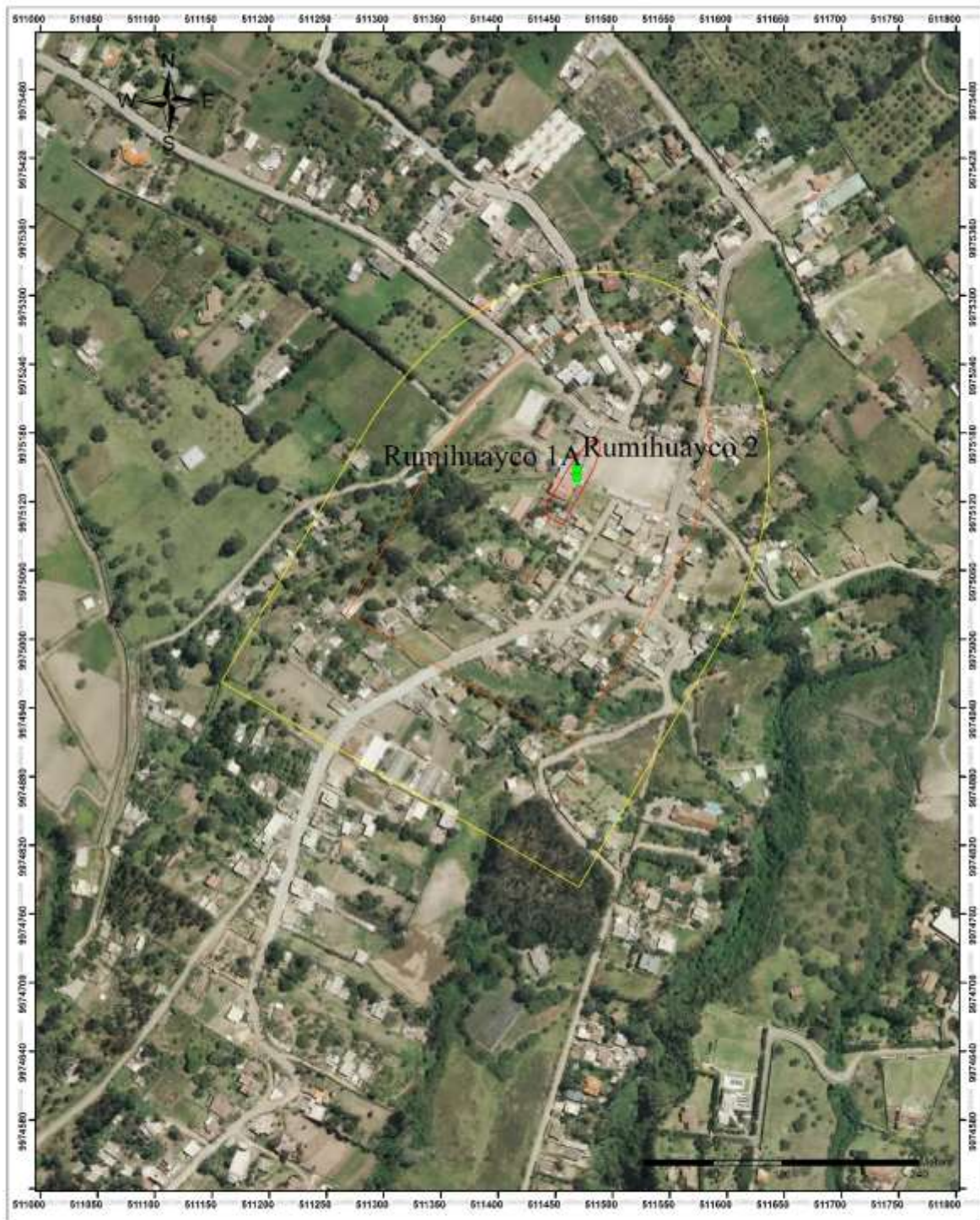
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	235,849
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1481,881
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	740,940
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,034




Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	3,35
1825	61,20
3650	122,40

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	4	4
100 días	41	38
5 años	203	142
10 años	309	187



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 1	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Rumihuayco 1 Wyszkiy		
Autor:	Telpe Sebastián Castillo Rosipe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	48
Escala:	1:2500	Fuente:	
Sistema de Referencia:	IMQUILTO WGS84		

**Pozo Rumihuayco 1 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Carchi y Cipreses, escuela Aurelio Chiriboga, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	50
	m <sup>3</sup> /día	4320
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,6·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	485
Espesor saturado (b)	m	265,03
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000045
100	0,004526
1825	0,082600
3650	0,165200

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	74,09	
Y m	74,09	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024
<b>Yo</b>	0,000300	<b>Yo</b>	0,000200	<b>Yo</b>	0,000250
<b>X1</b>	0,000049	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,000600	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000045	<b>tR</b>	0,000045	<b>tR</b>	0,000045
<b>X (AB)</b>	0,000556	<b>X (AC)</b>	0,000371	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000492

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000556	0,45	0,00124
<b>AC</b>	0,000371	0,45	0,00082
<b>AD</b>	0,000492	0,45	0,00109
<b>AE</b>	0,000492	0,45	0,00109

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,092
<b>Xm (AC)</b>	0,061
<b>Ym (AD)</b>	0,081
<b>Ym (AE)</b>	0,081



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0045	<b>tR</b>	0,0045	<b>tR</b>	0,0045
<b>X (AB)</b>	0,0594	<b>X (AC)</b>	0,0375	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0502

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0594	0,45	0,132
<b>AC</b>	0,0375	0,45	0,083
<b>AD</b>	0,0502	0,45	0,112
<b>AE</b>	0,0502	0,45	0,112

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	9,78
<b>Xm (AC)</b>	6,18
<b>Ym (AD)</b>	8,27
<b>Ym (AE)</b>	8,27

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0826	<b>tR</b>	0,0826	<b>tR</b>	0,0826
<b>X (AB)</b>	1,2264	<b>X (AC)</b>	0,6844	<b>Y (AD;AE)</b>	0,9161

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,226	0,45	2,725
<b>AC</b>	0,684	0,45	1,521
<b>AD</b>	0,916	0,45	2,036
<b>AE</b>	0,916	0,45	2,036

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	201,93
<b>Xm (AC)</b>	112,69
<b>Ym (AD)</b>	150,84
<b>Ym (AE)</b>	150,84

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,165	<b>tR</b>	0,165	<b>tR</b>	0,165
<b>X (AB)</b>	1,991	<b>X (AC)</b>	1,001	<b>Y (AD;AE)</b>	1,336

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,991	0,45	4,423
<b>AC</b>	1,001	0,45	2,225
<b>AD</b>	1,336	0,45	2,968
<b>AE</b>	1,336	0,45	2,968

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$




$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	327,75
<b>Xm (AC)</b>	164,87
<b>Ym (AD)</b>	219,94

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	219,94
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 1	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Rumihuayco 1		
Autor:	Folke Sebastián Castillo Benítez		
Fecha:	Juño 2017	Mapa N°	47
Escala:	1:2500	Fonte:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WGS84		

**Pozo Rumihuayco 2 (Wyssling)**

**Ubicación:** Carchi y Cipreses, escuela Aurelio Chiriboga, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Espesor saturado (b)	m	262,31
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,6·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

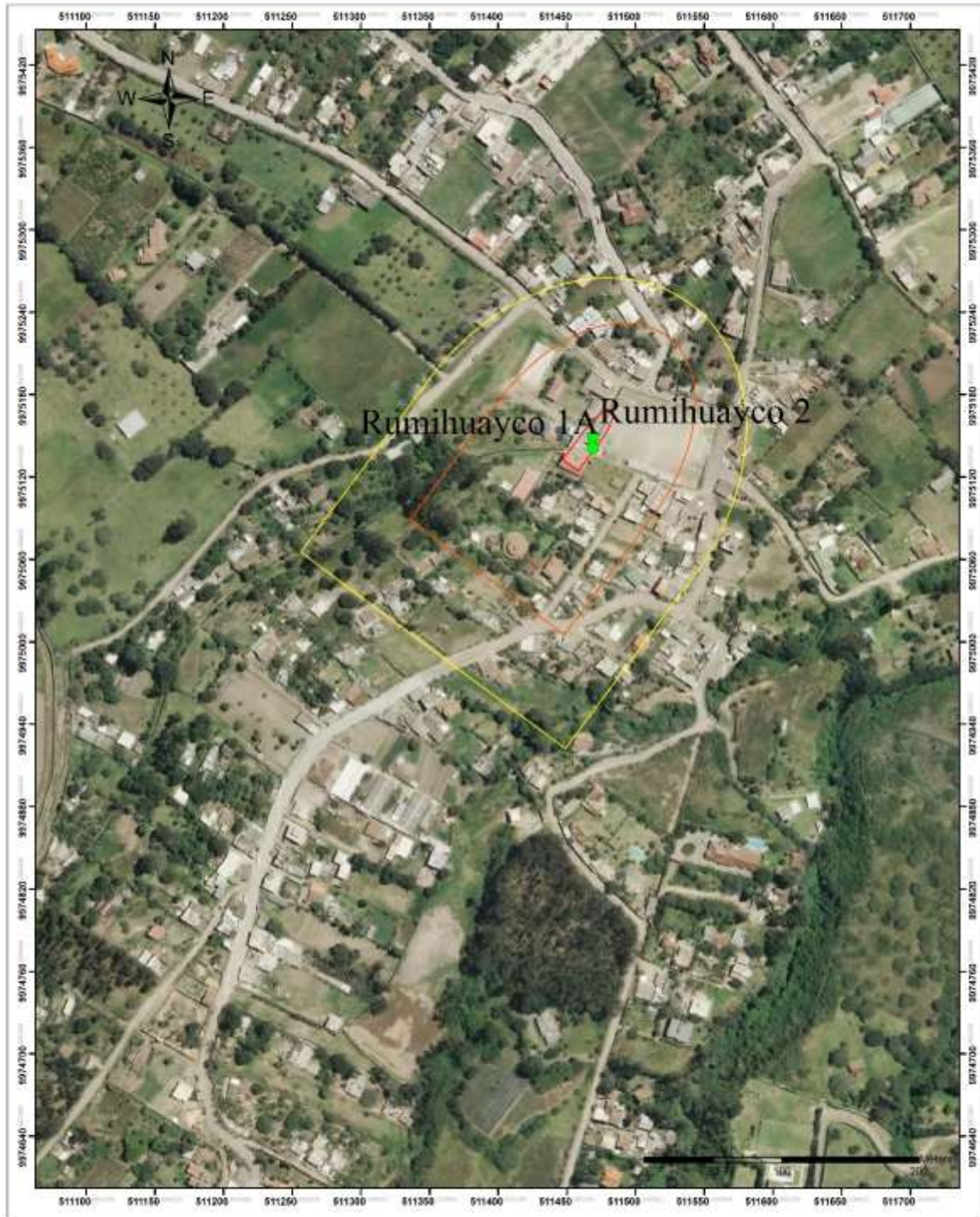
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	157,997
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	992,726
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	496,363
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,020

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,02
100	2,02
1825	36,92
3650	73,84

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	3	3
100 días	26	24
5 años	128	91
10 años	194	120



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 2	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		 <b>SEK</b> SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 2 Wyszkiag	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 50
Escala:	1:2500	Proyecto:
Sistema de Referencia:	IMQJL110 WGS84	 EPMAPS AGUA DE QUITO



**Pozo Rumihuayco 2 (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Carchi y Cipreses, escuela Aurelio Chiriboga, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,6·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	480
Espesor saturado (b)	m	262,31
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,6·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000041
100	0,004076
1825	0,074386
3650	0,148771

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	49,64	
Y m	49,64	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024	<b>Xo</b>	0,000024
<b>Yo</b>	0,000300	<b>Yo</b>	0,000200	<b>Yo</b>	0,000250
<b>X1</b>	0,000049	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,000600	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000041	<b>tR</b>	0,000041	<b>tR</b>	0,000041
<b>X (AB)</b>	0,000501	<b>X (AC)</b>	0,000334	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000440

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000501	0,45	0,00111
<b>AC</b>	0,000334	0,45	0,00074
<b>AD</b>	0,000440	0,45	0,00098
<b>AE</b>	0,000440	0,45	0,00098

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,055
<b>Xm (AC)</b>	0,037
<b>Ym (AD)</b>	0,048
<b>Ym (AE)</b>	0,048

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0041	<b>tR</b>	0,0041	<b>tR</b>	0,0041
<b>X (AB)</b>	0,0535	<b>X (AC)</b>	0,0338	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0452

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0535	0,45	0,119
<b>AC</b>	0,0338	0,45	0,075
<b>AD</b>	0,0452	0,45	0,101
<b>AE</b>	0,0452	0,45	0,101

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	5,90
<b>Xm (AC)</b>	3,73
<b>Ym (AD)</b>	4,99
<b>Ym (AE)</b>	4,99

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0744	<b>tR</b>	0,0744	<b>tR</b>	0,0744
<b>X (AB)</b>	1,1044	<b>X (AC)</b>	0,6164	<b>Y (AD;AE)</b>	0,8250

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,104	0,45	2,454
<b>AC</b>	0,616	0,45	1,370
<b>AD</b>	0,825	0,45	1,833
<b>AE</b>	0,825	0,45	1,833

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	121,82
<b>Xm (AC)</b>	67,99
<b>Ym (AD)</b>	91,00
<b>Ym (AE)</b>	91,00

**Calculo para 10 años de Tránsito**

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,149	<b>tR</b>	0,149	<b>tR</b>	0,149
<b>X (AB)</b>	1,863	<b>X (AC)</b>	0,958	<b>Y (AD;AE)</b>	1,279

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,863	0,45	4,140
<b>AC</b>	0,958	0,45	2,128
<b>AD</b>	1,279	0,45	2,842
<b>AE</b>	1,279	0,45	2,842

**Distancia Real en metros:**

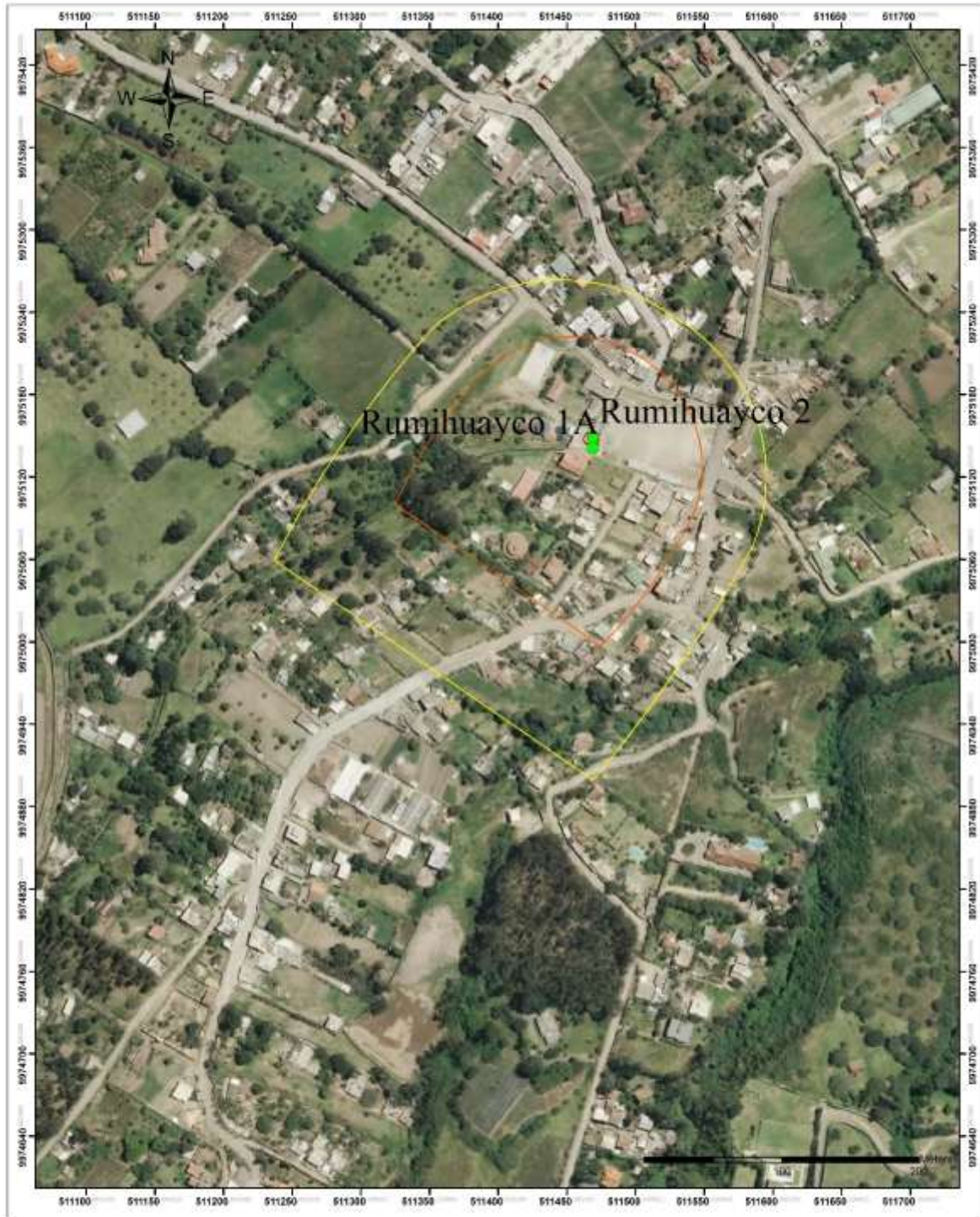
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	205,50
<b>Xm (AC)</b>	105,65
<b>Ym (AD)</b>	141,04

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	141,04
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 2	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo Rumihuayco 2 Jacobs & Rose	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe	
Fecha:	Juno 2017	Mapa N° 40
Escala:	1:2500	Proyecto: EPMAPS AGUA DE QUITO
Sistema de Referencia:	IMQJL110 WGS84	

**Pozo La Esperanza MICEI (Wyssling)**

**Ubicación:** MICEI tras Liga Barrial La Esperanza, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	10
	m <sup>3</sup> /día	864
Espesor saturado (b)	m	197,14
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	1,1·10 <sup>-2</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>33,698</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	211,731
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	105,866
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,063

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,06
100	6,31
1825	115,17
3650	230,34

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	24	18
5 años	163	48
10 años	285	55





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo La Esperanza	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo La Esperanza - MICEN Wyszling		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	52
Escala:	1:3000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	ENCUENTRO WGS84		

**Pozo La Esperanza MICEI (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** MICEI tras Liga Barrial La Esperanza, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	10
	m3/día	864
Transmisividad (T)	m2/s	$4,2 \cdot 10^{-3}$
	m2/día	361
Espesor saturado (b)	m	197,14
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000596
100	0,059611
1825	1,087898
3650	2,175797

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	10,59	
Y m	10,59	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000391	<b>Xo</b>	0,000391	<b>Xo</b>	0,000391
<b>Yo</b>	0,005100	<b>Yo</b>	0,003200	<b>Yo</b>	0,004300
<b>X1</b>	0,000781	<b>X1</b>	0,000781	<b>X1</b>	0,000781
<b>Y1</b>	0,010300	<b>Y1</b>	0,006500	<b>Y1</b>	0,008700
<b>tR</b>	0,000596	<b>tR</b>	0,000596	<b>tR</b>	0,000596
<b>X (AB)</b>	0,007835	<b>X (AC)</b>	0,004936	<b>Y (AD;AE)</b>	0,006615

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,007835	0,45	0,01741
<b>AC</b>	0,004936	0,45	0,01097
<b>AD</b>	0,006615	0,45	0,01470
<b>AE</b>	0,006615	0,45	0,01470

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,184
<b>Xm (AC)</b>	0,116
<b>Ym (AD)</b>	0,156
<b>Ym (AE)</b>	0,156

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0596	<b>tR</b>	0,0596	<b>tR</b>	0,0596
<b>X (AB)</b>	0,8851	<b>X (AC)</b>	0,4939	<b>Y (AD;AE)</b>	0,6612

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,8851	0,45	1,967
<b>AC</b>	0,4939	0,45	1,098
<b>AD</b>	0,6612	0,45	1,469
<b>AE</b>	0,6612	0,45	1,469

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	20,82
<b>Xm (AC)</b>	11,62
<b>Ym (AD)</b>	15,55
<b>Ym (AE)</b>	15,55

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	1,0000	<b>Xo</b>	1,0000	<b>Xo</b>	1,0000
<b>Yo</b>	7,2121	<b>Yo</b>	1,4096	<b>Yo</b>	2,0646
<b>X1</b>	1,2000	<b>X1</b>	1,2000	<b>X1</b>	1,2000
<b>Y1</b>	8,2994	<b>Y1</b>	1,4184	<b>Y1</b>	2,0840
<b>tR</b>	1,0879	<b>tR</b>	1,0879	<b>tR</b>	1,0879
<b>X (AB)</b>	7,6900	<b>X (AC)</b>	1,4135	<b>Y (AD;AE)</b>	2,0731

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	7,690	0,45	17,089
<b>AC</b>	1,413	0,45	3,141
<b>AD</b>	2,073	0,45	4,607
<b>AE</b>	2,073	0,45	4,607

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	180,91
<b>Xm (AC)</b>	33,25
<b>Ym (AD)</b>	48,77
<b>Ym (AE)</b>	48,77

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	2,000	<b>Xo</b>	2,000	<b>Xo</b>	2,000
<b>Yo</b>	12,505	<b>Yo</b>	1,454	<b>Yo</b>	2,164
<b>X1</b>	2,500	<b>X1</b>	2,500	<b>X1</b>	2,500
<b>Y1</b>	15,025	<b>Y1</b>	1,476	<b>Y1</b>	2,214
<b>tR</b>	2,176	<b>tR</b>	2,176	<b>tR</b>	2,176
<b>X (AB)</b>	13,391	<b>X (AC)</b>	1,462	<b>Y (AD;AE)</b>	2,182

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	13,391	0,45	29,758
<b>AC</b>	1,462	0,45	3,248
<b>AD</b>	2,182	0,45	4,848
<b>AE</b>	2,182	0,45	4,848

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	315,04
<b>Xm (AC)</b>	34,38
<b>Ym (AD)</b>	51,33

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	51,33
---------------------------	-------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo La Esperanza	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo La Esperanza - MICEN Jacobs & Diaz	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo-Ruizpe	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 31
Escala:	1:1500	Fuente: EPMAPS
Sistema de Referencia:	TMQUITO WCS81	AGUA DE QUITO

**Pozo El Carrizal (Wyssling)**

**Ubicación:** Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	10
	m <sup>3</sup> /día	864
Espesor saturado (b)	m	233,23
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,3·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	75,429
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	473,932
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	236,966
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,024

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,02
100	2,38
1825	43,49
3650	86,98

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	20	18
5 años	106	62
10 años	166	79



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo El Carrizal	
Tiempo	
	10 años
	5 años
	100 días

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo El Carrizal Wessing		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo-Roaque		
Fecha:	Juno 2017	Mapa N°	54
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TM62CTO WGS84		

**Pozo El Carrizal (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
<b>Caudal (Q)</b>	L/s	10
	m <sup>3</sup> /día	864
<b>Transmisividad (T)</b>	m <sup>2</sup> /s	4,9·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	427
<b>Espesor saturado (b)</b>	m	233,23
<b>Gradiente Hidráulico (i)</b>	adimensional	4,3·10 <sup>-3</sup>
<b>Porosidad eficaz (me)</b>	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
<b>Tiempo de tránsito (días)</b>	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
<b>1</b>	0,000101
<b>100</b>	0,010057
<b>1825</b>	0,183534
<b>3650</b>	0,367068

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
<b>X m</b>	23,70	
<b>Y m</b>	23,70	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098	<b>Xo</b>	0,000098
<b>Yo</b>	0,001300	<b>Yo</b>	0,000800	<b>Yo</b>	0,001100
<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195	<b>X1</b>	0,000195
<b>Y1</b>	0,002600	<b>Y1</b>	0,001600	<b>Y1</b>	0,002200
<b>tR</b>	0,000101	<b>tR</b>	0,000101	<b>tR</b>	0,000101
<b>X (AB)</b>	0,001339	<b>X (AC)</b>	0,000824	<b>Y (AD;AE)</b>	0,001133

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,001339	0,45	0,00297
<b>AC</b>	0,000824	0,45	0,00183
<b>AD</b>	0,001133	0,45	0,00252
<b>AE</b>	0,001133	0,45	0,00252

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,070
<b>Xm (AC)</b>	0,043
<b>Ym (AD)</b>	0,060
<b>Ym (AE)</b>	0,060

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063
<b>Yo</b>	0,0820	<b>Yo</b>	0,0518	<b>Yo</b>	0,0693
<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125
<b>Y1</b>	0,1640	<b>Y1</b>	0,1036	<b>Y1</b>	0,1386
<b>tR</b>	0,0101	<b>tR</b>	0,0101	<b>tR</b>	0,0101
<b>X (AB)</b>	0,1319	<b>X (AC)</b>	0,0833	<b>Y (AD;AE)</b>	0,1115

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,1319	0,45	0,293
<b>AC</b>	0,0833	0,45	0,185
<b>AD</b>	0,1115	0,45	0,248
<b>AE</b>	0,1115	0,45	0,248

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	6,95
<b>Xm (AC)</b>	4,39
<b>Ym (AD)</b>	5,87
<b>Ym (AE)</b>	5,87

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1835	<b>tR</b>	0,1835	<b>tR</b>	0,1835
<b>X (AB)</b>	2,1328	<b>X (AC)</b>	1,0499	<b>Y (AD;AE)</b>	1,3995

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,133	0,45	4,739
<b>AC</b>	1,050	0,45	2,333
<b>AD</b>	1,400	0,45	3,110
<b>AE</b>	1,400	0,45	3,110

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	112,31
<b>Xm (AC)</b>	55,29
<b>Ym (AD)</b>	73,70
<b>Ym (AE)</b>	73,70



### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,300	<b>Xo</b>	0,300	<b>Xo</b>	0,300
<b>Yo</b>	3,012	<b>Yo</b>	1,238	<b>Yo</b>	1,727
<b>X1</b>	0,400	<b>X1</b>	0,400	<b>X1</b>	0,400
<b>Y1</b>	3,639	<b>Y1</b>	1,320	<b>Y1</b>	1,865
<b>tR</b>	0,367	<b>tR</b>	0,367	<b>tR</b>	0,367
<b>X (AB)</b>	3,433	<b>X (AC)</b>	1,293	<b>Y (AD;AE)</b>	1,819

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	3,433	0,45	7,628
<b>AC</b>	1,293	0,45	2,873
<b>AD</b>	1,819	0,45	4,043
<b>AE</b>	1,819	0,45	4,043

### Distancia Real en metros:

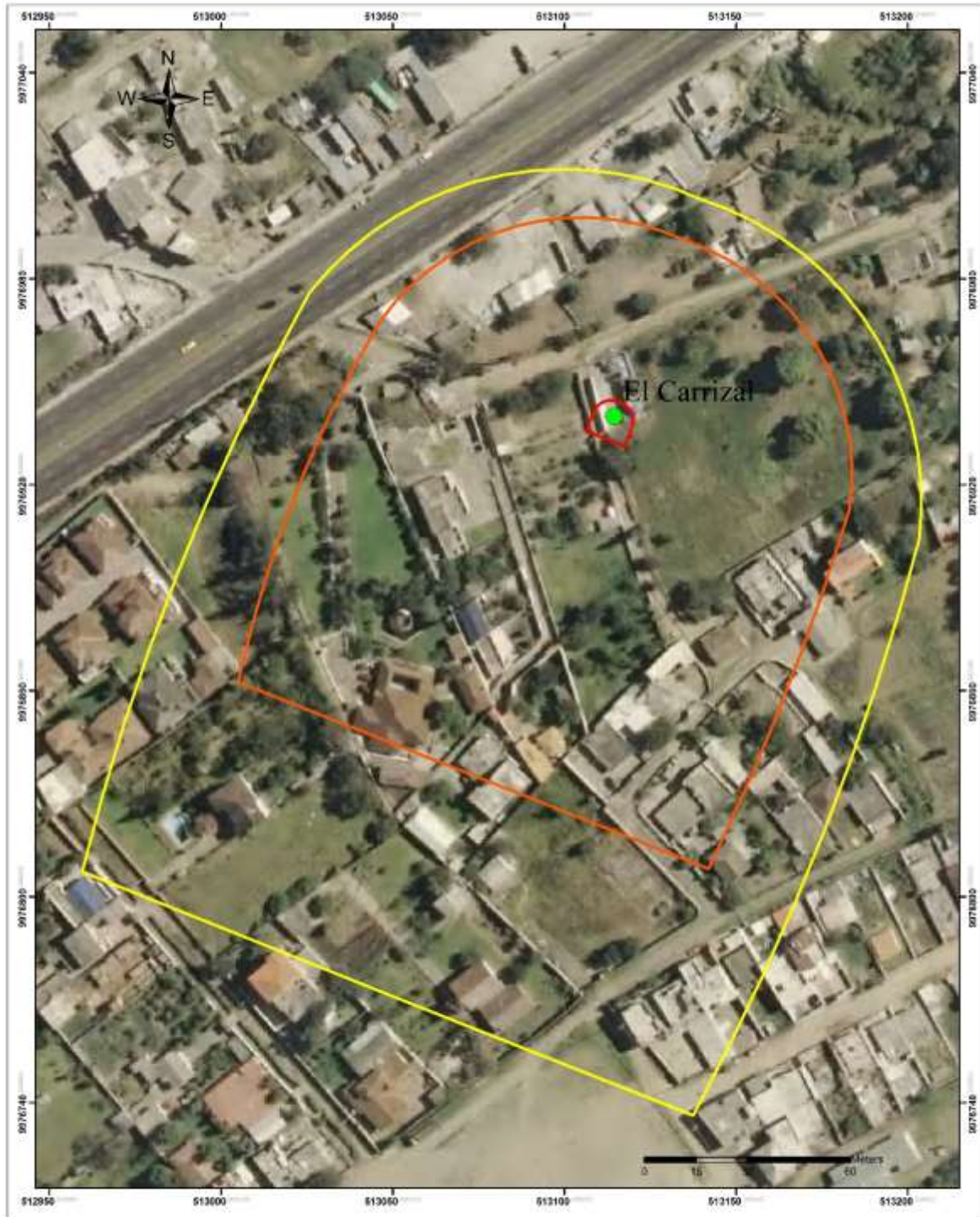
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	180,76
<b>Xm (AC)</b>	68,08
<b>Ym (AD)</b>	95,81

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	95,81
---------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo El Carrizal	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo El Carrizal Acosta & Riar		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Rosipe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	53
Escala:	1:1000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	EPMAPS QUITO WGS84		

**Pozo Santa Rosa (Wyssling)**

**Ubicación:** Norberto Salazar, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
Espesor saturado (b)	m	250,36
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	3,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

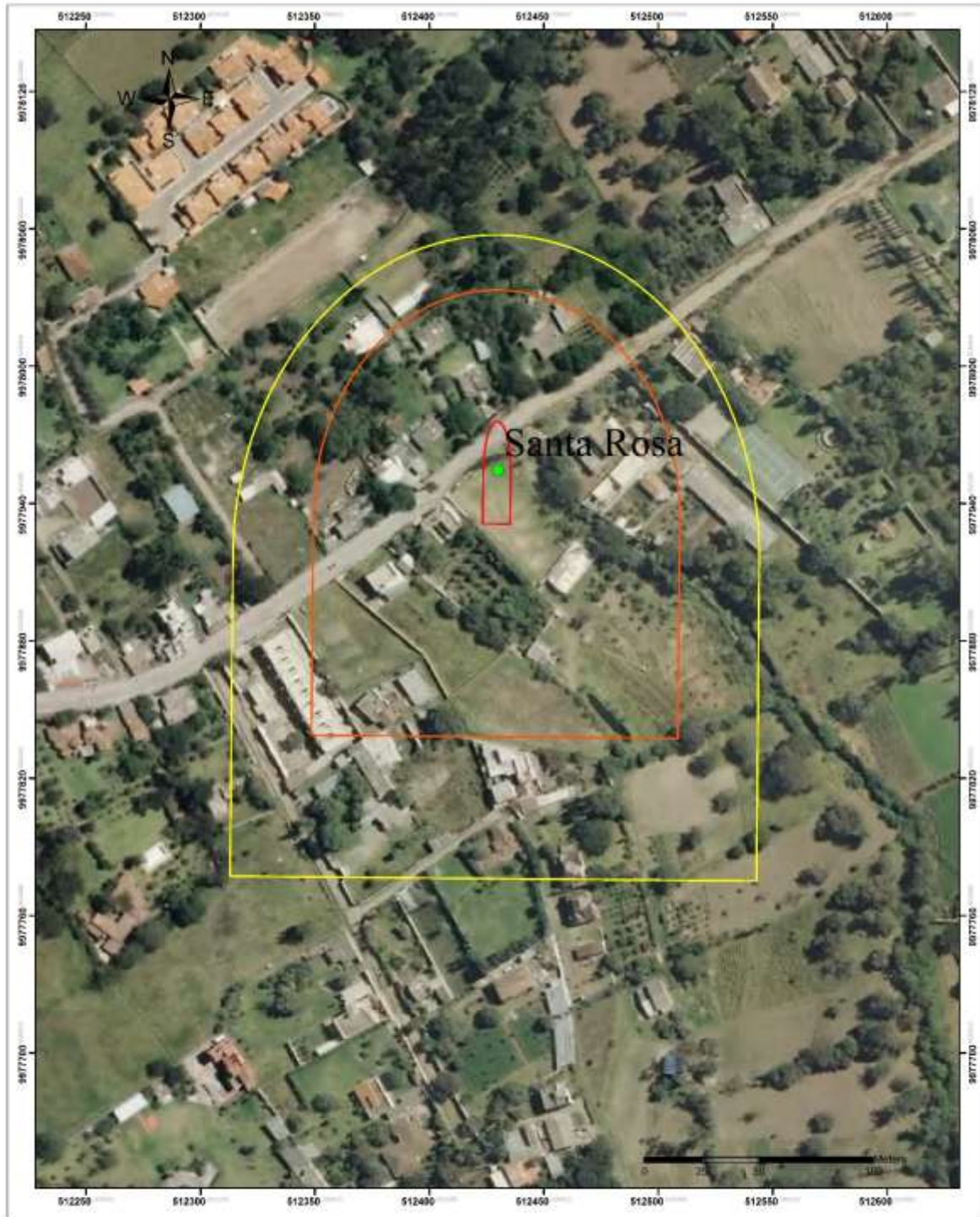
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	<b>121,107</b>
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	760,936
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	380,468
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,021

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
<b>1</b>	0,02
<b>100</b>	2,07
<b>1825</b>	37,85
<b>3650</b>	75,70

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
<b>1 día</b>	2	2
<b>100 días</b>	23	21
<b>5 años</b>	117	79
<b>10 años</b>	178	103



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Santa Rosa	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Santa Rosa Wyszlag		
Autor:	Félix Sebastián Castillo Rojas		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	56
Escala:	1:1000	Formato:	
Sistema de Referencia:	TMAQUITO WGS84		

**Pozo Santa Rosa (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Norberto Salazar, Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
<b>Caudal (Q)</b>	L/s	15
	m <sup>3</sup> /día	1296
<b>Transmisividad (T)</b>	m <sup>2</sup> /s	5,3·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	458
<b>Espesor saturado (b)</b>	m	250,36
<b>Gradiente Hidráulico (i)</b>	adimensional	3,7·10 <sup>-3</sup>
<b>Porosidad eficaz (me)</b>	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
<b>Tiempo de tránsito (días)</b>	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
<b>1</b>	0,000055
<b>100</b>	0,005451
<b>1825</b>	0,099486
<b>3650</b>	0,198973

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
<b>X m</b>	38,05	
<b>Y m</b>		38,05

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000055	<b>tR</b>	0,000055	<b>tR</b>	0,000055
<b>X (AB)</b>	0,000682	<b>X (AC)</b>	0,000447	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000570

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000682	0,45	0,00151
<b>AC</b>	0,000447	0,45	0,00099
<b>AD</b>	0,000570	0,45	0,00127
<b>AE</b>	0,000570	0,45	0,00127

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,058
<b>Xm (AC)</b>	0,038
<b>Ym (AD)</b>	0,048
<b>Ym (AE)</b>	0,048



### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0055	<b>tR</b>	0,0055	<b>tR</b>	0,0055
<b>X (AB)</b>	0,0715	<b>X (AC)</b>	0,0452	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0605

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0715	0,45	0,159
<b>AC</b>	0,0452	0,45	0,100
<b>AD</b>	0,0605	0,45	0,134
<b>AE</b>	0,0605	0,45	0,134

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	6,05
<b>Xm (AC)</b>	3,82
<b>Ym (AD)</b>	5,11
<b>Ym (AE)</b>	5,11

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0995	<b>tR</b>	0,0995	<b>tR</b>	0,0995
<b>X (AB)</b>	1,4771	<b>X (AC)</b>	0,8243	<b>Y (AD;AE)</b>	1,1034

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,477	0,45	3,282
<b>AC</b>	0,824	0,45	1,832
<b>AD</b>	1,103	0,45	2,452
<b>AE</b>	1,103	0,45	2,452

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	124,88
<b>Xm (AC)</b>	69,70
<b>Ym (AD)</b>	93,29
<b>Ym (AE)</b>	93,29

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,199	<b>tR</b>	0,199	<b>tR</b>	0,199
<b>X (AB)</b>	2,253	<b>X (AC)</b>	1,091	<b>Y (AD;AE)</b>	1,453

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,253	0,45	5,006
<b>AC</b>	1,091	0,45	2,424
<b>AD</b>	1,453	0,45	3,229
<b>AE</b>	1,453	0,45	3,229

### Distancia Real en metros:

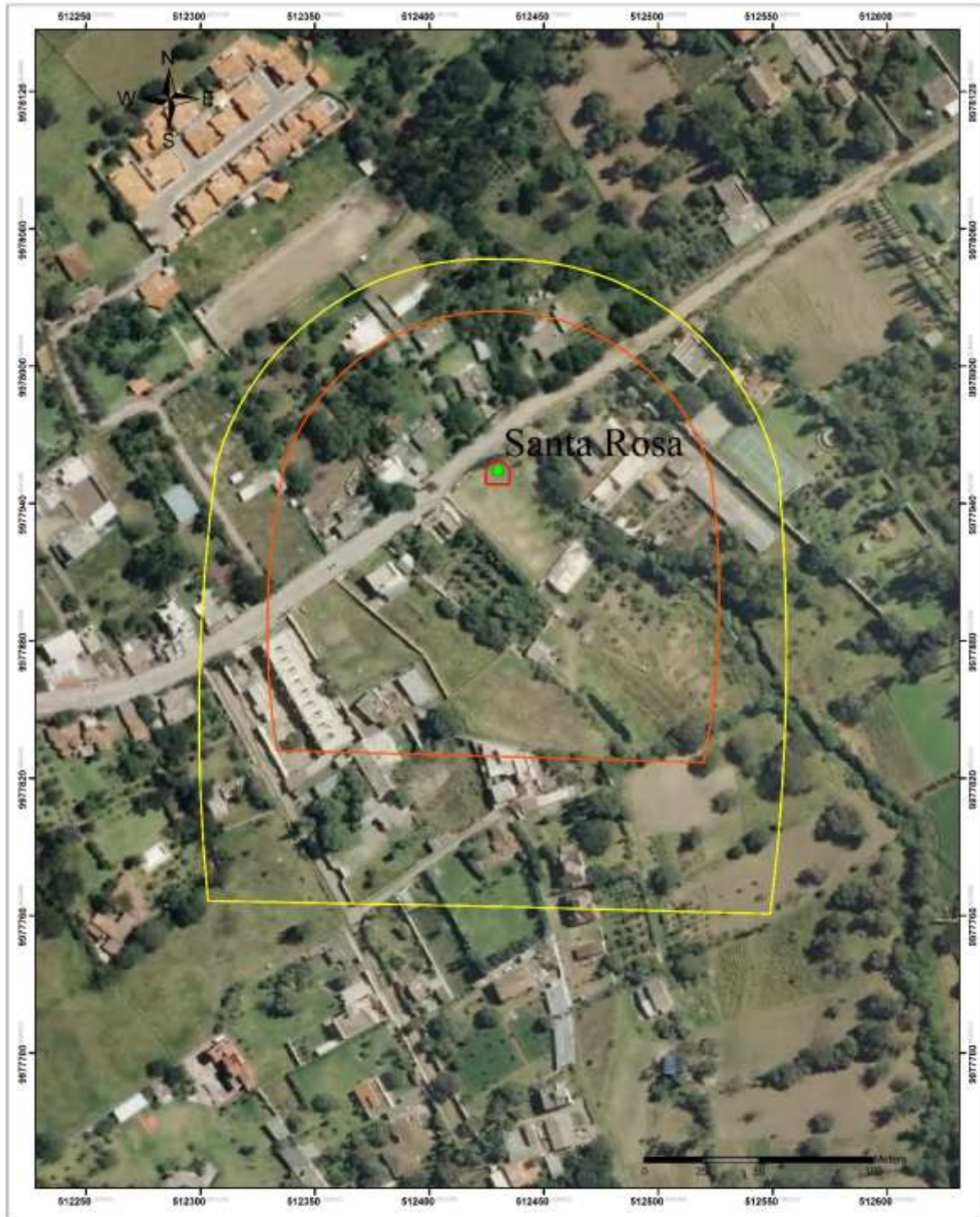
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	190,45
<b>Xm (AC)</b>	92,22
<b>Ym (AD)</b>	122,87

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	122,87
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Perímetros de Protección Pozo Santa Rosa**

**Tiempo**

- 10 años
- 100 días
- 5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES

Nombre del Mapa: Perímetro de Protección Pozo Santa Rosa Jacobo & Bear

Autor: Felipe Sebastián Castillo Riquelme

Fecha: Junio 2017 Mapa N°: 55

Escala: 1:1.500 Fuente: EPMAPS AGUA DE QUITO

Sistema de Referencia: TMQUITO WGS84

**Pozo Patagua (Wyssling)**

**Ubicación:** Tumbaco, Barrio Santa Rosa

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Espesor saturado (b)	m	279,54
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

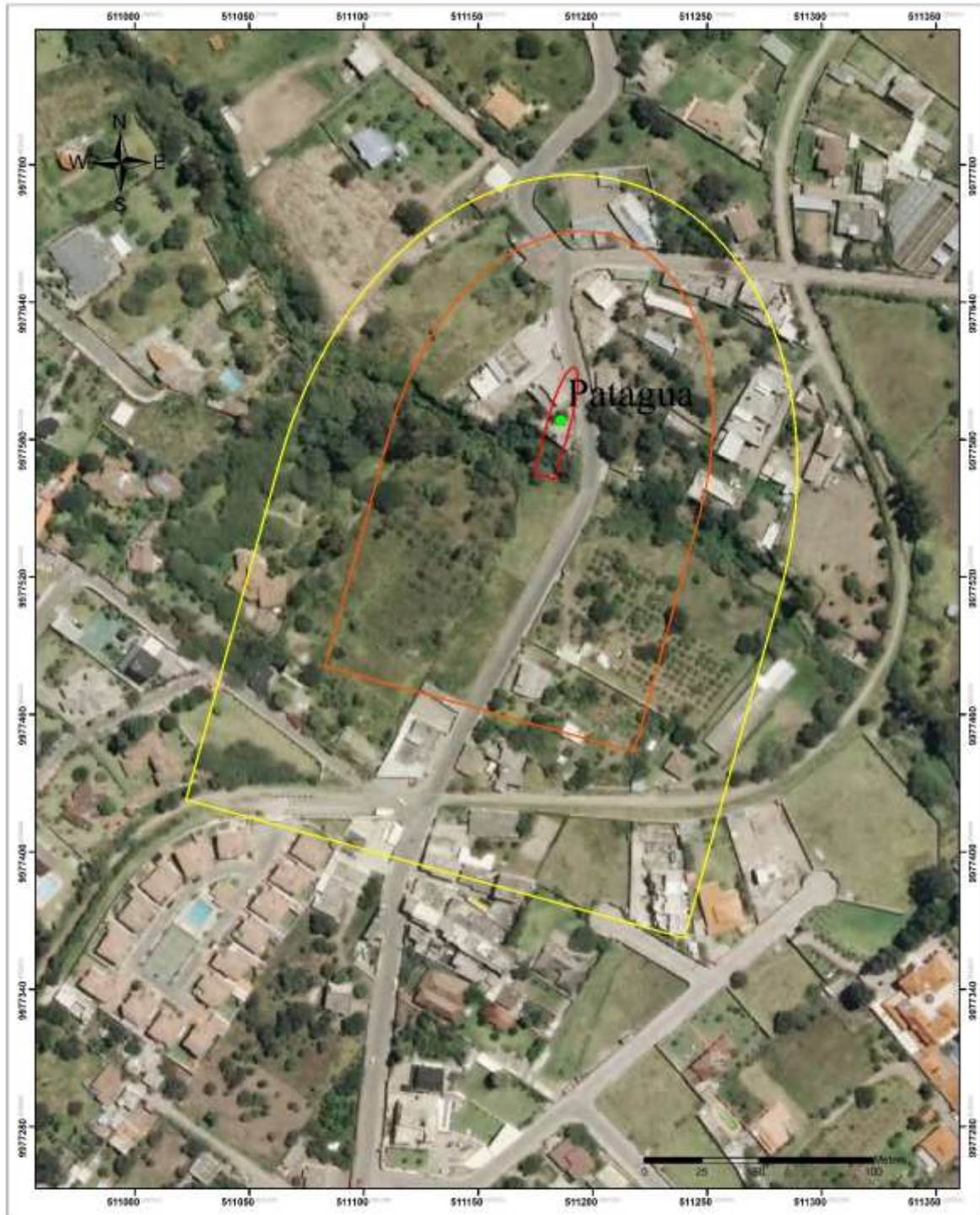
Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	113,269
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	711,692
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	355,846
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,026

Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	2,65
1825	48,33
3650	96,66

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	2	2
100 días	26	23
5 años	132	83
10 años	204	107



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Patagua	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetros de Protección Pozo Patagua Wyszog		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°	58
Escala:	1:500	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQ/ICG WGS84		



**Pozo Patagua (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Tumbaco, Barrio Santa Rosa

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	20
	m <sup>3</sup> /día	1728
Transmisividad (T)	m <sup>2</sup> /s	5,9·10 <sup>-3</sup>
	m <sup>2</sup> /día	512
Espesor saturado (b)	m	279,54
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	4,7·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000074
100	0,007442
1825	0,135811
3650	0,271621

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	35,58	
Y m	35,58	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000074	<b>tR</b>	0,000074	<b>tR</b>	0,000074
<b>X (AB)</b>	0,000967	<b>X (AC)</b>	0,000610	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000814

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000967	0,45	0,00215
<b>AC</b>	0,000610	0,45	0,00135
<b>AD</b>	0,000814	0,45	0,00181
<b>AE</b>	0,000814	0,45	0,00181

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,076
<b>Xm (AC)</b>	0,048
<b>Ym (AD)</b>	0,064
<b>Ym (AE)</b>	0,064

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063	<b>Xo</b>	0,0063
<b>Yo</b>	0,0820	<b>Yo</b>	0,0518	<b>Yo</b>	0,0693
<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125	<b>X1</b>	0,0125
<b>Y1</b>	0,1640	<b>Y1</b>	0,1036	<b>Y1</b>	0,1386
<b>tR</b>	0,0074	<b>tR</b>	0,0074	<b>tR</b>	0,0074
<b>X (AB)</b>	0,0976	<b>X (AC)</b>	0,0617	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0825

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0976	0,45	0,217
<b>AC</b>	0,0617	0,45	0,137
<b>AD</b>	0,0825	0,45	0,183
<b>AE</b>	0,0825	0,45	0,183

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	7,72
<b>Xm (AC)</b>	4,88
<b>Ym (AD)</b>	6,52
<b>Ym (AE)</b>	6,52

**Calculo para 5 años de Tránsito**

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000	<b>Xo</b>	0,1000
<b>Yo</b>	1,4847	<b>Yo</b>	0,8286	<b>Yo</b>	1,1091
<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000	<b>X1</b>	0,2000
<b>Y1</b>	2,2605	<b>Y1</b>	1,0935	<b>Y1</b>	1,4568
<b>tR</b>	0,1358	<b>tR</b>	0,1358	<b>tR</b>	0,1358
<b>X (AB)</b>	1,7625	<b>X (AC)</b>	0,9235	<b>Y (AD;AE)</b>	1,2336

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,763	0,45	3,917
<b>AC</b>	0,923	0,45	2,052
<b>AD</b>	1,234	0,45	2,741
<b>AE</b>	1,234	0,45	2,741

**Distancia Real en metros:**

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	139,37
<b>Xm (AC)</b>	73,02
<b>Ym (AD)</b>	97,55
<b>Ym (AE)</b>	97,55

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,200	<b>Xo</b>	0,200	<b>Xo</b>	0,200
<b>Yo</b>	2,261	<b>Yo</b>	1,094	<b>Yo</b>	1,457
<b>X1</b>	0,300	<b>X1</b>	0,300	<b>X1</b>	0,300
<b>Y1</b>	3,012	<b>Y1</b>	1,238	<b>Y1</b>	1,727
<b>tR</b>	0,272	<b>tR</b>	0,272	<b>tR</b>	0,272
<b>X (AB)</b>	2,798	<b>X (AC)</b>	1,197	<b>Y (AD;AE)</b>	1,650

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,798	0,45	6,219
<b>AC</b>	1,197	0,45	2,659
<b>AD</b>	1,650	0,45	3,667
<b>AE</b>	1,650	0,45	3,667

### Distancia Real en metros:

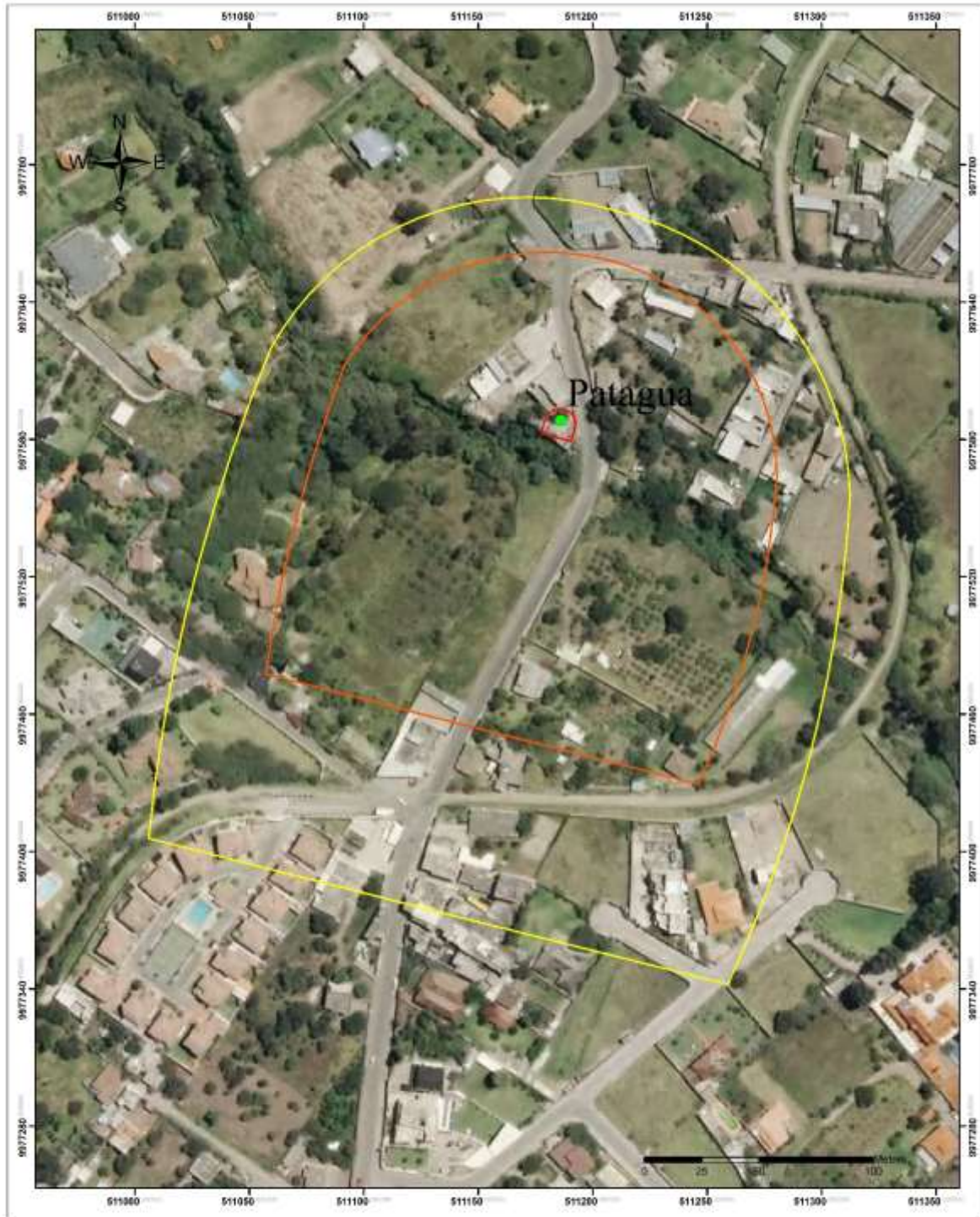
$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	221,29
<b>Xm (AC)</b>	94,63
<b>Ym (AD)</b>	130,50

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	130,50
---------------------------	--------

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Patagua	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO			
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Patagua Jacinto & Ben		
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Roldán		
Fecha:	Junio 2017	Mapa N°:	57
Escala:	1:1500	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQ11770 WGS84		

**Pozo Planta de Tratamiento (Wyssling)**

**Ubicación:** Planta de Tratamiento Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	47
	m <sup>3</sup> /día	4060,8
Espesor saturado (b)	m	285,17
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	6,0·10 <sup>-3</sup>
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328
Permeabilidad (K)	m/día	1,83

Radio de llamada	$Xo = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$	206,040
Zona de llamada	$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$	1294,590
Ancho del frente de llamada	$B' = \frac{B}{2}$	647,295
Velocidad eficaz	$Ve = \frac{K \cdot i}{me}$	0,034

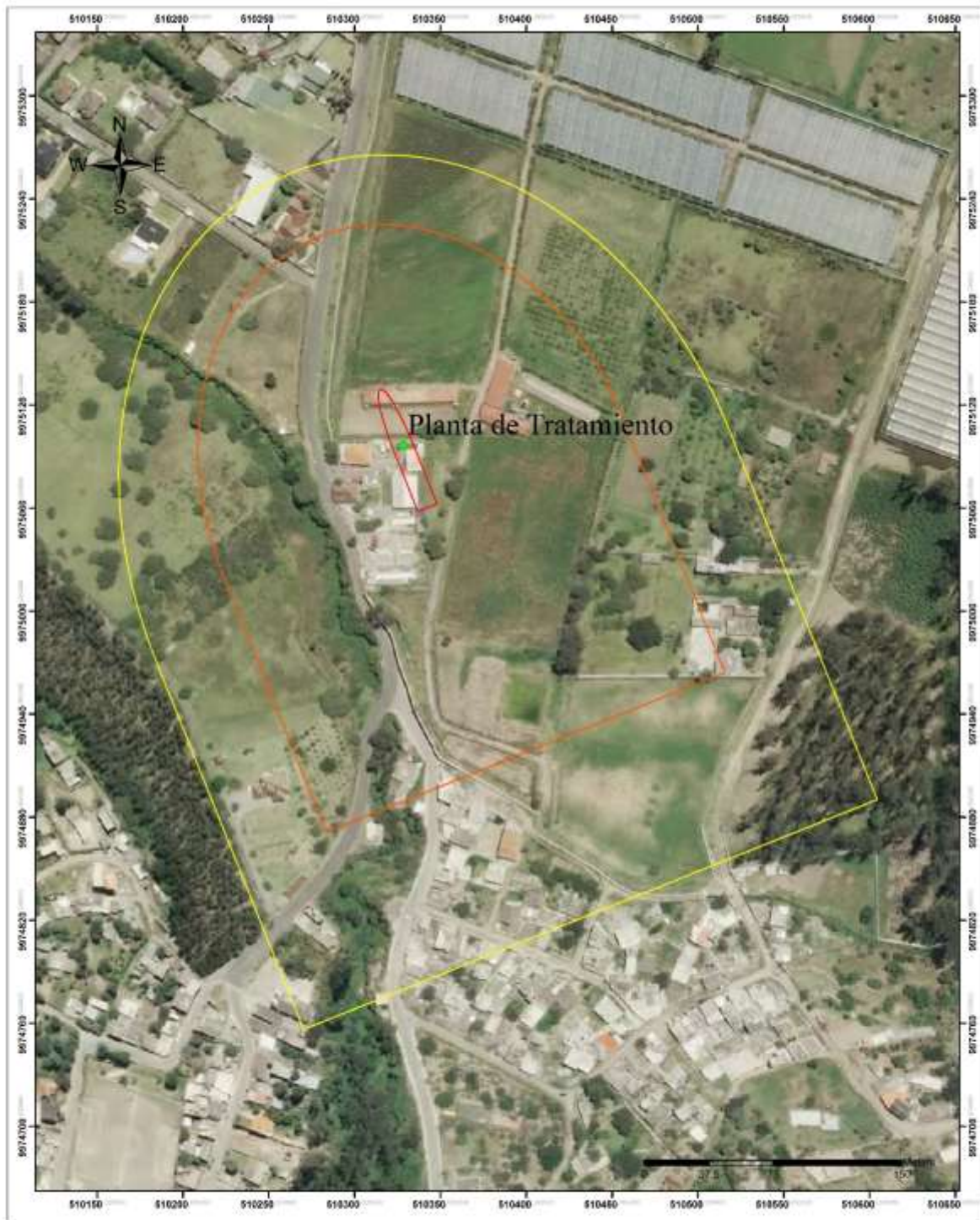
Parámetro <i>l</i>	
Tiempo de tránsito (días)	$l = Ve \cdot t$
1	0,03
100	3,35
1825	61,20
3650	122,40

Tiempo de tránsito	Distancia aguas arriba (m)	Distancia aguas abajo (m)
	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$	$So = +l + \sqrt{\frac{l \cdot (l + 8 \cdot Xo)}{2}}$
1 día	4	4
100 días	39	36
5 años	192	131
10 años	294	172





DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Perímetros de Protección Pozo Planta de Tratamiento	
Tiempo	
	10 años
	100 días
	5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES	
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Planta de Tratamiento Wuyung		
Autor:	Felipe Sebastián Camaño Roque		
Fecha:	Junio 2017	Mapo N°	60
Escala:	1:2000	Fuente:	
Sistema de Referencia:	TMQUITO WCSA1		

**Pozo Planta Tratamiento (Jacobs & Bear)**

**Ubicación:** Planta de Tratamiento Tumbaco

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal (Q)	L/s	47
	m3/día	4060,8
Transmisividad (T)	m2/s	$6,0 \cdot 10^{-3}$
	m2/día	522
Espesor saturado (b)	m	285,17
Gradiente Hidráulico (i)	adimensional	$6,0 \cdot 10^{-3}$
Porosidad eficaz (me)	adimensional	0,328

Tiempo reducido (tR)	
Tiempo de tránsito (días)	$tR = \frac{2 \cdot T^2 \cdot i^2 \cdot t}{me \cdot Q \cdot b}$
1	0,000052
100	0,005181
1825	0,094550
3650	0,189100

Debido a que los valores calculados de tiempo reducido no coincidían con las curvas presentadas en el ábaco de Jacobs & Bear, se procedió a realizar una interpolación lineal para encontrar los ejes donde cortan las isócronas en el ábaco.

$$\text{Interpolación lineal } y_r = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Las coordenadas reales (X,Y) en metros, se calcularon con las siguientes fórmulas:

Coordenadas reales (X,Y)	$Xm = \frac{Q \cdot x_r}{20 \cdot T \cdot i}$	$Ym = \frac{Q \cdot y_r}{20 \cdot T \cdot i}$
X m	64,73	
Y m	64,73	

### Calculo para 1 día de Tránsito

Interpolación 1 día					
<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049	<b>Xo</b>	0,000049
<b>Yo</b>	0,000600	<b>Yo</b>	0,000400	<b>Yo</b>	0,000500
<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098	<b>X1</b>	0,000098
<b>Y1</b>	0,001300	<b>Y1</b>	0,000800	<b>Y1</b>	0,001100
<b>tR</b>	0,000052	<b>tR</b>	0,000052	<b>tR</b>	0,000052
<b>X (AB)</b>	0,000643	<b>X (AC)</b>	0,000424	<b>Y (AD;AE)</b>	0,000537

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,000643	0,45	0,00143
<b>AC</b>	0,000424	0,45	0,00094
<b>AD</b>	0,000537	0,45	0,00119
<b>AE</b>	0,000537	0,45	0,00119

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	0,092
<b>Xm (AC)</b>	0,061
<b>Ym (AD)</b>	0,077
<b>Ym (AE)</b>	0,077

### Calculo para 100 días de Tránsito

Interpolación 100 días					
<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031	<b>Xo</b>	0,0031
<b>Yo</b>	0,0410	<b>Yo</b>	0,0259	<b>Yo</b>	0,0347
<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063	<b>X1</b>	0,0063
<b>Y1</b>	0,0820	<b>Y1</b>	0,0518	<b>Y1</b>	0,0693
<b>tR</b>	0,0052	<b>tR</b>	0,0052	<b>tR</b>	0,0052
<b>X (AB)</b>	0,0680	<b>X (AC)</b>	0,0429	<b>Y (AD;AE)</b>	0,0575

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	0,0680	0,45	0,151
<b>AC</b>	0,0429	0,45	0,095
<b>AD</b>	0,0575	0,45	0,128
<b>AE</b>	0,0575	0,45	0,128

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	9,78
<b>Xm (AC)</b>	6,18
<b>Ym (AD)</b>	8,27
<b>Ym (AE)</b>	8,27

### Calculo para 5 años de Tránsito

Interpolación 5 años					
<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500	<b>Xo</b>	0,0500
<b>Yo</b>	0,7424	<b>Yo</b>	0,4143	<b>Yo</b>	0,5546
<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000	<b>X1</b>	0,1000
<b>Y1</b>	1,4847	<b>Y1</b>	0,8286	<b>Y1</b>	1,1091
<b>tR</b>	0,0946	<b>tR</b>	0,0946	<b>tR</b>	0,0946
<b>X (AB)</b>	1,4038	<b>X (AC)</b>	0,7834	<b>Y (AD;AE)</b>	1,0487

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	1,404	0,45	3,120
<b>AC</b>	0,783	0,45	1,741
<b>AD</b>	1,049	0,45	2,330
<b>AE</b>	1,049	0,45	2,330

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	201,93
<b>Xm (AC)</b>	112,69
<b>Ym (AD)</b>	150,84
<b>Ym (AE)</b>	150,84

### Calculo para 10 años de Tránsito

Interpolación 10 años					
<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100	<b>Xo</b>	0,100
<b>Yo</b>	1,485	<b>Yo</b>	0,829	<b>Yo</b>	1,109
<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200	<b>X1</b>	0,200
<b>Y1</b>	2,261	<b>Y1</b>	1,094	<b>Y1</b>	1,457
<b>tR</b>	0,189	<b>tR</b>	0,189	<b>tR</b>	0,189
<b>X (AB)</b>	2,176	<b>X (AC)</b>	1,065	<b>Y (AD;AE)</b>	1,419

Para encontrar la distancia real, se realizó un ajuste multiplicando el valor obtenido de la interpolación por 0,45 (unidad escalar en el ábaco).

Conversión Distancia			
Ejes	Valor en cm	Factor conversión	Distancia real
<b>AB</b>	2,176	0,45	4,835
<b>AC</b>	1,065	0,45	2,366
<b>AD</b>	1,419	0,45	3,153
<b>AE</b>	1,419	0,45	3,153

### Distancia Real en metros:

$$X = (X_m * \text{Distancia Real})$$

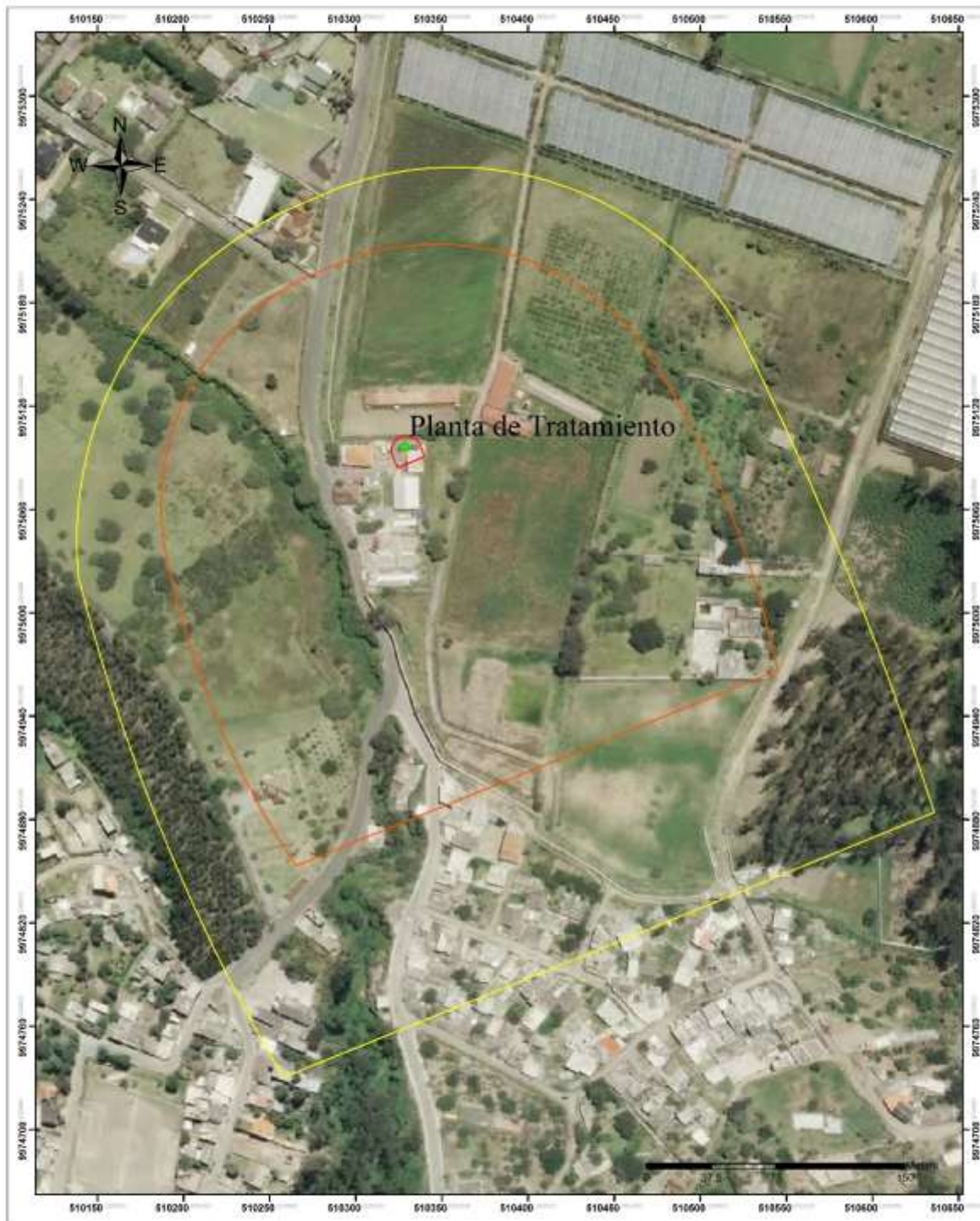
$$Y = (Y_m * \text{Distancia Real})$$

Ejes	Distancia en Metros
<b>Xm (AB)</b>	312,99
<b>Xm (AC)</b>	153,14
<b>Ym (AD)</b>	204,10

<b>Y<sub>m</sub> (AE)</b>	204,10
---------------------------	--------



DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



**Perímetros de Protección Pozo Planta de Tratamiento**

**Tiempo**

- 10 años
- 100 días
- 5 años

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO		
Nombre del Mapa:	Perímetro de Protección Pozo Planta de Tratamiento Jacobs & Ricar	
Autor:	Felipe Sebastián Castillo Realpe	
Fecha:	Junio 2017	Mapa N° 15
Escala:	1:2000	Fuente:
Sistema de Referencia:	TMQJLJO WGS84	

## **Anexo C**

### **Registro Fotográfico Pozos de Interés**

### REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 1A



**Fotografía 1:** Infraestructura del pozo 1A

**Fotografía 2:** Zona inmediata al pozo



**Fotografía 3:** Presencia de animales, guardia y personas en la zona de protección

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 2



**Fotografía 1:** Instalaciones pozo 2



**Fotografía 2:** Suelo con adoquines



**Fotografía 3:** Presencia de autos en la zona de protección



**Fotografía 4:** Garita en la zona de protección inmediata



**Fotografía 5:** Entrada a las instalaciones del pozo









**Fotografía 6:** Instalaciones del pozo



### REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 7P

<b>Fotografía 1:</b> Instalaciones pozo 7P	<b>Fotografía 2:</b> Zona de protección inmediata
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de personas en el parque	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo 7P

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 13P

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Ingreso instalaciones pozo 13P</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Presencia de basura en la zona de protección inmediata</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Suelo sin impermeabilizar</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Maleza y presencia de mecánica</p>
	
<p><b>Fotografía 5:</b> Escombros en la zona inmediata</p>	<p><b>Fotografía 6:</b> Instalaciones pozo 13P</p>

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 5P



**Fotografía 1:** Instalaciones pozo 5P, funciona como parqueadero

**Fotografía 2:** Piso sin impermeabilizar



**Fotografía 3:** Instalaciones pozo 5P

**Fotografía 4:** Toma de nivel piezométrico



## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 17



**Fotografía 1:** Instalaciones pozo antiguo



**Fotografía 2:** Toma nivel piezométrico



**Fotografía 3:** Suelo con adoquines y maleza



**Fotografía 4:** Presencia de guardia

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 12A



**Fotografía 1:** Ingreso a cámara subterránea pozo 12A



**Fotografía 2:** Presencia de personas y vehículos zona de protección inmediata



**Fotografía 3:** Toma de nivel piezométrico



**Fotografía 4:** Instalaciones pozo 12A

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 25



**Fotografía 1:** Instalaciones pozo 25



**Fotografía 2:** Presencia de vehículos en la zona de protección inmediata



**Fotografía 3:** Presencia de basura y desperdicios dentro de las instalaciones del pozo

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 26

	
<b>Fotografía 1:</b> Zona aledaña al pozo 26	<b>Fotografía 2:</b> Interior club de la FAE
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de desechos	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo 26

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 29P

	
<b>Fotografía 1:</b> Instalaciones pozo 29P	<b>Fotografía 2:</b> Toma nivel piezométrico pozo 29P
	
<b>Fotografía 3:</b> Zona de protección inmediata funciona como parque	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo

### REGISTRO FOTOGRÁFICO 11D

	
<b>Fotografía 1:</b> Suelo con adoquines	<b>Fotografía 2:</b> Presencia de maleza
	
<b>Fotografía 3:</b> Maleza y desperdicios en la zona de protección inmediata	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo 11D

**REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 58**

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Zona de protección inmediata sin mantenimiento</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Toma de nivel piezométrico del pozo</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Maleza</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Maleza</p>
	
<p><b>Fotografía 5:</b> Presencia de tuberías y</p>	<p><b>Fotografía 6:</b> Maquinaria realizando</p>

brocas	limpieza del pozo aledaño
--------	---------------------------

### REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO 2QS

	
<b>Fotografía 1:</b> Presencia de desechos en la zona inmediata	<b>Fotografía 2:</b> Instalaciones pozo 2QS
	
<b>Fotografía 3:</b> Cancha de uso múltiple	<b>Fotografía 4:</b> Presencia de desperdicios



## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO LAS CUADRAS

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Ingreso instalaciones pozo Las Cuadras</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Área donde se encuentra instalado el pozo</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Instalaciones pozo Las Cuadras</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo Las Cuadras</p>
	
<p><b>Fotografía 5:</b> Instalaciones pozo Las Cuadras</p>	<p><b>Fotografía 6:</b> Presencia de personas en la zona de protección inmediata</p>


## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO SAN ANTONIO 2N

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Instalaciones pozo San Antonio</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Presencia de vehículos en la zona de protección</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Daño en la tapa del pozo</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Presencia de vehículos en la zona de protección</p>

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO YT1

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Instalaciones pozo YT1</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Zona de protección inmediata</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Maleza y desperdicios en la zona</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Zona de protección inmediata</p>

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO PIFO

 A photograph showing the entrance to the Pifo well installation. A man in a light blue shirt is standing near a metal gate that is partially open. In the background, there is a building with a red roof and some greenery.	 A photograph of a man in a light blue shirt and dark trousers operating a yellow piezometer device. The device is mounted on a concrete structure. The background shows a grassy area and a building.
<p><b>Fotografía 1:</b> Ingreso instalaciones pozo Pifo</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Toma de nivel piezométrico pozo</p>
 A photograph showing a concrete wall with a red and blue stripe. In the foreground, there is a grassy area with some debris and a small animal, possibly a dog, near a small structure.	 A close-up photograph of a person's hands holding a yellow piezometer device. A white string is attached to the device and extends across the grassy area. A pink bag is visible on the concrete structure next to the device.
<p><b>Fotografía 3:</b> Presencia de animales y desperdicios</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Toma de nivel piezométrico pozo</p>

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO PUEMBO

	
<b>Fotografía 1:</b> Ingreso a las instalaciones pozo Puembo	<b>Fotografía 2:</b> Zona aledaña al pozo
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de animales	<b>Fotografía 4:</b> Presencia de desechos
	
<b>Fotografía 5:</b> Presencia de animales y desechos en la zona	<b>Fotografía 6:</b> Instalaciones pozo

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO LA PRIMAVERA



**Fotografía 1:** Zona donde se ubica el pozo



**Fotografía 2:** Presencia de vehículos y personas en la zona inmediata de protección



**Fotografía 3:** Instalaciones pozo La Primavera

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO RUMIHUAYCO 1

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Cancha deportiva afuera de las instalaciones del pozo</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Suelo con adoquines</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Ingreso instalaciones pozos Rumihuayco</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo</p>

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO RUMIHUAYCO 2

	
<p><b>Fotografía 1:</b> Cancha deportiva afuera de las instalaciones del pozo</p>	<p><b>Fotografía 2:</b> Suelo con adoquines</p>
	
<p><b>Fotografía 3:</b> Ingreso instalaciones pozos Rumihuayco</p>	<p><b>Fotografía 4:</b> Presencia de tuberías y almacenaje de herramientas</p>
	
<p><b>Fotografía 5:</b> Instalaciones pozo</p>	<p><b>Fotografía 6:</b> Presencia de guardianía</p>





## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO LA ESPERANZA MICEI

	
<b>Fotografía 1:</b> Presencia de maleza en la zona	<b>Fotografía 2:</b> Ingreso a las instalaciones sin seguridad
	
<b>Fotografía 3:</b> Zona aledaña al pozo	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo MICEI

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO EL CARRIZAL

	
<b>Fotografía 1:</b> Ingreso instalaciones pozo	<b>Fotografía 2:</b> Zona de protección inmediata sin impermeabilización
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de maleza en la zona	<b>Fotografía 4:</b> Suelo con adoquines

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO SANTA ROSA

	
<b>Fotografía 1:</b> Presencia de escuela en la zona de protección inmediata	<b>Fotografía 2:</b> Instalaciones pozo
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de vehículos en la zona	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones pozo

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO PATAGUA

	
<b>Fotografía 1:</b> Ingreso a las instalaciones del pozo	<b>Fotografía 2:</b> Presencia de maleza en el área
	
<b>Fotografía 3:</b> Presencia de vehículos en la zona	<b>Fotografía 4:</b> Instalaciones del pozo con presencia de maleza en el área

## REGISTRO FOTOGRÁFICO POZO PLANTA DE TRATAMIENTO



**Fotografía 1:** Instalaciones pozo Planta de Tratamiento



**Fotografía 2:** Instalaciones pozo



**Fotografía 3:** Planta de Tratamiento Tumbaco Bajo



**Fotografía 4:** Zona de protección inmediata