

**AMENAZA A LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA PARTE
ALTA DE LAS CUENCAS DEL RIO DE ORO, RIO FRIO Y RIO TONA**

JAVIER HERNANDO GONZALEZ DIAZ

SERGIO MAURICIO TELLEZ GAITAN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2011

**AMENAZA A LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA PARTE
ALTA DE LAS CUENCAS DEL RIO DE ORO, RIO FRIO Y RIO TONA**

**JAVIER HERNANDO GONZALEZ DIAZ
SERGIO MAURICIO TELLEZ GAITAN**

**Proyecto de grado para optar al título
de Ingeniero Civil**

Director:

**SULLY GOMEZ ISIDRO
Ingeniero Civil, M. Sc., Ph D**

Co Director

**FEISAN JOSE GUTIERREZ LOZANO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios que es el ser que nos da salud, amor y la oportunidad de luchar día a día para ser mejores personas.

A mi mamá Ludy, mi papá Heli y mi hermano Wilmer; por su incondicionalidad y amor. Los amo con todo mi corazón.

A mis demás familiares y amigos, que a lo largo de mi vida me han llenado de alegría y de momentos inolvidables.

En memoria de mis familiares: mis abuelitas Anadelina y Lucinda, mi tía Emílce y mi segunda madre Yaneth. Los tengo siempre presentes en mis oraciones.

Sergio Mauricio Téllez Gaitán

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y sabiduría para culminar exitosamente con este proyecto.

A mis padres Sergio y Rosa por su apoyo, su esfuerzo y cariño que me brindan todos los días.

A mis hermanos Sergio y Andrea por su voz de aliento y respaldo en el transcurso de toda mi vida.

A todos mis familiares y amigos con quienes he disfrutado cada segundo que compartimos.

Javier Hernando González Díaz

CONTENIDO

	Pag.
1 INTRODUCCIÓN	18
2 GENERALIDADES Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	21
2.1 Municipio de Tona	23
2.2 Corregimiento de Berlín	24
2.3 Corregimiento de Sevilla.....	25
3 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA. MÉTODO DE CARGA CONTAMINANTE.	25
3.1 Metodología para obtener el índice de carga contaminante.	26
3.1.1 La Clase de Contaminante.....	27
3.1.2 La Intensidad del Contaminante.....	28
3.1.3 El modo de disposición del contaminante al subsuelo.	29
3.1.4 Duración de la aplicación de la carga contaminante.	30
3.2 Actividades generadoras de contaminación en el Macizo de Santander. .	31
3.2.1 Fuentes de contaminación difusa.....	31
3.2.2 Fuentes de contaminación puntual.....	33
3.3 Relación y revisión de la información disponible para la identificación de actividades potencialmente generadoras de contaminación.	37
3.4 Aplicación de la metodología para la obtención del índice de carga contaminante en el Macizo de Santander.....	39
3.4.1 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en el desarrollo urbano.....	40
3.4.2 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en actividades pecuarias.....	45
3.4.3 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en zonas de cultivos agrícolas.....	50

3.4.4	Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) para los accidentes ambientales.....	55
4	OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL MAPA DE AMENAZA	61
5	CONCLUSIONES.....	65
6	BIBLIOGRAFÍA	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Zona de Estudio.....	21
Figura 2. Valores de ponderación para las características de la carga contaminante.	27
Figura 3. Clase de contaminante	28
Figura 4. Intensidad del contaminante.	29
Figura 5. Modo de disposición del contaminante.....	30
Figura 6. Duración de aplicación de la carga contaminante.	31
Figura 7. Clase del contaminante Para el Desarrollo Urbano.	41
Figura 8. Intensidad del contaminante para el Desarrollo Urbano.	42
Figura 9. Modo de disposición del contaminante para el Desarrollo Urbano.	42
Figura 10. Duración de aplicación del contaminante para el Desarrollo Urbano. ..	43
Figura 11. Clase de contaminante en la Actividad Pecuaria.....	46
Figura 12. Intensidad del contaminante en la Actividad Pecuaria.....	47
Figura 13. Modo de disposición en la Actividad Pecuaria.....	47
Figura 14. Duración del contaminante en la Actividad Pecuaria.....	48
Figura 15. Clase de contaminante en los Cultivos Agrícolas.	51
Figura 16. Intensidad del contaminante en los Cultivos Agrícolas.....	52
Figura 17. Modo de disposición para los Cultivos Agrícolas.....	52
Figura 18. Duración del contaminante para los Cultivos Agrícolas.....	53
Figura 19. Clase de contaminante en los Accidentes Ambientales.....	56
Figura 20. Intensidad del contaminante en los Accidentes Ambientales.	57
Figura 21. Modo de disposición contaminante en los Accidentes Ambientales.	58
Figura 22. Duración de la carga contaminante en Accidentes Ambientales.	59
Figura 23. Mapa de amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas en el Macizo de Santander.	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de Amenaza.....	27
Tabla 2. Cultivos Agrícolas	33
Tabla 3. Actividades generadoras de contaminación puntual en el Macizo de Santander.	37
Tabla 4. Categorías para caracterización de Desarrollo Urbano	40
Tabla 5. Índices de Carga Contaminante para el Desarrollo urbano.	44
Tabla 6. Categorías para las Actividades Pecuarias.....	45
Tabla 7. Índices de Carga Contaminante de la Actividad Pecuaria.	49
Tabla 8. Categorías de caracterización para los Cultivos Agrícolas.	50
Tabla 9. Índices de Carga Contaminante de los Cultivos Agrícolas.....	54
Tabla 10. Categorías de caracterización para los Accidentes Ambientales.....	55
Tabla 11. Índices de Carga Contaminante en los Accidentes Ambientales.	60

ANEXOS

Anexo 1. Concesiones de agua superficiales	74
Anexo 2. Pozos Sépticos.....	86
Anexo 3. Vertimientos Alcantarillados.....	89
Anexo 4. Cultivos Agrícolas.....	90
Anexo 5. Actividades Contaminación Puntual	91
Anexo 6. Actividades Contaminación Difusa	92
Anexo 7. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Centro Poblado Berlín.	93
Anexo 8. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Cabecera Tona.....	93
Anexo 9. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Vereda Golondrinas.....	94
Anexo 10. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Vereda El Gramal.....	94
Anexo 11. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento La Corcova.....	95

RESUMEN

TITULO:

AMENAZA A LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA PARTE ALTA DE LAS CUENCAS DEL RIO DE ORO, RIO FRIO Y RIO TONA*

AUTORES:

JAVIER HERNANDO GONZALEZ DIAZ,

SERGIO MAURICIO TELLEZ GAITAN**

PALABRAS CLAVES:

Amenaza, Índice de Carga Contaminante, Contaminación, Acuíferos.

DESCRIPCION:

El objetivo de este proyecto es calcular los índices de carga contaminante (ICC) para la zona de estudio, producido por las diferentes actividades antrópicas potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas como por ejemplo el desarrollo urbano, la actividad pecuaria y agrícola, etc. Utilizando la metodología propuesta por Foster e Hirata (1998), que tiene en cuenta cuatro características fundamentales propias de cada contaminante: la clase de contaminante involucrado, la intensidad de la contaminación, el modo en el que el contaminante es descargado al subsuelo y la duración de aplicación de la carga contaminante.

La evaluación de la amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas es indispensable para que junto con estudios de vulnerabilidad se pueda obtener un mapa de peligro, que muestre las condiciones en las que se encuentran los acuíferos y se puedan tomar medidas tanto de control como de prevención para este importante recurso hídrico.

El Rio Tona es la fuente principal de abastecimiento del área metropolitana de Bucaramanga y ha sido localizada como la zona de recarga de los acuíferos de la parte baja de la cuenca del rio Lebrija de ahí la importancia del presente estudio.

Aplicando la metodología planteada, se obtuvo un mapa de amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas, en el sistema de información geográfica ArcGIS 9.3, en coordenadas Magna-Sirgas, en formato Raster con un tamaño de pixel de 30x30 metros. En este se hace la clasificación de amenaza en tres rangos: Baja, Moderada y Alta.

*Proyecto de Grado Modalidad: Trabajo de Investigación.

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. M. Sc., Ph D Sully Gómez Isidro, Co-Director: Ing. Feisan José Gutierrez Lozano

ABSTRACT

TITLE:

THREAT TO GROUNDWATER POLLUTION IN THE UPPER RIVER BASIN ORO, FRIO RIVER AND TONA RIVER*

AUTHORS:

JAVIER HERNANDO GONZALEZ DIAZ,
SERGIO MAURICIO TELLEZ GAITAN**

KEYWORDS:

Threat, Contamination Load Index, Aquifer

DESCRIPTION:

The objective of this project is to calculate the loading rates pollutant (ICC) for the study area, produced by different human activities hazardous to waters ground such as urban development, livestock and agriculture, etc. Using the methodology proposed by Foster and Hirata (1998), which takes into account four basic characteristics themselves for each pollutant: the type of contaminant involved, the intensity pollution, the way in which the pollutant is discharged into subsoil and the duration of the pollutant load.

The assessment of the threat to groundwater contamination is essential so that together with vulnerability assessments can obtain a hazard map, showing the conditions under which aquifers are, and to take measures both control prevention for this important resource.

The Tona River is the main source of supply to the area Bucaramanga metropolitan and has been located as the recharge zone of aquifers in the lower river basin Lebrija hence the importance of this study.

Applying the proposed methodology, we obtained a map of threat contamination of groundwater in the information system ArcGIS 9.3 geographic, Magna-SIRGAS coordinates in raster format pixel size of 30x30 meters. This classification is threat in three ranges: Low, Moderate and High.

*Graduation Project Mode: research work

**Physical-Mechanical Engineering Faculty, Civil Engineering School. Director: Ing. M. Sc., Ph D Sully Gómez Isidro, Co-Director: Ing. Feisan José Gutierrez Lozano

1 INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua dulce en el mundo es cada vez más crítica y compleja debido al incremento de la población, la actividad industrial y otros factores que han generado gran contaminación en nuestras fuentes hídricas. Por tal motivo es importante el manejo y control que se les deben dar a las aguas subterráneas dadas que estas son un recurso estratégico tanto a presente como a futuro en diversos usos que se le pueden dar a esta, ya sea de manera doméstica ó industrial.

Las aguas subterráneas son generadas principalmente por el exceso de las precipitaciones que se infiltran directa o indirectamente hacia el subsuelo, por tanto toda actividad que se realice en la superficie pueden llegar a convertirse en una fuente potencial de contaminación para este recurso hídrico subterráneo, haciéndolo inaceptable para el consumo humano.

Existen muchas formas de contaminación de aguas subterráneas y que sin ser tan obvias representan un gran peligro para la potabilidad de este recurso: el uso de fertilizantes y pesticidas en los cultivos, inadecuada disposición de aguas negras y el mal manejo de residuos industriales son algunas de las principales actividades que pueden generar contaminación a los acuíferos.

En la zona de estudio se han identificado presencia de acuíferos en las rocas meteorizadas del Neis de Bucaramanga y Cuarzomonzonitas, así como también se han localizado zonas de recarga a estos y a los acuíferos de las zonas aluviales de Bucaramanga.

En la zona montañosa de la cuenca superior del Rio Lebrija, se presentan diversas actividades capaces de afectar de manera directa la calidad de las aguas subterráneas, entre estas se encontraron: zonas de cultivos agrícolas, desarrollo de actividad avícola, ganadera y porcícolas, redes de alcantarillado propensas a

presentar fugas por su tiempo de uso, cementerios, estaciones de servicio, sistemas de saneamiento in situ (pozos sépticos), zonas de almacenamiento de combustible en superficie. Por otro lado la existencia de manantiales en la zona de estudio sugiere que el agua subterránea se encuentra propensa a cualquier tipo de contaminante que se disponga en la zona.

La metodología adoptada para la realización del estudio de la amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas para la zona montañosa de las cuencas del Rio Tona, Rio Frio y Rio de Oro (área del Macizo de Santander) es la establecida por Foster e Hirata (1988), la cual nos permite establecer valores de Índice de Carga Contaminante (ICC) para cada tipo de actividad, con el fin de catalogarlos en rangos de amenaza y llegar así a un producto final que es el mapa de amenaza a la contaminación del agua subterránea.

En el primer capítulo se presenta la descripción de la zona de estudio junto con sus generalidades, en el segundo capítulo mencionamos la metodología utilizada para la realización del proyecto junto con la caracterización y evaluación del índice de carga contaminante (ICC) de cada una de las actividades de las cuales se tiene información. En el tercer capítulo se presenta el resultado final de este estudio que es el mapa de amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas. En el cuarto capítulo se realizan conclusiones de acuerdo con el mapa obtenido. Y por último en el quinto capítulo se exponen observaciones y recomendaciones que se deben tener en estudios posteriores.

El mapa de amenaza se realizó con la ayuda del software computacional ArcGIS 9.3, y su sistema de referenciación será en coordenadas Magna Sirgas, el formato en el que se trabajara será RASTER, teniendo pixeles de tamaño 30x30 metros.

Lo que se espera con este estudio es generar concientización en los entes encargados del cuidado del medio ambiente y que junto con otros estudios de vulnerabilidad se pueda llegar a determinar el peligro a la contaminación del agua

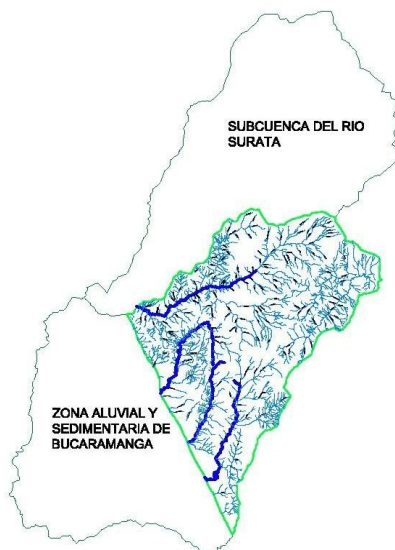
subterránea esta parte de la cuenca superior del río Lebrija que cuenta con una riqueza natural incalculable.

2 GENERALIDADES Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra localizada en el sector montañoso de la Cuenca Superior del Río Lebrija, también conocida como el Macizo de Santander, comprendiendo además la zona del paramo de Berlín. Dentro de la zona se encuentran el municipio de Tona y el corregimiento de Berlín pertenecientes a la provincia de Soto, los cuales presentan mayor población en su zona rural. El área que comprende este estudio se encuentra alrededor de los 446 Km², presentando una población de 6854 habitantes encontrados en la zona urbana y rural de Tona y Berlín, la zona de estudio se encuentra entre los 1100 y los 3500 m.s.n.m., donde predominan climas fríos, especialmente en la zona del páramo en Berlín.

Se encuentra limitada al suroeste por la falla de Bucaramanga, al sureste por la divisoria de aguas de la Microcuenca de Oro Alto, al noroeste por la divisoria de aguas de la Microcuenca de Tona y al noreste por el páramo de Berlín.

Figura 1. Mapa Zona de Estudio



En la Figura 1. Se muestra la ubicación de la zona de estudio en la Cuenca Superior del Rio Lebrija, en ella podemos ver los límites que presenta, mencionados anteriormente.

Dentro de la hidrografía de la zona los ríos principales son: El Rio Tona, Frio, Lato y Oro.

En la Microcuenca de Tona, predomina la vegetación natural (bosques, rastrojos, matorrales y pajonales) ocupando el 38,6% del área de la Microcuenca, y en segundo lugar se destacan los potreros diversos con un 33,4 % sobre el total de la Microcuenca. (POA Tona, 2002).

Para la Microcuenca del Rio Oro Alto se presentan zonas de bosques primarios como es el caso de las veredas Santa Rita y Cristales donde existen grandes extensiones de tierra con un alto grado de importancia ecosistémica, como lo son el bosque Altoandino y la Zona Páramo; además, presenta zonas de bosques secundarios en la vereda Llanitos.(POA Oro, 2004)

La Microcuenca del Rio Frio se caracteriza por poseer en la parte alta zonas de bosque natural secundario especialmente en las veredas San Ignacio y La Judía, hay un sector el cual hace parte del Distrito de Manejo Integral (DMI) en la vereda Helechales siendo esta una área protegida: lo restante de la Microcuenca se encuentra repartido en zonas de rastrojos, pastos naturales y cultivos mixtos. (POA Oro, 2004)

La Microcuenca del Rio Lato posee diferentes usos entre los cuales tenemos una zona de bosque secundario en la parte alta, existen también pequeñas zonas de bosques plantados y el resto del territorio de la Microcuenca se encuentra ocupado principalmente por zonas de cultivos mixtos y zonas de rastrojos. (POA Oro, 2004)

En la parte del páramo de Berlín se presentan principalmente áreas de bosques paramunos, existen también bosques secundarios y en menor escala cultivos

transitorios y bosques plantados. (DMI Berlín, 2007). Las cuencas del Rio Tona, Rio Frio y Rio de Oro se encuentran intervenidas por diferentes actividades antrópicas como son los cultivos transitorios, algunas actividades de ganadería y algunas granjas avícolas, actividades que no son reportadas en los mapas de uso del suelo, ni en listados o inventarios en donde se presente la información completa de estas actividades que puedan generar contaminación.

El mapa de uso de suelos tenido en cuenta en este proyecto se encuentra en el anexo 6.

2.1 Municipio de Tona

El municipio de Tona se encuentra localizado en el Nororiente de la Cuenca Superior del Río Lebrija, según coordenadas 7° - 15' de latitud norte y a 73° - 03' de longitud oeste. La cabecera municipal está ubicada a 37 Km de Bucaramanga. Tona limita por el norte con los municipios de Charta y Vetas, al sur con Santa Bárbara, Piedecuesta y Floridablanca y al occidente con Bucaramanga, al oriente el departamento de Norte de Santander.

Su población es de 696 habitantes en su cabecera municipal (DANE, 2010). Tiene una extensión de 33.937 hectáreas, se encuentra entre los 1.100 y los 3.500 m.s.n.m., posee temperaturas medias entre los 6 y los 22 °C , con épocas de veranos cortos a principios y mediados del año, predominan los climas fríos a muy fríos, ubicado en las zonas de vida bosque húmedo premontano, bosque húmedo montano bajo y páramo subandino.

En la producción agrícola se destacan los cultivos limpios como el frijol, apio, papa y cebolla junca, entre otros; los cultivos permanentes como el café con sombrío de árboles.

El municipio de Tona se encuentra en la Microcuenca del Rio Tona y es el principal abastecedor del recurso hídrico del departamento ya que de sus fuentes

abastecen la mayor parte del acueducto del área metropolitana de Bucaramanga, la riqueza hídrica se convierte en la más importante potencialidad del municipio, y al mismo tiempo el manejo de las fuentes de agua se convierte en su principal conflicto.

2.2 Corregimiento de Berlín

Berlín se ubica en el departamento de Santander, es un corregimiento del municipio de Tona, se encuentra ubicado sobre la vía troncal del norte, en la vía Bucaramanga – Cúcuta, en el páramo de Berlín (Km 48 a Km 70), en una región de páramo Seco, apta para el desarrollo ecológico. El centro poblado de Berlín se caracteriza por tener áreas urbanísticas, servicios, loteo y suelo urbano construido a lo largo de las vías que la comunican con Bucaramanga, sobre la vía a Tona, Vetas y Baray.

La temperatura guarda un comportamiento estable durante el año, con un promedio anual de 8.7 °C, manifestándose como los más fríos en el promedio los meses de Enero y Julio y la mayor temperatura se presenta en Mayo.

Según el DMI del páramo de Berlín, este cuenta con una extensión de 44.272 hectáreas, su población actual en el casco urbano es de 2057 habitantes, está ubicado al norte de la Cordillera Oriental de Colombia, en la unidad biogeografía de Santurban.

Dado que las características del centro poblado son las propias de un ecosistema estratégico, en Berlín la distribución ocupacional es en gran parte agrícola, dedicando su tiempo específicamente en el cultivo de la cebolla larga (junca).

El 57.1 % del área del Páramo de Berlín se encuentra poblado de vegetación paramuna (40.7 % de pajonales correspondientes a 18.003 hectáreas, Herbáceas o Paramunos 9.9 %, hojas anchas 6,3% y Rastrojo 0,5%). Por sus atributos

ambientales y sus funciones ecológicas, fue considerado dentro de las prioridades de conservación del nororiente colombiano, este importante ecosistema está amenazado de manera significativa por la expansión de las actividades agrícolas y ganaderas tradicionales.

2.3 Corregimiento de Sevilla

Sevilla se ubica en el departamento de Santander es un corregimiento del municipio de Piedecuesta, cuenta con aproximadamente 60 casas en estado regular con servicios de agua y luz, pero no tiene servicio de alcantarillado.

Los nacimientos de agua se encuentran en mal estado debido a las talas indiscriminadas. El clima es frío y el cultivo predominante es la mora y las hortalizas de producción familiar. En la producción pecuaria se destacan las granjas porcícolas, esta actividad se desarrolla en zonas adyacentes a las viviendas.

3 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA. MÉTODO DE CARGA CONTAMINANTE.

En este trabajo se presenta la metodología planteada por Foster e Hirata (1988), para la caracterización de la carga contaminante, como una vía para llegar a la evaluación de la amenaza a la contaminación. Para la aplicación de esta metodología, se utilizará la información recolectada de todas las actividades potencialmente generadoras de carga contaminante en el agua subterránea, la información recolectada fue obtenida a través de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Ingeominas y el Ministerio de Minas y Energía.

3.1 Metodología para obtener el índice de carga contaminante.

Al aplicar una carga contaminante al subsuelo, esta llega a presentar 4 características fundamentales: la clase, la intensidad, el modo de descarga y la duración.

La suma de estas características da un valor de índice de carga contaminante, ver ecuación (1). A continuación se relacionan los factores que contribuyen a los productos de la suma.

$$\text{ICC} = \text{VRC} * \text{CIFC} + \text{VRI} * \text{CIFI} + \text{VRM} * \text{CIFM} + \text{VRT} * \text{CIFT} \quad (1)$$

VRC: Valor relativo asignado a la clase de contaminante.

CIFC: Coeficiente de importancia del factor clase de contaminante.

VRI: Valor relativo asignado a la intensidad de contaminación.

CIFI: Coeficiente de importancia del factor intensidad del contaminante.

VRM: Valor relativo asignado al modo de disposición.

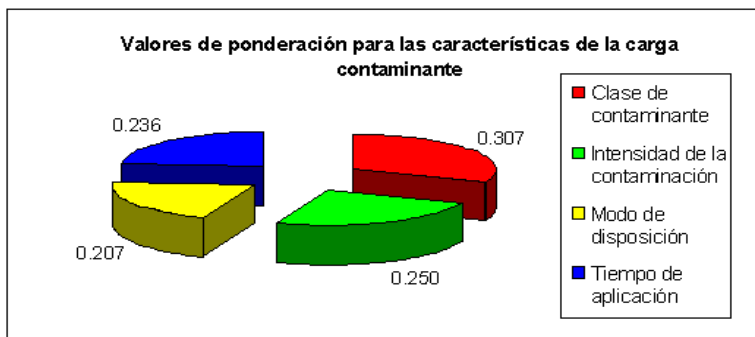
CIFM: Coeficiente de importancia del factor modo de disposición.

VRT: Valor relativo asignado al tiempo de duración de la carga Contaminante.

CIFT: Coeficiente de importancia del factor tiempo de duración.

En la figura 2 se presentan los coeficientes de importancia para cada característica, en la cual la clase de contaminante será la que presente mayor importancia para el cálculo de este índice.

Figura 2. Valores de ponderación para las características de la carga contaminante.



FUENTE: Rueda y Ángel, 2004.

Para la clasificación del índice de carga contaminante, se ha decidido tomar la sugerida por Corantioquia (2004), debido a que sus valores numéricos parecen ser razonables. El índice de carga se expresa en rangos de elevado, moderado o reducido, cuyos valores se presentan a continuación.

Tabla 1. Rangos de Amenaza

ICC	Elevado	Moderado	Reducido
Rangos	1.0 – 0.61	0.60 – 0.31	0.3 – 0

FUENTE: Corantioquia, 2002.

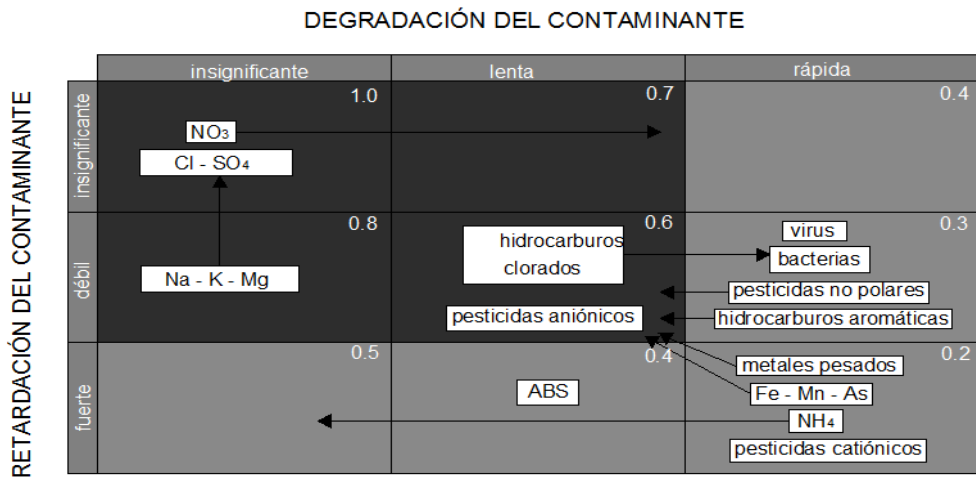
A continuación se define las categorías en las cuales se caracterizan las cargas contaminantes.

3.1.1 La Clase de Contaminante.

Esta puede ser definida por su tendencia hacia la degradación o transformación in-situ, como resultado de actividad bacteriológica o reacción química, y su tendencia hacia el retardo, respecto al flujo de agua subterránea, como resultado de procesos de intercambio de cationes, sorción, etc. (Foster e Hirata, 1988). Como

se muestra en la Figura 3, en donde se ve la clase del contaminante, según la degradación y retardación que sufren los diferentes tipos de contaminantes.

Figura 3. Clase de contaminante

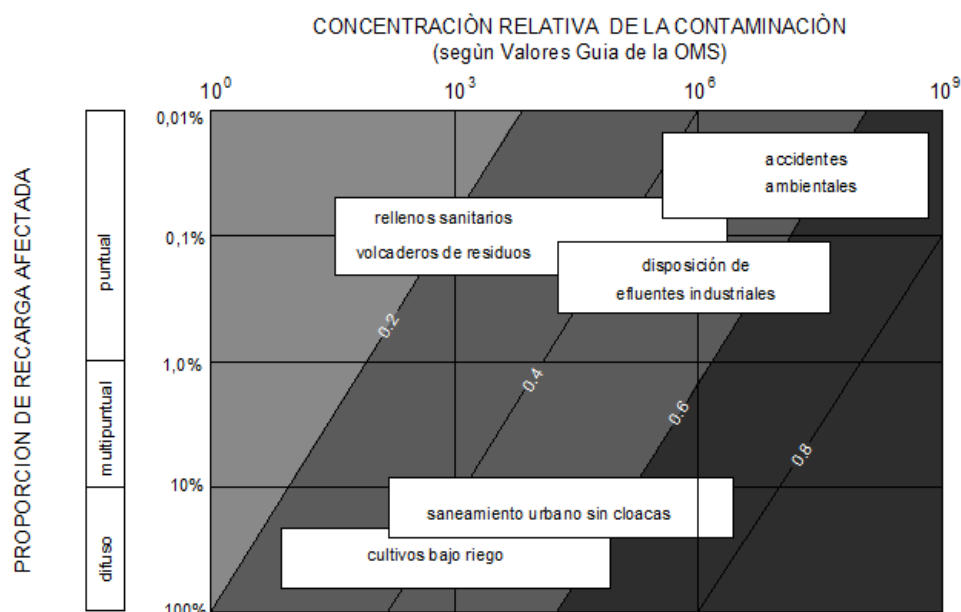


FUENTE: Foster e Hirata, 1988.

3.1.2 La Intensidad del Contaminante.

Esta se puede llegar a definir como la concentración relativa de cada contaminante involucrado, en relación a los valores recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para la calidad del agua potable, y la proporción de la recarga local del agua subterránea afectada por la contaminación. (Foster e Hirata, 1988). En la figura 4 se ve la relación de la concentración y la proporción de la recarga local del agua subterránea afectada por la contaminación, la cual está dada en contaminación puntual (puntos de contaminación definido y mas concentradas), multipuntual y difusa (afecta un área mayor del acuífero).

Figura 4. Intensidad del contaminante.

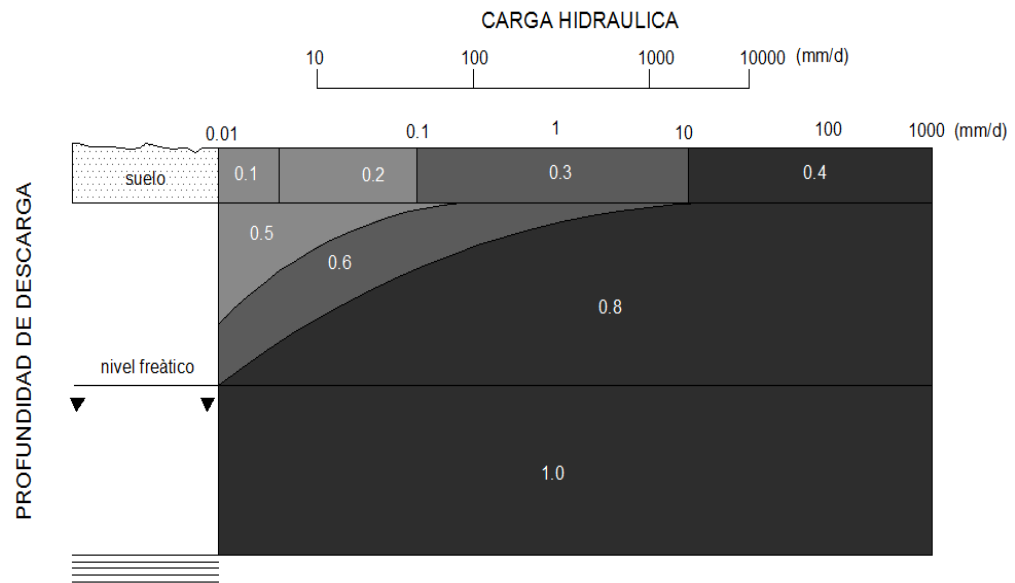


FUENTE: Foster e Hirata, 1988.

3.1.3 El modo de disposición del contaminante al subsuelo.

Está definida por la carga hidráulica asociada al contaminante, incluyendo infiltración natural de precipitación y la profundidad bajo superficie a la que el efluente es descargado o donde la lixiviación de residuos sólidos ocurre. (Foster e Hirata, 1988). La figura 5 muestra la relación entre la carga hidráulica y la profundidad de aplicación del contaminante en relación al nivel freático y la zona no saturada.

Figura 5. Modo de disposición del contaminante.

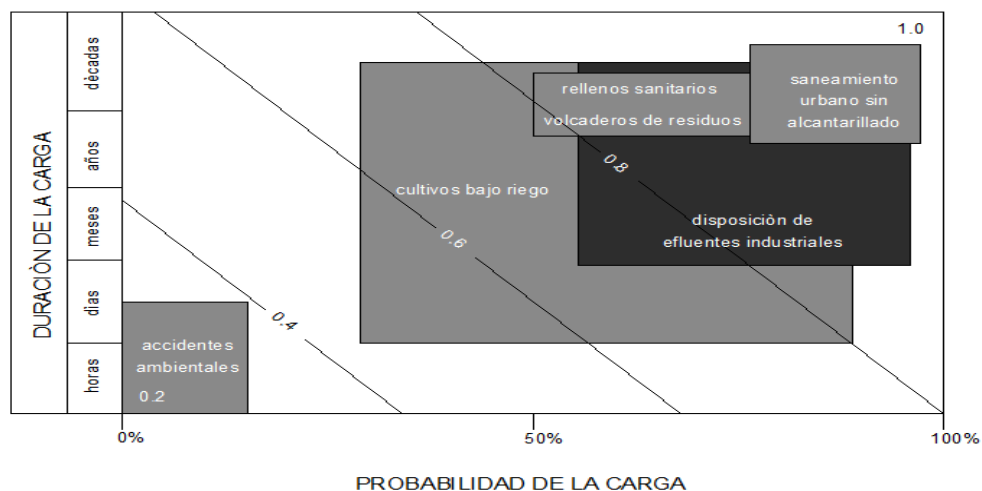


FUENTE: Foster e Hirata, 1988.

3.1.4 Duración de la aplicación de la carga contaminante.

Este se puede definir como la probabilidad existente de que el contaminante sea descargado al subsuelo, y el periodo durante el cual se aplica esta carga. (Foster e Hirata, 1988). En la Figura 6 se muestran la interacción entre la probabilidad del contaminante dada desde la mínima 0% hasta la máxima 100% y la duración de aplicación del contaminante presentada en una escala de tiempo de horas a décadas.

Figura 6. Duración de aplicación de la carga contaminante.



FUENTE: Foster e Hirata, 1988.

3.2 Actividades generadoras de contaminación en el Macizo de Santander.

Las aguas subterráneas se originan principalmente debido a la precipitación que se infiltra directa o indirectamente a través de la superficie del suelo. En la zona de estudio se desarrollan diversas actividades antrópicas las cuales son fuentes de contaminación que constituyen una amenaza a la calidad de las aguas subterráneas, especialmente porque esta zona ha sido localizada como zona de recarga a los acuíferos de la parte baja de la cuenca (Gómez, Colegial, 2003).

Las actividades potencialmente generadoras de contaminación, se clasifican según su distribución espacial de las siguientes maneras:

3.2.1 Fuentes de contaminación difusa

Estos tipos de fuentes no generan focos de contaminación claramente definidos, sino que impactan un área mayor del acuífero, provocando dificultad en su identificación y localización precisa.

En la zona de estudio se presentan las siguientes fuentes de contaminación difusa:

- **Contaminación generada por fugas en las redes de sistemas de alcantarillado**

En las zonas residenciales con sistemas de alcantarillado, debido al material y el tiempo de funcionamiento que estos presenten, están propensos a la generación de fugas debido al deterioro sufrido a lo largo de los años y por procesos de percolación las aguas residuales pueden llegar hasta los acuíferos. Dicha situación se presenta para los cascos urbanos del municipio de Tona y los corregimientos de Berlín y la Corcova en donde se presentan sistemas con alcantarillado para la población. El resto de lugares en donde se presenta población y no se encuentran dentro de estos cascos urbanos la disposición de las aguas residuales se hace directa al suelo. La vereda de Sevilla no tiene información de redes de alcantarillados o vertimientos cercanos a su centro poblado.

- **Contaminación por utilización de fertilizantes y plaguicidas en zonas de cultivos agrícolas**

Los cultivos agrícolas son una de las actividades que mas genera contaminación al subsuelo debido al uso de abonos, fertilizantes y plaguicidas utilizados para hacer crecer y fructificar las plantaciones. Las prácticas agrícolas producen contaminación difusa generada por nutrientes (especialmente nitratos) y pesticidas. Según Foster e Hirata 1998, más del 75% del nitrógeno total aplicado al suelo puede ser oxidado y lixiviado al agua subterránea.

En la zona encontramos áreas de cultivos transitorios en los que sobresalen el frijol, la papa tecnificados y la cebolla junca entre otros, también se destacan los cultivos permanentes como el café tecnificado y en menor escala cultivos frutales y cacao. Existen áreas de cultivos semipermanentes como el plátano, la caña, el tomate de árbol y la mora, que al ser cosechados se cortan o podan y vuelven a producir otra cosecha. Para las tierras agropecuarias mixtas existe una zona considerable de cultivos-pastos-rastrojos.

En la tabla 2 se muestra los cultivos agrícolas con el área de cada uno de ellos. Esta información fue suministrada por la CDMB en los Planes de Ordenamiento Ambiental (POA) de las Microcuencas de Rio de Oro y Tona, también del DMI (Distrito de Manejo Integrado) de Berlín; de los mapas de usos de suelos.

Tabla 2. Cultivos Agrícolas

CULTIVOS AGRÍCOLAS			
GRAN GRUPO	GRUPO	SUBGRUPO	AREA (Ha)
TIERRAS AGROPECUARIAS MIXTAS	<i>CULTIVOS AGRÍCOLAS</i>	C. SEMIPERMANENTES	49.5
		C. MIXTOS	1597.1
		C. PERMANENTES	239.83
		C. TRANSITORIOS	1235.36
	<i>TIERRAS AGROPECUARIAS MIXTAS</i>	CULTIVOS-PASTOS-RASTROJOS	4213.07
TIERRAS AGROFORESTALES	<i>SILVOAGRÍCOLA</i>	CAFÉ SOMBRA	45.47
		CULTIVOS PERMANENTES O SEMIPERMANENTES SOMBRÍO	396.91
INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA	<i>URBANA</i>	ZONA URBANA	47.24

Fuente CDMB

3.2.2 Fuentes de contaminación puntual

Es la producida por un foco determinado afectando a una zona, su detección y control son relativamente sencillos. Sin embargo se considera que cuando se presentan fuentes de contaminación puntual a distancias cercanas, estas se

consideran como de afectación multipuntual, de tal manera están propensas a afectar un área del acuífero y tornarse de contaminación difusa. En la zona se identificaron las siguientes actividades como potenciales generadoras de contaminación puntual.

- **Contaminación por fugas en tanques de combustible enterrados en estaciones de servicio.**

Estas instalaciones manejan grandes cantidades de hidrocarburos en tanques enterrados que no permiten la inspección visual, estos tanques con el paso del tiempo se pueden corroer, después de 20 años la probabilidad de que se presenten fisuras es muy alta lo que puede afectar considerablemente la calidad de las aguas subterráneas. Para nuestra zona de estudio se encuentra una sola estación de servicio “La Berlinera” ubicada en el municipio de Tona. Información obtenida de “Estaciones de Servicio Automotriz Certificadas” del Ministerio de Minas y Energía 2010.

- **Contaminación por almacenamiento de combustible en superficie.**

En barrios como Miraflores, Buenos Aires, Morrórico, Balconcitos, Albania y a lo largo de la vía a Bucaramanga-Cúcuta se encuentran ventas de gasolina ilegal, para el almacenamiento de esta no se tiene en cuenta ninguna medida de seguridad, sino que las almacenan en pisos, paredes, bodegas, y en patios de viviendas. Esta disposición y manejo inadecuado que se tiene con este hidrocarburo hace más probable que se infiltre al subsuelo alterando enormemente la calidad de las aguas subterráneas. La ubicación de estas fuentes de contaminación se hizo de manera aleatoria en los Barrios identificados, en artículos de periódicos, en los que se mencionan estos lugares como puntos de comercialización de este hidrocarburo. No existe ningún estudio o análisis de esta situación, que es evidente a lo largo de la carretera Bucaramanga-Cúcuta donde se comercializa, según periódicos locales.

- **Contaminación en los sitios de vertimientos de las redes de alcantarillado.**

Ninguno de los sistemas de alcantarillados de la zona, realiza tratamiento de sus aguas residuales y son vertidas directamente a ríos y quebradas, lo que afecta directamente las aguas superficiales y por ende las aguas subterráneas debido a la infiltración. En la zona se encontraron cinco puntos de vertimientos de alcantarillados, el Municipio de Tona, los corregimientos de Berlín y la Corcova, las veredas Golondrinas y el Gramal. La información de vertimientos fue encontrada en los planes de manejo de vertimientos de los municipios de Tona y Berlín, suministrada por la CDMB.

- **Contaminación por sistemas de pozos sépticos.**

Este sistema de saneamiento, se presenta como fuente potencial de contaminación, debido a la infiltración de lixiviados generados por las fracciones solidas dispuestas en estos lugares. En este tipo de sistemas in situ, el contaminante que se considera como potencia perjudicadora para el acuífero son los nitratos (NO_3), generados por las aguas residuales. La información de pozos sépticos encontrados en la zona, fue suministrada del listado de solicitudes de pozos sépticos de la CDMB y se encuentran todos localizados hacia la zona de Morrórico, la demás área de estudio no cuenta con esta información, por tanto la amenaza finalmente será subestimada respecto a este tipo de contaminación.

- **Contaminación de aguas residuales descargadas directamente al terreno.**

En los sistemas sin alcantarillados algunos puntos vierten sus aguas residuales directamente al terreno sin ningún tipo de manejo, esto no solo puede causar contaminación a las aguas subterráneas sino que también presenta malos olores, la fracción solida de los residuos, en estos puntos permanece en el suelo y es lixiviada progresivamente al subsuelo por infiltración de la precipitación. La

identificación de estos puntos de descarga directa, se realizó mediante el listado de concesiones de aguas superficiales entregado por la CDMB (Anexo 1), donde se consideró que todos los puntos de concesiones que fueran para uso doméstico y no se encontraran dentro de un sistema de saneamiento para recolectar aguas residuales (redes de alcantarillado, pozos sépticos, etc.), presentaban descarga directa al terreno.

- **Contaminación generada por los restos humanos en los cementerios.**

Los cementerios pueden ser una amenaza para la calidad de las aguas subterráneas, si no es controlada adecuadamente, el proceso de mineralización de las partes orgánicas de los restos humanos, los cuales propician la formación de olores desagradables y sustancias solubles portadoras de gérmenes patógenos (Espinoza, 2001). En la zona de estudio se encontró un cementerio ubicado en el municipio de Tona, esta información fue suministrada por la CDMB en Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Tona.

- **Contaminación producida por actividad pecuaria.**

En las actividades de ganadería, avicultura y porcicultura la contaminación procede principalmente de restos orgánicos que caen al suelo y debido a la precipitación provocan grandes tasas de infiltración de nitratos.

La identificación de los sitios en donde se presentaba actividad ganadera, se hizo mediante el listado de concesiones de aguas superficiales, considerando aquellas que presentasen uso para abrevadero, como sitio de ganadería.

La información de estos sitios se encontró en el listado de solicitudes de granjas avícolas y porcícolas, entregado por la CDMB.

- **Contaminación en manantiales producidos por accidentes ambientales.**

La gran cantidad de usos del suelo que se presentan en la zona del Macizo de Santander, propicia la contaminación de manantiales o nacimientos de agua, para los cuales no se tiene ningún cuidado, ni precaución. Los manantiales que son numerosos en la zona de estudio, están indefensas a cualquier contaminante que puede ser generado por animales tanto vivos como muertos de manera accidental.

La información de manantiales presentes en la zona de estudio, fue suministrada por el Ingeominas, del estudio hidrogeológico realizado al Macizo de Santander. (INGEOMINAS, 2009).

3.3 Relación y revisión de la información disponible para la identificación de actividades potencialmente generadoras de contaminación.

La información de las actividades potencialmente generadoras de contaminación en el Macizo de Santander, fue suministrada por entes gubernamentales como la CDMB, Ingeominas y el Ministerio de Minas y Energía. En la tabla 2 se presentan las diferentes actividades identificadas en la zona, relacionándolas con las descritas en la metodología de Foster e Hirata (1988), como fuentes potenciales de contaminación al agua subterránea. En la tabla se presenta también la fuente de donde se obtuvo dicha información.

Tabla 3. Actividades generadoras de contaminación puntual en el Macizo de Santander.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FUENTE
POZOS SÉPTICOS	70	Listado de Solicitudes de Pozos Sépticos CDMB.
GRANJAS AVÍCOLAS	16	Listado de Solicitudes de Granjas Avícolas CDMB.
GRANJAS PORCÍCOLAS	14	Listado de Solicitudes de Granjas Porcícolas CDMB.
CONCESIÓN SUPERFICIAL USO HUMANO	100	Listado de Solicitudes de Concesiones de Aguas CDMB.
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN SUPERFICIE		Artículos de Periódico, Vanguardia Liberal, El Tiempo.
GANADERÍA	141	Listado de Solicitudes de Concesiones de Aguas CDMB

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FUENTE
MANANTIALES	125	INGEOMINAS-GRUPO GPH (UIS)
CEMENTERIOS	1	Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio Tona CDMB
VERTIMIENTOS	5	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) CDMB
ESTACIONES DE SERVICIO	1	Estaciones de Servicio Automotriz Certificadas Ministerio de Minas y Energía

Esta información fue revisada y analizada para su posterior aplicación en la metodología de evaluación de amenaza en las aguas subterráneas, sin embargo la información presentaba falencias, ya que no todas poseían la información adecuada y necesaria para la realización de este estudio.

Se encontraron 70 pozos sépticos en el listado otorgado por la CDMB, los cuales se localizaban alrededor de la falla de Bucaramanga, sin presentar información para la zona de montaña. El estudio de inventario de pozos sépticos se encuentra aún en estudio por parte de esta entidad, por tal motivo no se pudo hacer un mayor análisis para este tipo de saneamiento in situ. El resultado de este estudio subestimara la Amenaza por este tipo de contaminación en otros sitios de la zona de estudio.

La información encontrada para granjas avícolas y porcícolas, presentaba deficiencias en su contenido, ya que estas no presentaban localización exacta en donde se encuentran dichas granjas. En los listados de granjas avícolas y porcícolas presentados por la CDMB, solo se mostraba información del municipio y la vereda en la que estas se encontraban, por tal motivo la ubicación de esta actividad se realizo de manera aleatoria a lo largo y ancho de la vereda donde se indicaba que se encontraban las granjas.

Para la zona del Macizo de Santander la CDMB se encuentra adelantando trabajos de identificación y control de todos los puntos de vertimientos a corrientes superficiales o a terreno, los cuales aun se encuentran en proceso de estudio, por tal motivo hasta la fecha no se encontraba información acerca de vertimientos

realizados por actividades industriales, por ende en este estudio no se presentan las actividades industriales como puntos de contaminación, ya que no se encontró información relacionada a este tipo de actividad.

Los almacenamientos de combustible en superficie se realizan de manera ilegal, de tal manera su identificación y localización exacta de estos focos de contaminación no era posible, sin embargo se trato de realizar una aproximación a los lugares donde se podía encontrar, esto se realizo mediante publicaciones de artículos en diferentes periódicos de la región y el país (Vanguardia Liberal y El Tiempo), en los que realizaban mención de los barrios y lugares en los que se habían encontrado depósitos de este combustible dispuestos en la superficie del terreno.

3.4 Aplicación de la metodología para la obtención del índice de carga contaminante en el Macizo de Santander.

Para la aplicación de la metodología se realizo una clasificación de todas las actividades encontradas en la zona, dividiéndolas de la siguiente forma.

- Desarrollo Urbano.
- Actividad Pecuaria.
- Cultivos Agrícolas.
- Accidentes Ambientales.

Para cada una de las cuatro actividades presentadas anteriormente se realizo una ramificación, en donde se pudo subdividir en grupos, subgrupos y por últimos categorías, con el fin de caracterizar cada una de estas a través de la metodología de Foster e Hirata (1988).

3.4.1 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en el desarrollo urbano.

En el desarrollo urbano se tuvieron en cuenta todas aquellas actividades en las que se encuentran zonas residenciales y presentan o no sistemas de saneamiento para el tratamiento de aguas residuales, a su vez incluye cementerios y los lugares en donde se encontró almacenamiento de combustible. En la tabla 4 se muestran las categorías a utilizar en el desarrollo urbano.

Tabla 4. Categorías para caracterización de Desarrollo Urbano

DESARROLLO URBANO				
GRUPO	SUBGRUPO 1	SUPGRUPO 2	SUBGRUPO 3	CATEGORIA
SANEAMIENTO	Aguas Residuales	Con Sistema de Alcantarillado	Puntos de vertimiento	DU1
			Con Fugas	DU2
		Sin Sistema de Alcantarillado	Pozos Sépticos	DU3
			Descargas a superficie	DU4
CEMENTERIOS				DU5
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	En Superficie			DU6
	Enterrados	Estaciones de Servicio		DU7

En los anexos 1, 2 y 3 se muestran la información de concesiones superficiales, pozos sépticos y vertimientos de los alcantarillados, en el anexo 5 se muestra su distribución espacial en la zona de estudio.

Como se muestra en la figura 7 el contaminante que más se presenta en el desarrollo urbano es el nitrato (NO_3), provocado por las aguas residuales.

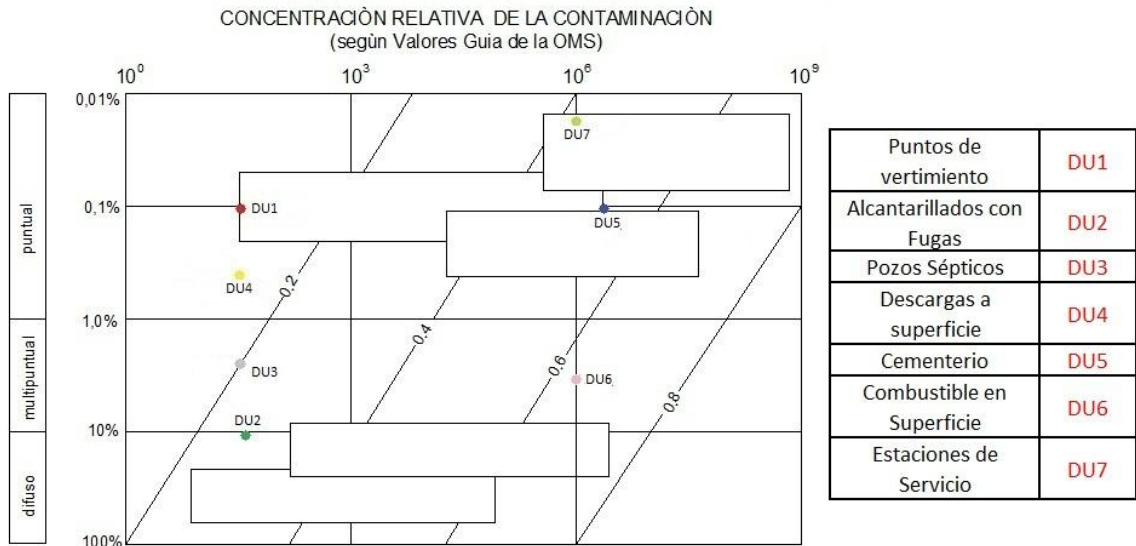
También se encuentran los virus y bacterias generados por los cementerios y los hidrocarburos en los almacenamientos de combustible.

Figura 7. Clase del contaminante Para el Desarrollo Urbano.



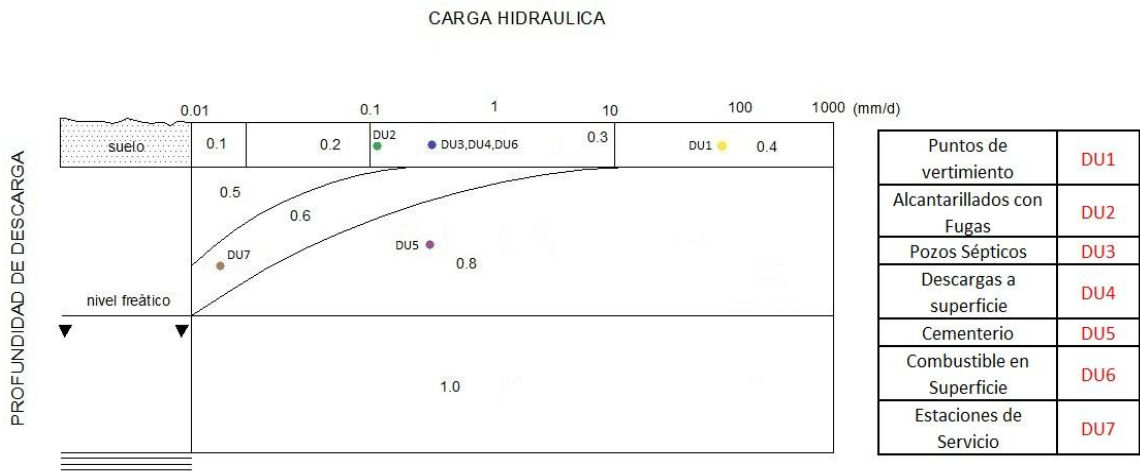
En el desarrollo urbano la mayoría de actividades presentan contaminación puntual a excepción de las zonas de alcantarillados con fugas, que presentan contaminación difusa, los pozos sépticos y el almacenamiento de combustible en superficie que se consideran como multipuntual. En la figura 8 se muestra la caracterización de la intensidad para el desarrollo urbano.

Figura 8. Intensidad del contaminante para el Desarrollo Urbano.



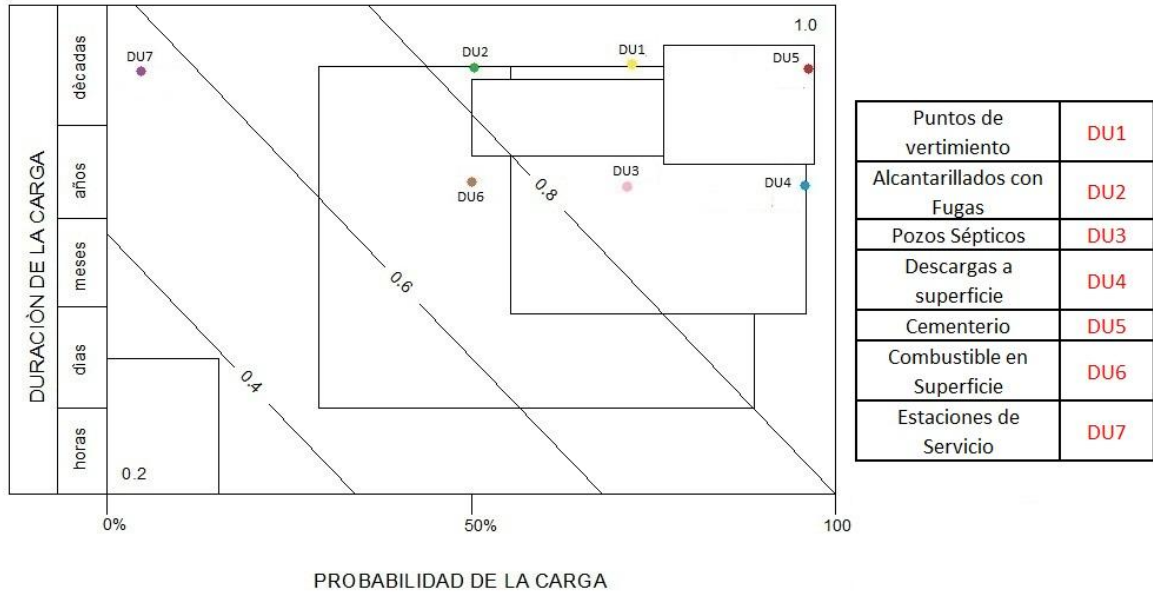
En la figura 9 se muestra la caracterización de la carga contaminante según su modo de disposición, en el que se observa las descargas realizadas en cada actividad con relación al nivel freático, donde la recarga efectiva por precipitación utilizada será entre 250 mm/año y 500 mm/año.

Figura 9. Modo de disposición del contaminante para el Desarrollo Urbano.



En la figura 10 se muestra la duración de aplicación del contaminante, mostrando la probabilidad de contaminación de cada actividad para el desarrollo humano en relación a la duración en la que se aplica el contaminante.

Figura 10. Duración de aplicación del contaminante para el Desarrollo Urbano.



Después de haber obtenidos los valores relativos para cada una de las características del contaminante dados por la actividad que se realiza, se procedió a calcular el índice potencial de carga contaminante (ICC). El cual se muestra para cada una de las categorías en la tabla 5. Resumiendo los parámetros utilizados en cada categoría de desarrollo urbano tanto para la clase, la intensidad, el modo de disposición y la duración del contaminante.

El rango de amenaza que presenta cada categoría se muestra en la tabla indicando si el valor es alto, bajo o moderado. El índice de carga contaminante (ICC), se calcula mediante la ecuación (1). (Rueda y Ángel, 2004).

Tabla 5. Índices de Carga Contaminante para el Desarrollo urbano.

DESARROLLO URBANO												
ACTIVIDAD	CATEGORIA DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	CLASIFICACION DEL CONTAMINANTE								AMENAZA	
			CLASE	OBSEVACIONES	INTENSIDAD	OBSEVACIONES	MODO	OBSEVACIONES	DURACION	OBSEVACIONES	INDICE DE CARGA CONTAMINANTE	RANGO
Puntos de Vertimiento	DU1	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante	0.12	50µg/l, contaminación puntual	0.40	Carga hidráulica 103.4mm/d, descarga entre superficie y nivel freático	0.90	Duración en Décadas y 70% de probabilidad	0.63	ALTO
Alcantarillados con Fugas	DU2	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante	0.23	50µg/l, contaminación difusa	0.30	Carga hidráulica 0.163mm/d, descarga entre superficie y nivel freático	0.81	Duración en Décadas y 50% de probabilidad	0.62	ALTO
Pozos Sépticos	DU3	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante	0.20	50µg/l, contaminación Multipuntual.	0.30	Carga hidráulica de 0,68 mm/d, descarga entre superficie y nivel freático	0.85	Duración en Décadas y 70% de probabilidad	0.62	ALTO
Descargas a Superficie	DU4	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante	0.16	50µg/l, contaminación puntual	0.30	Carga hidráulica 0.68mm/d, descarga cerca al nivel freático	1.00	Duración en Años y 100% de probabilidad	0.65	ALTO
Cementerio	DU5	Virus y Bacterias	0.30	Degradación rápida, retardación debil	0.53	Concentración relativa cercana al orden de 10 ⁶ µg/l, contaminación puntual	0.80	Carga hidráulica 0.68mm/d, descarga cerca al nivel freático	1.00	Duración en décadas y 100% de probabilidad	0.63	ALTO
Combustible en Superficie	DU6	Hidrocarburos	0.60	Degradación lenta, retardación débil	0.62	Concentración relativa cercana al orden de 10 ⁶ µg/l, contaminación multipuntual	0.30	Carga hidráulica 5mm/d, descarga entre superficie y nivel freatico	0.74	Duración en años y 50% de probabilidad	0.58	MODERADO
Estación de Servicio	DU7	Hidrocarburos	0.60	Degradación lenta, retardación débil	0.42	Concentración relativa cercana al orden de 10 ⁶ µg/l, contaminación puntual	0.60	Carga hidráulica entre 0,01 mm/d, descarga cerca al nivel freático	0.55	Duración en Decadas y 5% de probabilidad	0.54	MODERADO

3.4.2 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en actividades pecuarias.

En la zona del Macizo de Santander dentro de las actividades pecuarias, se identificó la presencia de granjas porcícolas, granjas avícolas, y actividad ganadera. Las zonas de actividad ganadera se identificaron a través de las concesiones de aguas superficiales en las que presentaban como uso abrevaderos.

Al igual que en las actividades de desarrollo urbano, se realizó la subdivisión de categorías. En la tabla 6 se muestran los grupos, subgrupos y categorías para la actividad pecuaria.

Tabla 6. Categorías para las Actividades Pecuarias.

ACTIVIDAD PECUARIA		
GRUPO	SUBGRUPO 2	CATEGORIA
GANADERIA	Descarga al Terreno	AP1
	Excremento como abono	AP2
PORCICOLAS	Excremento como abono	AP3
AVICOLAS	Excremento como abono	AP4

En el anexo 5 se encuentra el mapa de actividades puntuales en el cual se pueden identificar las diferentes actividades pecuarias de la zona.

En las actividades pecuarias el contaminante que genera más contaminación son los nitratos (NO_3), que son producidos por los lixiviados en los excrementos de los animales, en la figura 11 se muestra la caracterización de las actividades

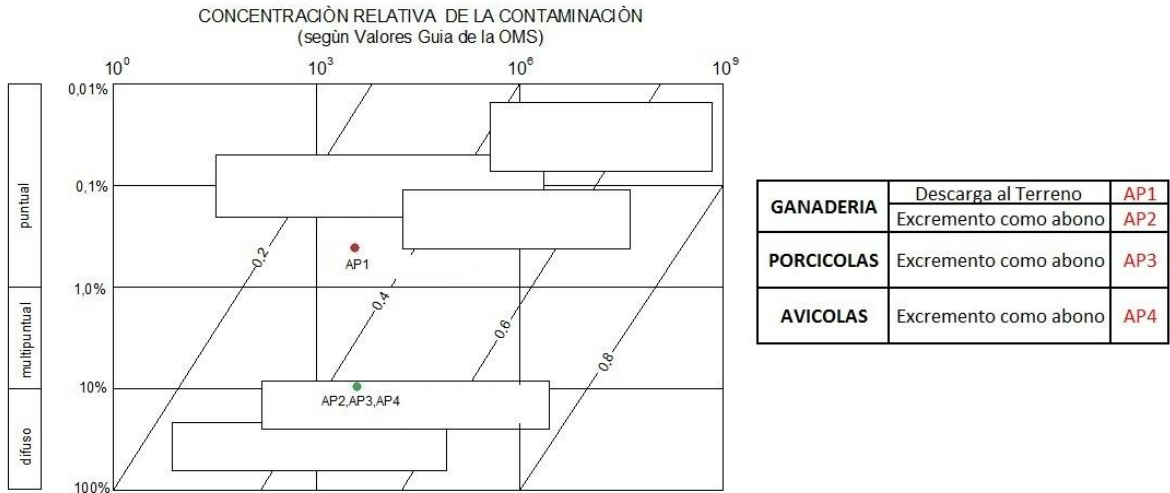
pecuarias según su clase en donde se ve al nitrato como el mayor agente de contaminación para este tipo de actividades.

Figura 11. Clase de contaminante en la Actividad Pecuaria.



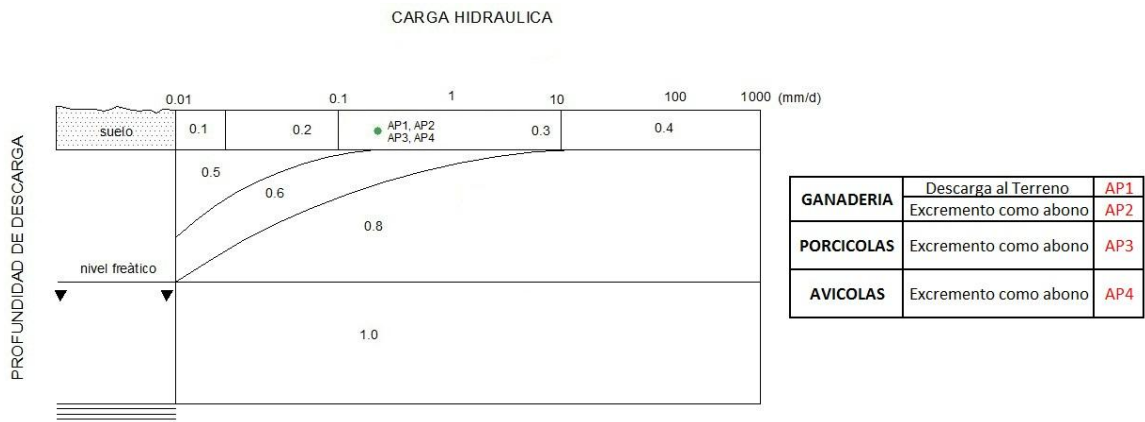
En la figura 12 se muestra la caracterización de la intensidad, donde se han considerado como actividades puntuales, cuando se hace una descarga directa al suelo, y como difusa cuando se realiza acumulación de excremento para la realización de abonos.

Figura 12. Intensidad del contaminante en la Actividad Pecuaria.



Para el modo de disposición figura 13 se tuvo en cuenta que las descargas se hacen directamente al suelo, la recarga por la lluvia está directamente relacionada a la carga hidráulica en estas actividades.

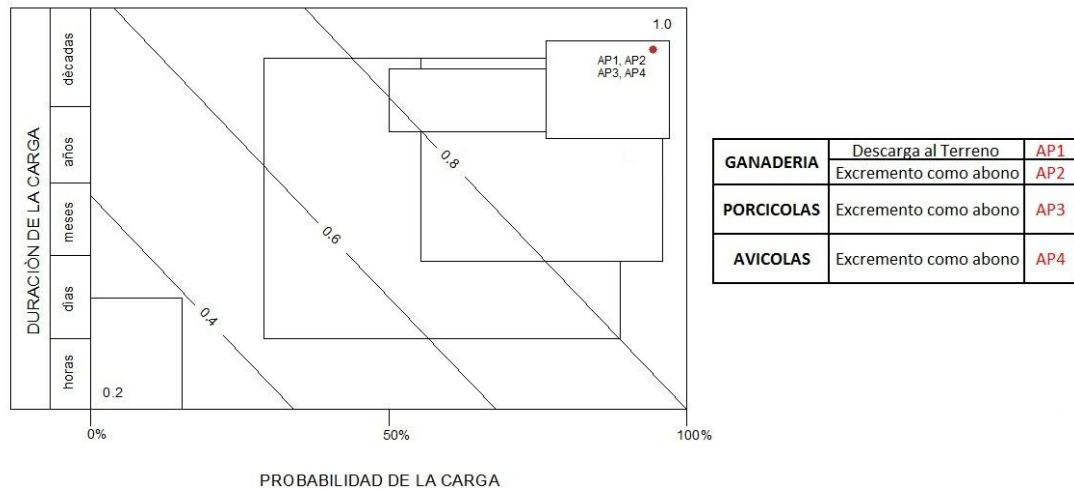
Figura 13. Modo de disposición en la Actividad Pecuaria.



Esta actividad se presenta con una probabilidad de contaminación alta, y su duración será dada en décadas, que es el tiempo de aplicación para estas

actividades, por lo cual tomara valores relativos máximos según su duración como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Duración del contaminante en la Actividad Pecuaria.



Se obtuvieron valores relativos para la clase, la intensidad, el modo de disposición y la duración del contaminante, en la tabla 7 se muestra un resumen de los valores obtenidos y se realiza el cálculo del índice potencial de carga contaminante (ICC), señalando el rango de amenaza que se presenta según cada categoría, dependiendo el valor del índice de carga contaminante (ICC).

ACTIVIDADES PECUARIAS													
ACTIVIDAD	SUBGRUPO 1	CATEGORIA DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	CLASIFICACION DEL CONTAMINANTE								AMENAZA	
				CLASE	OBSEVACIONES	INTENSIDAD	OBSEVACIONES	MODO	OBSEVACIONES	DURACION	OBSEVACIONES	INDICE DE CARGA CONTAMINANTE	RANGO
Ganaderia	Descarga al Terreno	AP1	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.32	Concentración relativa cercana al orden de 16000, contaminación puntual.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en decadas, probabilidad 100%	0.69	ALTO
	Excremento como abono	AP2	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.45	Concentración relativa cercana al orden de 16000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en decadas, probabilidad 100%	0.72	ALTO
Porcícolas	Excremento como abono	AP3	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.45	Concentración relativa cercana al orden de 16000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en decadas, probabilidad 100%	0.72	ALTO
Avícolas	Excremento como abono	AP4	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.45	Concentración relativa cercana al orden de 16000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en decadas, probabilidad 100%	0.72	ALTO

Tabla 7. Índices de Carga Contaminante de la Actividad Pecuaria.

3.4.3 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) en zonas de cultivos agrícolas.

Para la zona de estudio, los cultivos agrícolas se presentan en forma extensiva por lo tanto son considerados como una de las actividades con mayor potencial de contaminación. Para este tipo de actividad la carga hidráulica va a depender de la cantidad de fertilizante y plaguicidas que pueden llegar a ser irrigadas por hectárea de cultivo, y la carga que se infiltra por precipitación. Para fertilizantes, el nitrato toma concentraciones en el orden de 9200µg/L y los plaguicidas toman valores relativos de 5.5µg/L. (Gaviria, J.2007).

En la tabla 8. Se muestran las categorías que se caracterizaran para los cultivos agrícolas esta clasificación se realizó teniendo en cuenta los Planes de Ordenamiento Ambiental (POA) de las microcuencas del río de Oro, río Tona y Río Frio y el DMI (Distrito de Manejo Integral) de Berlín. Suministrados por la CDMB.

Tabla 8. Categorías de caracterización para los Cultivos Agrícolas.

Cultivos Agrícolas	Plaguicidas	CA1
	Fertilizantes	CA2
Tierras Agropecuarias Mixtas	Plaguicidas	CA3
	Fertilizantes	CA4
Silvoagricola	Plaguicidas	CA5
	Fertilizantes	CA6

En el anexo 6 se encuentra el mapa de usos de suelos en el cual se puede observar la localización en la zona de los diferentes tipos de cultivos

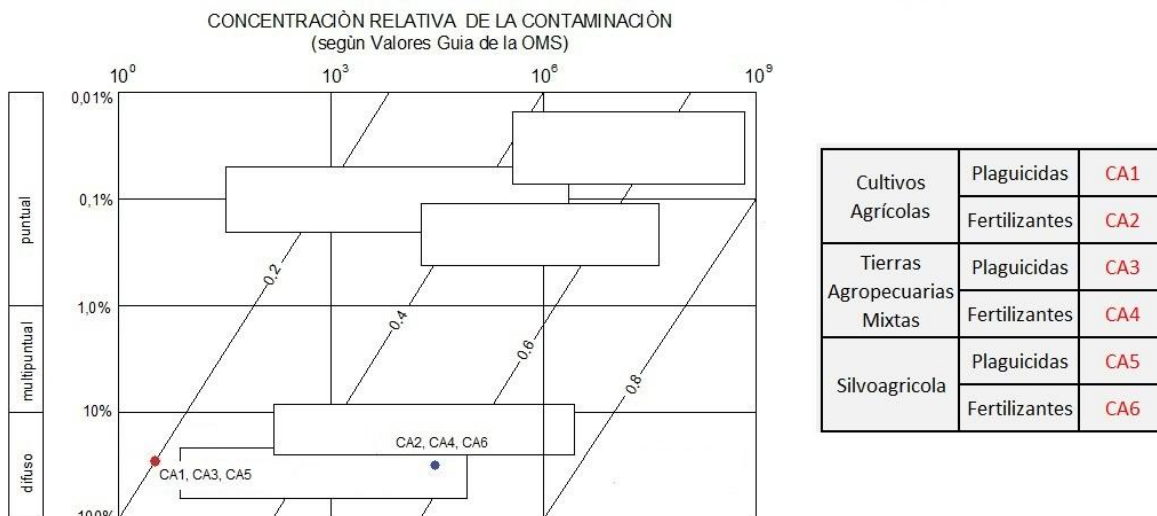
En los cultivos agrícolas la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, convierten esta actividad como una fuente potencial de contaminación, presentando como principales contaminantes a los nitratos y a los pesticidas. En la figura 15 se muestra la caracterización según su clase para los cultivos agrícolas.

Figura 15. Clase de contaminante en los Cultivos Agrícolas.



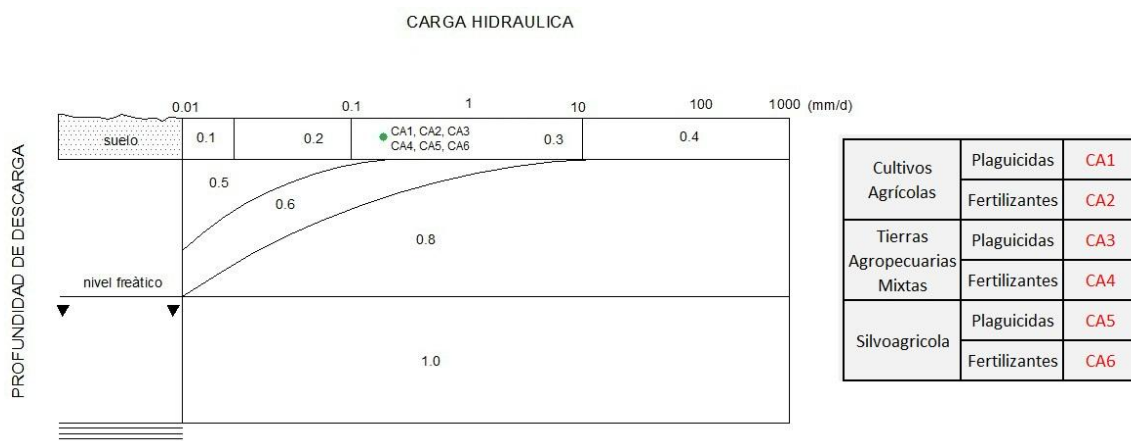
En la figura 16 se muestra la caracterización de la intensidad del contaminante, en el cual se observa la afectación difusa que presentan los cultivos agrícolas, por encontrarse distribuidos en regiones, por lo cual su afectación al recurso hídrico subterráneo será significativa.

Figura 16. Intensidad del contaminante en los Cultivos Agrícolas.



En los cultivos agrícolas el modo de disposición dependerá directamente de la precipitación, la descarga se hace en el suelo como se muestra en la figura 17.

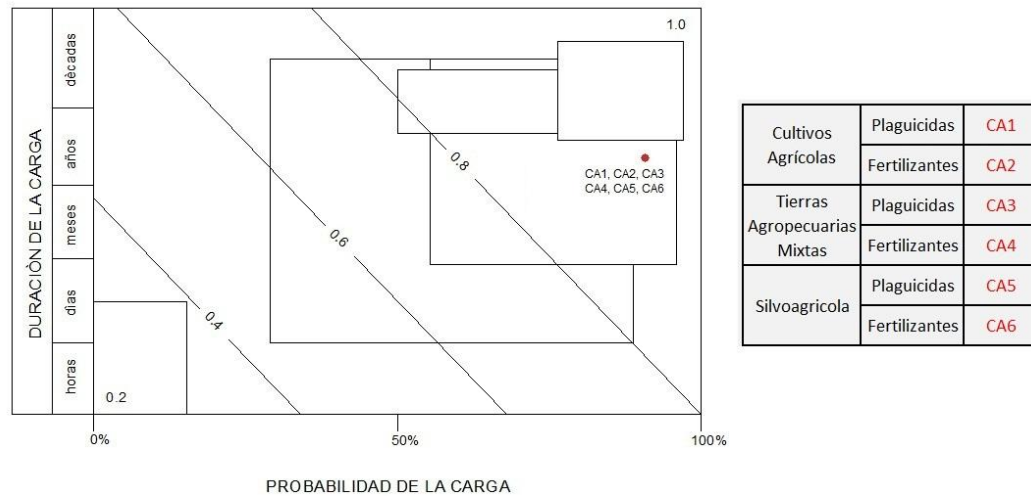
Figura 17. Modo de disposición para los Cultivos Agrícolas.



La duración del contaminante para los cultivos agrícolas, presentara valores relativos altos, debido a su gran probabilidad de contaminación y que la duración

de aplicación de esta actividad está dada en el orden de años. En la figura 18, se presenta la caracterización de la duración para los cultivos agrícolas.

Figura 18. Duración del contaminante para los Cultivos Agrícolas.



Los valores relativos encontrados para los cultivos agrícolas, están entre rangos de amenaza moderada y alta, como se muestra en la tabla 9, donde se puede ver que las categorías que presentan amenaza moderada son las de uso de plaguicidas, sin embargo como fertilizantes y plaguicidas se aplican en el mismo lugar, el valor el cual se utiliza en la evaluación de amenaza es el que presente mayor índice de carga contaminante (ICC).

Tabla 9. Índices de Carga Contaminante de los Cultivos Agrícolas.

CULTIVOS AGRICOLAS													
ACTIVIDAD	SUBGRUPO 1	CATEGORIA DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	CLASIFICACION DEL CONTAMINANTE								AMENAZA	
				CLASE	OBSEVACIONES	INTENSIDAD	OBSEVACIONES	MODO	OBSEVACIONES	DURACION	OBSEVACIONES	INDICE DE CARGA CONTAMINANTE	RANGO
Cultivos Agrícolas	Plaguicidas	CA1	Plaguicidas	0.60	Degradación lenta, retardación débil.	0.20	Concentración relativa cercana al orden de 5.5, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.53	MODERADO
	Fertilizantes	CA2	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.57	Concentración relativa cercana al orden de 92000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.75	ALTO
Tierras Agropecuarias Mixtas	Plaguicidas	CA3	Plaguicidas	0.60	Degradación lenta, retardación débil.	0.20	Concentración relativa cercana al orden de 5.5, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.53	MODERADO
	Fertilizantes	CA4	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.57	Concentración relativa cercana al orden de 92000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.75	ALTO
Silvoagropecuaria	Plaguicidas	CA5	Plaguicidas	0.60	Degradación lenta, retardación débil.	0.20	Concentración relativa cercana al orden de 5.5, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.53	MODERADO
	Fertilizantes	CA6	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.57	Concentración relativa cercana al orden de 92000, contaminación difusa.	0.30	Infiltración 0.68mm/d Descarga Superficial.	1.00	Duración en años, probabilidad 100%	0.75	ALTO

3.4.4 Evaluación del índice de carga contaminante (ICC) para los accidentes ambientales.

Debido a la diversidad de fauna presente en el Macizo de Santander, los manantiales o nacimientos de agua están susceptibles a la ocurrencia de situaciones poco comunes, sin embargo no excluyentes, en los cuales la presencia de animales ya sean vivos o muertos, puedan llegar a ser una fuente potencial de contaminación para el recurso hídrico subterráneo.

Para la evaluación del índice de carga contaminante en lugares donde se presentan accidentes ambientales, se ha subdividido en dos categorías, en las cuales se analiza el caso en que un animal muerto caiga dentro de un manantial o nacimiento y en que algún animal deje caer excremento dentro de estos, en la tabla 10 se muestran las subdivisiones realizadas para estas actividades.

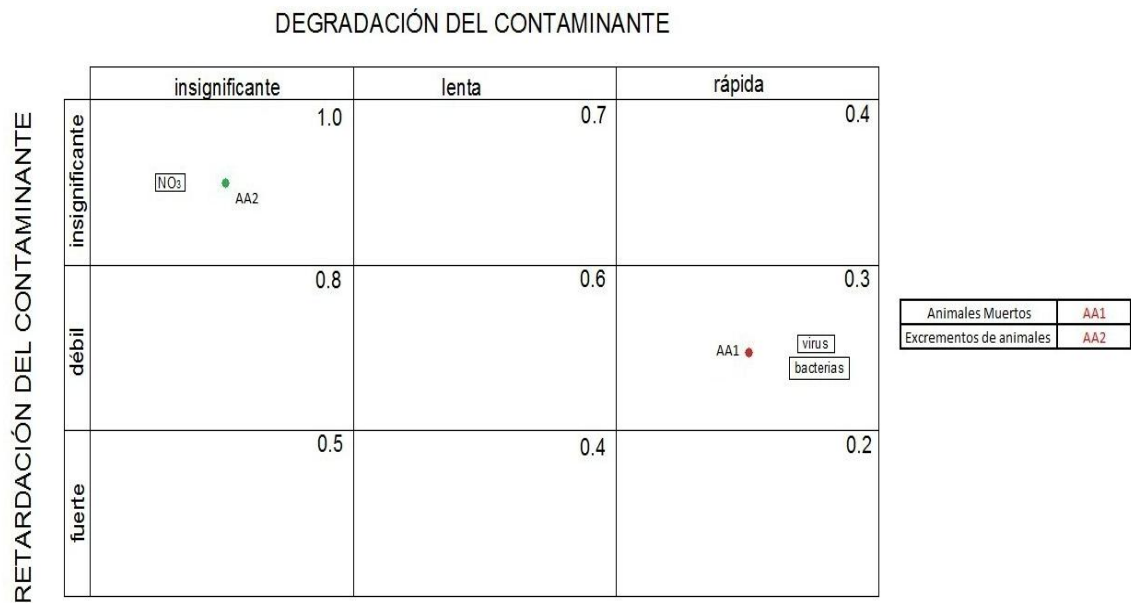
Tabla 10. Categorías de caracterización para los Accidentes Ambientales

ACCIDENTES AMBIENTALES			
GRUPO	SUBGRUPO 1	SUBGRUPO 2	CATEGORIA
ACCIDENTES AMBIENTALES	Animales	Animales Muertos	AA1
		Excrementos de animales	AA2

Los lugares que se han referenciado como posibles sitios de ocurrencia de accidentes ambientales, han sido los manantiales o nacimientos de agua encontrados en el Macizo de Santander, esta información fue suministrada por Ingeominas y en el anexo 5, se presenta el mapa con actividades de contaminación puntual, en el que se muestran los 125 manantiales presentes en la zona.

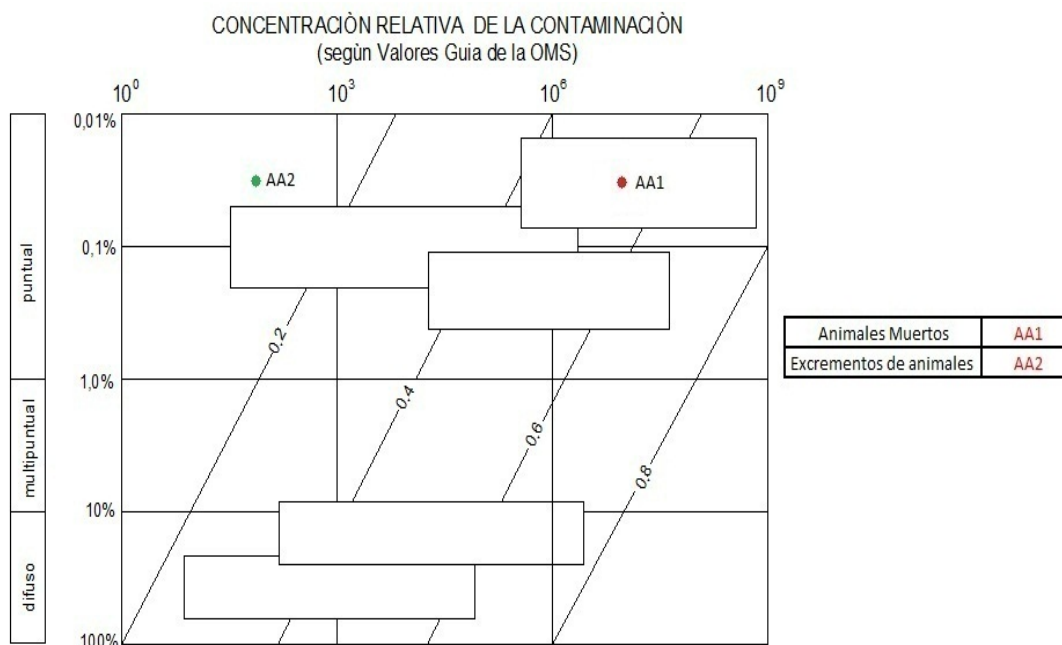
En la figura 19, se presenta la caracterización de la carga contaminante según su clase para accidentes ambientales, en los cuales se observa la presencia de nitratos en la categoría de excremento de animales, y de virus y bacterias como contaminantes en animales muertos.

Figura 19. Clase de contaminante en los Accidentes Ambientales.



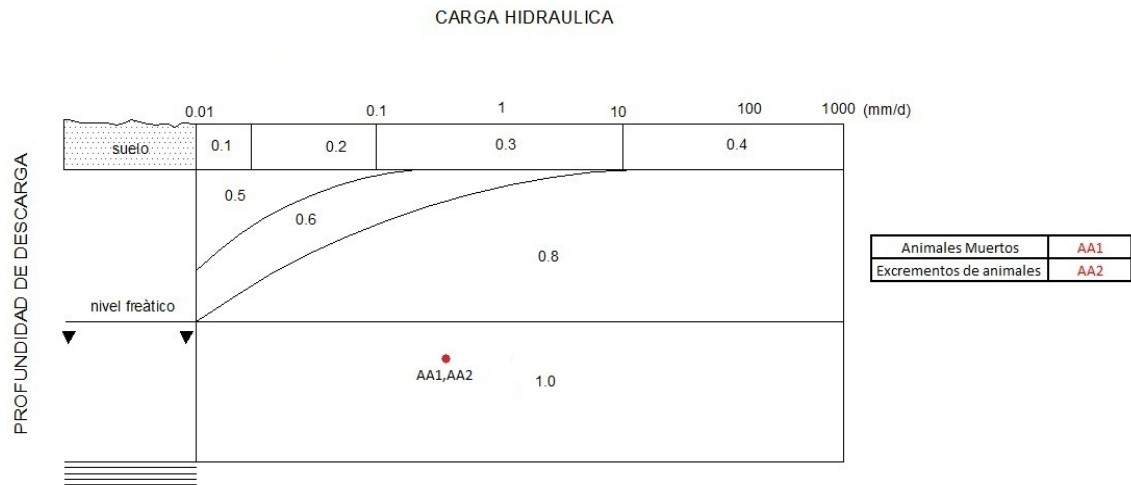
Estas fuentes de contaminación se presentan como actividades de contaminación puntual como se muestra en la figura 20, en donde se muestra la caracterización de la intensidad del contaminante para accidentes ambientales.

Figura 20. Intensidad del contaminante en los Accidentes Ambientales.



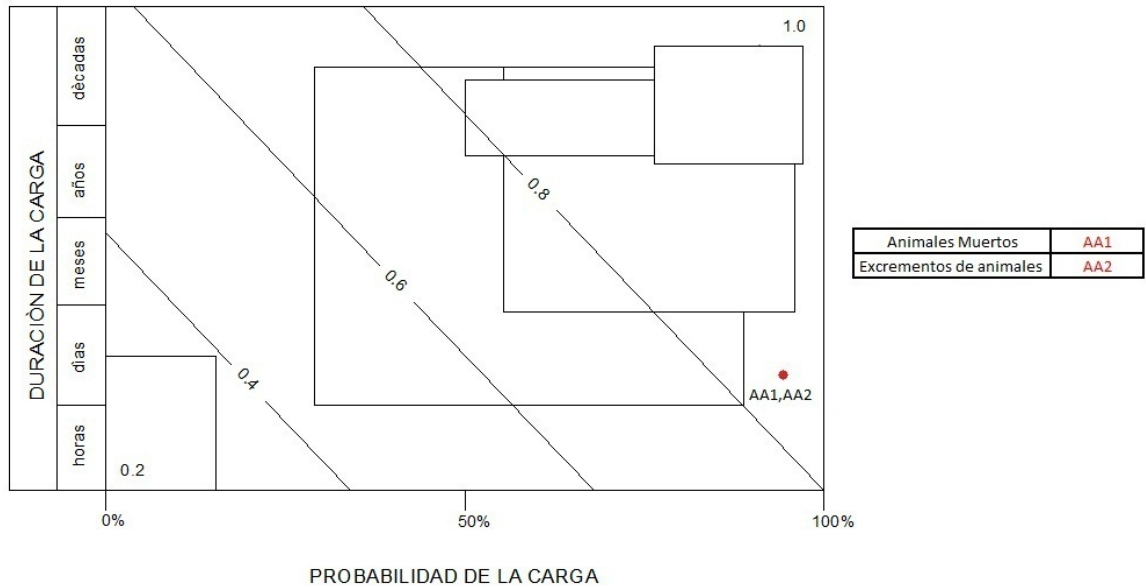
En los accidentes ambientales la carga contaminante se encuentra en contacto directo con el acuífero, de tal manera su descarga se realiza directamente al nivel freático y su caracterización según su modo de disposición tomara valores relativos máximos. En la figura 21, se muestra la caracterización del modo de disposición para accidentes ambientales.

Figura 21. Modo de disposición contaminante en los Accidentes Ambientales.



Al presentarse gran cantidad de especies animales cerca de los puntos de manantiales y no presentar ningún tipo de protección o cuidado de estos puntos, se considero la probabilidad de ocurrencia de este evento como alta, al igual se considera que la aplicación de esta carga estará en el orden de días, como se muestra en la figura 22, donde se observa la caracterización de la duración del contaminante para accidentes ambientales.

Figura 22. Duración de la carga contaminante en Accidentes Ambientales.



Luego de obtener los valores relativos para cada una de las características de los contaminantes en accidentes ambientales, se procedió a calcular el valor de índice de carga contaminante (ICC). En la tabla 11 se presenta en resumen la caracterización de las diferentes categorías de accidentes ambientales, y se presenta el rango de amenaza que van a presentar cada una de estas.

Tabla 11. Índices de Carga Contaminante en los Accidentes Ambientales.

ACCIDENTES AMBIENTALES												
ACTIVIDAD	CATEGORIA DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	CLASIFICACION DEL CONTAMINANTE								AMENAZA	
			CLASE	OBSEVACIONES	INTENSIDAD	OBSEVACIONES	MODO	OBSEVACIONES	DURACION	OBSEVACIONES	INDICE DE CARGA CONTAMINANTE	RANGO
Animales Muertos	AA1	Virus y bacterias	0.30	Degradación rápida, retardación débil.	0.52	Concentración relativa cercana al orden de 10 ⁸ , contaminación puntual.	1.00	Infiltración entre 0.68mm/d y 1.37mm/d Descarga directamente al nivel freático	0.82	Duración en días, probabilidad 100%	0.62	ALTO
Excrementos de animales	AA2	NO ₃	1.00	Degradación insignificante, retardación insignificante.	0.15	50µg/l, contaminación puntual	1.00	Infiltración entre 0.68mm/d y 1.37mm/d Descarga directamente al nivel freático	0.82	Duración en días, probabilidad 100%	0.75	ALTO

4 OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL MAPA DE AMENAZA

Para obtener un primer mapa de amenaza en la zona de estudio, se utilizó la metodología propuesta por Foster e Hirata (1988), en el cual se plantea la identificación de las actividades que pueden llegar a convertirse en una fuente potencial de contaminación para la calidad de las aguas subterráneas, luego se realizó una caracterización de todas estas actividades, obteniendo con esto un índice de carga contaminante para cada actividad.

El Mapa de amenaza, fue realizado solo con la información suministrada por las entidades, excluyendo otros puntos de contaminación que pueden existir, pero los cuales no presentaron registro.

Con la ayuda de la herramienta computacional ArcGIS 9.3, se hizo la ubicación de todos los puntos y regiones que se presentaron como fuentes potenciales de contaminación, para luego darles el valor de índice de carga contaminante que presentara cada actividad y posteriormente conseguir el mapa de amenaza según los rangos propuestos por la metodología.

Las actividades identificadas como fuentes de contaminación en la zona se encontraron las siguientes:

Pozos sépticos, información suministrada por la CDMB.

Granjas avícolas y porcícolas, información suministrada por la CDMB.

Manantiales o nacimientos de agua, información suministrada por el Ingeominas.

Concesiones de aguas superficiales, información suministrada por la CDMB.

Estación de Servicio la berlinera, información suministrada por el Ministerio de Minas y Energía.

Almacenamiento de combustible en superficie, información tomada de artículos de periodicos.

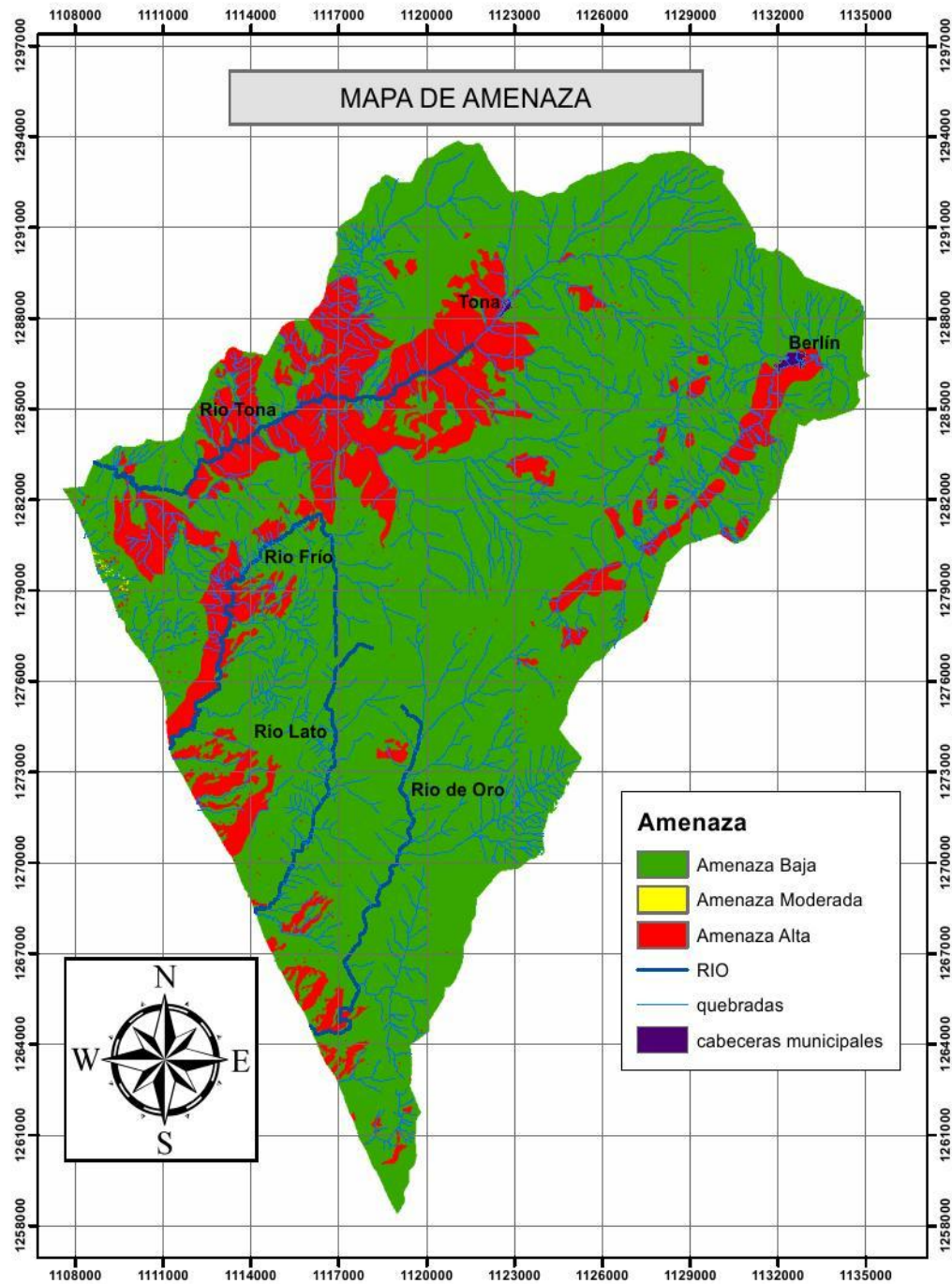
Vertimientos de Alcantarillados, información otorgada por la CDMB.

Mapas de usos de suelos, Información otorgada por la CDMB.

Cementerio de Tona, información suministrada por la CDMB.

En la figura 23, se presenta el mapa de amenaza a la contaminación de aguas subterráneas para la zona del Macizo de Santander, el cual se realizó en formato RASTER de tamaño de píxel de 30x30 metros, y se referenció en el sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas). En este mapa se presentan las diferentes categorías de amenaza identificadas en este proyecto (Baja, Moderada y Alta).

Figura 23. Mapa de amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas en el Macizo de Santander.



Del mapa de amenaza se han obtenido categorías que van desde amenaza alta hasta amenaza baja, observando grandes extensiones de área con amenaza alta en la cuenca de Tona, originada por la presencia de cultivos semipermanentes y de cultivos-pastos- rastrojos, información obtenida y clasificada por el plan de ordenamiento ambiental de la Microcuenca de Tona (2002), suministrado por la CDMB. Mientras tanto en la cuenca alta del Rio de Oro los resultados muestran Amenaza Baja, la cual es originada por la clasificación de bosques secundarios y pastos naturales que se presentan en el plan de ordenamiento ambiental de la cuenca alta del Rio de Oro (2004).

En la zona de Berlín se presentan franjas de Amenaza alta, causado por las extensiones de cultivos transitorios en los que sobresale la cebolla junca, esta clasificación es presentada en el mapa de cobertura de suelos dada el Distrito de Manejo Integrado (DMI) del paramo de Berlín (2007).

En la cuenca del Rio Frio la presencia de cultivos mixtos en grandes extensiones de tierra y las siembras de café sombra a menor escala, son los causantes de las largas áreas de amenaza alta presente en esta cuenca. En esta cuenca se logran divisar una pequeña porción de pixeles (color amarillo) en la que se presenta Amenaza moderada, la cual es causada por el almacenamiento de combustible en superficie o gasolina ilegal.

A lo largo y ancho de la zona de estudio se encuentran pequeños grupos de pixeles donde se presenta amenaza alta, causados por las diferentes actividades puntuales como: Pozos sépticos, Concesiones de aguas con descarga directa al suelo, granjas avícolas y porcícolas, manantiales, el cementerio de Tona (localizado en la cabecera municipal de Tona), actividad ganadera y vertimientos de alcantarillados; aunque estas zonas abarquen sectores pequeños, tienden a que su área de contaminación se incremente debido a que el contaminante es capaz de trasladarse o difundirse en el acuífero, por tal motivo son lugares a los cuales se les debería tener un cuidado especial.

5 CONCLUSIONES

- En esta primera etapa se realizó el estudio de Amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas en la zona comprendida por la parte alta de las Microcuencas de Río de Oro, Río Frío, Río Lato y Río Tona, también incluyendo parte del altiplano de Berlín; en esta área se encuentran el Municipio de Tona, sus corregimientos de Berlín y la Corcova y parte rural de la zona montañosa de los municipios de Piedecuesta, Floridablanca y Bucaramanga. Se encontraron categorías de Amenaza: Alta, Moderada y Baja, se observó grandes extensiones de Amenaza Alta en la cuenca del Río Tona, generadas por la clasificación de cultivos-pastos-rastrojos y de cultivos semipermanentes presentada en el POA de la Microcuenca del Tona. Por el contrario en la parte alta de la Microcuenca del Río de Oro los resultados muestran Amenaza Baja originada por las clasificaciones de Bosques secundarios, pastos naturales y en pequeñas proporciones de Rastrojos, las cuales fueron presentadas en el POA de esta Microcuenca (2004).
- El almacenamiento de combustible en superficie o gasolina ilegal, la cual se encuentra en la Microcuenca del río Frío y muy cercanas a la falla de Bucaramanga, al igual que la estación de servicio la Berlinera, localizada en la cabecera municipal de Tona, son las Actividades que presentan Amenaza Moderada. En el mapa de amenaza se hacen visibles series de píxeles amarillos en la Microcuenca del oro indicando amenaza moderada en estos sitios.
- En el mapa de amenaza se presentaron pequeñas series de píxeles de amenaza alta a lo largo y ancho de la cuenca, causados por actividades puntuales como: Pozos sépticos, Concesiones de aguas superficiales, granjas Avícolas y porcícolas, manantiales, el cementerio de Tona (localizado en la cabecera municipal de Tona), actividad ganadera y vertimientos de

alcantarillados. Aunque estas actividades se presenten en pequeñas proporciones en la zona, pueden llegar a abarcar un área mayor de la planteada en el mapa, debido a que el contaminante que estas llegan a producir, puede difundirse o trasladarse en el acuífero causando mayor afectación en este, por tal motivo son zonas que deben presentar mayor control y cuidado.

- Los resultados presentados en este mapa tienen como fin concientizar a la comunidad sobre la amenaza a la que estamos sometiendo las aguas subterráneas y alertar a los entes gubernamentales para que realicen acciones de prevención y control que mantengan la calidad de este importante recurso hídrico, garantizando su preservación.
- El resultado final, al aplicar la metodología propuesta por Foster e Hirata (1998), es un primer mapa de amenaza a la contaminación de las aguas subterráneas; en escala 1:25000, en el sistema de información geográfica ArcGIS 9.3, en coordenadas Magna-Sirgas, en formato Raster con un tamaño de pixel de 30x30 metros. En este se hace la clasificación de amenaza en tres rangos: Baja, Moderada y Alta
- El mapa cuenta con información de índice de carga contaminante y actividad generadora de contaminación en cada pixel, este mapa puede ser enriquecido con información que se obtenga en el futuro.
- El mapa obtenido en este trabajo reporta principalmente las actividades identificadas en los POA, sin embargo los usos actuales del suelo en las cuencas del Tona y Oro reflejan afectación mayor o diferente a la que se presenta en la realidad. Por lo tanto es indispensable actualizar y mejorar la información disponible.

5 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- Se encontraron falencias en la información (Falta de localización precisa, escasas de información en algunas actividades, información incorrecta de los mapas de usos de suelos), ganadería. Las granjas porcícolas y avícolas se localizaron de manera aleatoria por veredas ya que no se tiene la información exacta del punto en el cual se ubican estas.
- En la zona también se encuentran otras actividades que estarían contaminando las aguas subterráneas que no fueron incluidas en este estudio ya que no se encontró información confiable, por ejemplo lo relacionado con saneamiento ambiental, aguas residuales y manejo de basuras de la población rural entre otros.
- De manera general se requiere la optimización de la información de bases de datos en los que se incluya localización e información necesaria para evaluar las cargas contaminantes que se presenten en la como son pozos sépticos, concesiones de agua subterránea, actividades industriales, etc.

6 BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial; Protección de la calidad del agua subterránea; 2002-2006.

Castro S, H. J., LEAL Torres, F.A., 1998. Marco Climático Global, el niño en Santander, Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, UIS, Bucaramanga – Colombia.

Camargo, L; González, J; Vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea en la zona aluvial de Bucaramanga; 2010.

Carrillo, R; Soto, F; Comportamiento isotópico de las aguas lluvias en la cuenca superior del Río Lebrija; 2009.

CEPIS, (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria); Contaminación de las aguas subterráneas; 1987.

CEPIS, (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria); Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas; 1991.

Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB, 2000. Plan de Manejo Ambiental de la cuenca del Rio de Oro 2001 – 2003, Bucaramanga – Colombia.

Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB, 2000. Plan de Manejo Ambiental de la cuenca del Rio de Tona, 2002, Bucaramanga – Colombia.

Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB, Distrito de manejo integral del paramo de Berlín, 2007.

DANE, (Departamento Administrativo Nacional de Estadística); Datos población del municipio de Tona. 2010.

Espinoza, J; Evaluación de impacto ambiental de un cementerio tipo parque ecológico, 2001.

Foster, S. e Hirata R., 1987. Contaminación de aguas subterráneas. Un enfoque ejecutivo de la situación en América Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable. CEPIS con la OMS y la OPS. Lima, Perú.

Foster, S. e Hirata R., 1992. Estrategias para la protección de agua subterráneas una guía para su implementación. CEPIS con la OMS y la OPS. Lima, Perú. 82 p.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, IT). 1981. Contaminación de las aguas subterráneas: tecnología, economía y gestión. N°31. Roma, IT 161 p.

Foster, S; Hirata, R; Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas; una metodología basada en datos existentes, 1988.

Gaviria, J.I; Identificación y clasificación de fuentes potenciales de contaminación del acuífero libre del bajo cauca antioqueño; 2005.

Gaviria, J.I; Betancur, T.; Avances metodológicos para evaluar el riesgo de contaminación de aguas subterráneas, 2007.

Gómez, S, Colegial J. 2003. Interacción entre los sistemas hidrogeológicos en el Macizo de Santander para el estudio de la recarga e identificación de acuíferos.

Proyecto Colciencias. Grupo en Predicción y Modelamiento Hidroclimático. Colombia.

Gómez, S., 1990. Predicción de niveles freáticos a partir de la precipitación y su influencia en la estabilidad de taludes caso de aplicación. Meseta de Bucaramanga.

Gutiérrez, F, Gualdron, J; Amenaza y peligro a la contaminación de las aguas subterráneas en la zona aluvial de Bucaramanga. Tesis para optar a título de ingeniero civil, UIS. 2010.

INGEOMINAS; Memoria explicativa de la investigación geológica e hidrogeológica en el Macizo de Santander, 2007.

INGEOMINAS; Informe hidrogeológico del Macizo de Santander, 2009.

INGEOMINAS, Universidad Industrial de Santander; Proyecto de investigación geológica e hidrogeológica en la región central del departamento de Santander. Tomo I: Memoria explicativa de la investigación geológica e hidrogeológica en el Macizo de Santander, 2007.

Massone, H.; Vulnerabilidad de acuíferos e impacto y riesgo de contaminación.

Mendoza, R., C.A., Sandoval Silva, R., 2002. Estudio de la oferta hídrica en la cuenca superior del río Lebrija. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, UIS, Bucaramanga – Colombia.

OMS; Organización mundial de la salud; Guías de la calidad del agua para consumo humano, 3era Edición.

Rueda, M. & Ángel, J. Propuesta metodológica preliminar para calificar la carga contaminante al subsuelo en un acuífero libre, 2004.

Vrba Y Zaporozec, Guidebook on mapping groundwater vulnerability international association of hidrogeologists. Vol. 16 ISBN 3-922705-97-9, 1994.

ANEXOS

Anexo 1. Concesiones de agua superficiales

TIPOS DE CONSUMO
0. CONSTRUCCION
1. CONSUMO HUMANO
2. ABREVADERO
3. RIEGO
4. PISCICULTURA
12. AGROPECUARIO

MICROCUEENCA LATO					
COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO
ESTE	NORTE				
1116650	1268354	1,2,3	0,1281	ANGEL MARIA LOPEZ ARDILA	Bolívar
1114160	1268410	1,2	0,0148	CIUADADELA SURATOQUE S.A.	Piedecuesta
1116540	1268170	1,2,3	0,0739	EUCLIDES MONCADA	Piedecuesta
1116540	1268170	1,2,3	0,0745	TILCIA PATIÑO ARIZA	Piedecuesta
1116690	1268270	1	0,0509	RODOLFO MORENO	Piedecuesta
1116340	1266720	1,2,3	0,0578	ABRAHAM LANCHEROS ORTIZ	Piedecuesta
1117005	1267967	1,3	0,0358	RAFAEL LOZANO DAZA	Piedecuesta
1117005	1267967	1,3	0,0185	PATRICIA BENITEZ GALVIS	Piedecuesta
1117110	1267998	1,2,3	1,08520	ASOCIACION ACUEDUCTO NACIMIENTO DEL ALTO DEL FRIO	Piedecuesta
1117005	1267967	1,3	0,0185	PATRICIA BENITEZ GALVIS	Piedecuesta
1116840	1269340	1	1,0000	COMUNIDAD RELIGIOSA HERMITAÑOS EUCARISTICOS	Piedecuesta
1116840	1269340	1,2,3	0,0310	ISABEL VESGA DE SUAREZ	Piedecuesta
1116800	1269250	1,2,3	0,0787	IGNACIO JEJEN DELGADO	Piedecuesta
1116800	1269250	1,2,3	0,0600	ALFONSO GUERRERO BARAJAS	Piedecuesta
1115940	1268740	1,2,3	0,1816	EDUVIGES CONTRERAS	Piedecuesta
1116008	1268130	1	0,0238	LUIS ALBERTO JAIMES CESPEDES	Piedecuesta
1115850	1266700	1,2,3	0,0735	GABINO BRICEÑO GUARGUATI	Piedecuesta
1115840	1266836	1,2,3	0,1403	GABINO BRICEÑO GUARGUATI	Piedecuesta
1116970	1267950	1,2,3	0,0640	GERMAN LOPEZ SALAZAR	Piedecuesta
1115099	1269350	1	86,4000	ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S A. E.S.P.	Piedecuesta

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO
ESTE	NORTE				
1115938	1270480	1	129,52000	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	Piedecuesta
1114630	1270910	1,2,3	0,0115	VIRGINIA BAUTISTA DE ROZO	Piedecuesta
1114780	1270980	1	0,0114	VIRGINIA BAUTISTA DE ROZO	Piedecuesta
1116014	1267110	1	0,0052	PEDRO JOSE JIMENEZ MONSALVE	Piedecuesta
1116780	1275983	1	0,0087	LUIS AURELIO NIÑO JAIMES	Piedecuesta
1116400	1272830	1,2,3	1,57060	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LAMATA GUSTAVO NIÑO VILLAMIZAR	Piedecuesta
1115730	1271390	1,3	0,0804	CARLOS JULIO JURADO	Piedecuesta
1115040	1270120	1,2,3	0,0658	ROMELIA MAYORGA VILLALBA	Piedecuesta
1115660	1269855	1,2,3	0,1772	FERNANDO SEGUNDO BECERRA CORDERO	Piedecuesta
1115915	1269850	2,3	0,2933	GILBERTO VILLAMIZAR CARREÑO	Piedecuesta
1115920	1269420	1,2,3	0,0823	ELVIRA VILLAMIZAR DE SANDOVAL	Piedecuesta
1115510	1270950	1,2,3	0,2539	MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ PICO	Piedecuesta
1114600	1269110	1,3	0,0434	MARY JAIMES LOMDOÑO	Piedecuesta
1115710	1267612	1,3	0,8854	INVERSIONES SAMARKANDA LTDA	Piedecuesta

MUNICIPIO TONA						
COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	SUBCUENCA	MICROCUENCA
ESTE	NORTE					
1128980	1290890	1,2,3	0,036	JOSE ANGEL GARCIA PULIDO	RIO SURATA	VETAS
1128980	1290890	1,3	0,014	AURELIO GARCIA	RIO SURATA	VETAS
1130315	1291539	1,3	0,0092	MARMOLES DE SANTURBAN LIMITADA	RIO JORDAN	JORDAN
1115300	1285170	1,2	0,0223	ELIECER GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1117630	1290893	1,2	0,4844	COOPERATIVA AGRICOLA DE DESARROLLO RURAL ARNANIA LIMITADA - COARNANIA LTDA	RIO SURATA	TONA
1115447	1287425	1,3	0,0087	MARIA RESURECCION DURAN VERA	RIO SURATA	TONA
1115380	1287440	1	0,0077	ANIANO LANDAZABAL DELGADO	RIO SURATA	TONA
1115080	1285500	1,2,3	0,3344	ELIECER GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1114630	1286040	2,3	0,0203	ELIECER GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1114700	1285960	1,2,3	0,0263	JOBEL ROJAS ROJAS	RIO SURATA	TONA
1114630	1286040	1,2	0,0152	TERESA DE JESUS GONZALEZ DE GONZALEZ	RIO SURATA	TONA
1114630	1286040	1,2	0,0152	EMERITA GONZALEZ ACOSTA	RIO SURATA	TONA
1114000	1286000	1,2	0,01	JOSE LUIS DAZA SEPULVEDA	RIO SURATA	SURATA ALTO
1113150	1284700	1,2,3	0,1876	JUNTA DE ACCION COMUNAL EVA ESTUPIÑAN/ J.A.C. VEREDA BABILONIA	RIO SURATA	TONA
1114050	1286423	1	0,063	JUNTA DE ACCION COMUNAL EVA ESTUPIÑAN/ J.A.C. VEREDA BABILONIA	RIO SURATA	TONA
1113846	1285940	1,2	0,0866	JUNTA DE ACCION COMUNAL EVA ESTUPIÑAN/ J.A.C. VEREDA BABILONIA	RIO SURATA	TONA
1113950	1285684	1,2	0,0474	JUNTA DE ACCION COMUNAL EVA ESTUPIÑAN/ J.A.C. VEREDA BABILONIA	RIO SURATA	TONA
1112950	1285290	1,2,3	0,2899	JUNTA DE ACCION COMUNAL EVA ESTUPIÑAN/ J.A.C. VEREDA BABILONIA	RIO SURATA	TONA
1114000	1286000	1,2	0,015	ADELA ESTUPIÑAN LIZCANO	RIO SURATA	SURATA BAJO
1116125	1285300	0	0,15	CONSORCIO	RIO SURATA	TONA
1117190	1281725	1,3	0,0517	JOSE DARIO RIVERA JAIMES	RIO SURATA	TONA
1117190	1281725	1,3	0,0311	ADRIANO PEÑARANDA CALDERON	RIO SURATA	TONA
1117190	1281725	1,2,3	0,1241	EMILSEN JAIMES CRICEÑO	RIO SURATA	TONA
1116360	1282910	1,2,3	0,3312	ANIANO LANDAZABAL DELGADO	RIO SURATA	TONA
1116360	1282910	1,3	0,0342	GRACIELA HERRERA LIZARAZO	RIO SURATA	TONA
1116360	1282910	1,2,3	0,1195	PABLO CALDERON	RIO SURATA	TONA
1116360	1282910	1,3	0,1472	VICTORIA SUAREZ	RIO SURATA	TONA
1116360	1282910	1,3	0,0736	GILDARDO CARVAJAL SUAREZ	RIO SURATA	TONA
1115850	1282900	1,2,3	0,0111	ALFONSO RICO LOPEZ	RIO SURATA	TONA
1115840	1282900	1,2,3	0,0424	MARLENE VILLAMIZAR ACUÑA	RIO SURATA	TONA
1116040	1283230	1	0,0104	EVARISTO HERRERA RODRIGUEZ	RIO SURATA	TONA
1115860	1283190	1,2	0,0119	MATILDE ACUÑA	RIO SURATA	TONA
1115440	1284070	1,3	0,0614	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	SUBCUENCA	MICROCUENCA
ESTE	NORTE					
1114810	1283720	1,2,3	0,7948	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA
1114840	1283720	1,2,3	0,7948	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA
1115230	1283550	1,2,3	0,7948	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA
1115500	1283370	1,2,3	0,7948	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA
1115530	1283030	1	0,2292	CANDELARIA ALVARADO -JAC EL REPOSO	RIO SURATA	TONA
1115550	1283050	1,2,3	0,0533	HELI EDUARDO BERMUDEZ R.	RIO SURATA	TONA
1126820	1278000	1,3	0,0535	IRMA HIGUERA	RIO JORDAN	JORDAN
1132994	1286542	1	0,03	AMADEO PEREZ VERA	RIO JORDAN	JORDAN
1130130	1286430	1,3	0,0376	HELDA MARINA BALLESTEROS DE RUEDA	RIO JORDAN	JORDAN
1131161	1289967	1,2,3	0,1904	HERMES FLÓREZ CAPACHO	RIO JORDAN	JORDAN
1132110	1288643	1,2,3	0,1764	JORGE LOPEZ VELASCO	RIO JORDAN	JORDAN
1132545	1288518	1,3	0,0753	HELDA MARINA BALLESTEROS DE RUEDA	RIO JORDAN	JORDAN
1133440	1287770	1	0,0104	HERNAN VILLAMIZAR CANAL	RIO JORDAN	JORDAN
1133710	1288310	1,2,3	0,0453	MARIA MERCEDES RODRIGUEZ DE BAUTISTA	RIO JORDAN	JORDAN
1133460	1287850	1,2,3	0,0702	GUILLERMO RIVERA RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1134030	1287930	1,3	0,057	JAVIER BAUTISTA RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1133988	1287719	1,2,3	0,2703	MARIA SANTOS RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1134680	1288240	1,2,3	0,147	ALIRIO MARTINEZ CUADROS	RIO JORDAN	JORDAN
1113410	1286490	1,2,3	0,7827	J.A.C. VEREDA MONTECHIQUITO J.A.C. VERED A MONTECHIQUITO	RIO SURATA	TONA
1112165	1284530	1,2,3	0,0147	GRACIELA SANGUINO	RIO SURATA	TONA
1112165	1284530	1,2,3	0,0147	LUIS FRANCISCO FERREIRA ACEVEDO	RIO SURATA	TONA
1119120	1290198	2	0,0073	JUAN ANGEL LAGUADO HERRERA	RIO SURATA	TONA
1119076	1289492	1	0,0087	JUAN ANGEL LAGUADO HERRERA	RIO SURATA	TONA
1118380	1282310	1,2,3	0,15	LUIS AFRANIO VELANDIA	RIO SURATA	TONA
1116020	1280650	1,2,3	0,247	BERMARDO RAMIREZ ESTEBAN	RIO SURATA	TONA
1118200	1280260	1,2,3	0,2	LUIS AFRANIO VELANDIA	RIO SURATA	TONA
1119030	1279360	1,2,3	0,0749	MISAEEL MONTANNEZ	RIO DE ORO	FRIO
1118850	1279180	2,3	0,0602	AURA ALICIA ESTUPIÑAN DE ESTUPIÑAN	RIO DE ORO	FRIO
1118850	1279180	2,3	0,0602	LUIS AFRANIO VELANDIA	RIO DE ORO	FRIO
1118850	1279180	1,2,3	0,0602	HELI MAYORGA CASTELLANOS	RIO DE ORO	FRIO
1118150	1280550	1,2,3	0,0403	LUZ MARINA NAVAS GONZALEZ	RIO DE ORO	FRIO
1117895	1281188	1,2,3	1,18	ASUACOR - ASOCIACION DE USUARIOS DEL SER VICIO DE AGUA POTABLE DE LA CORCOVA	RIO DE ORO	FRIO
1126650	1279900	2,3	0,0304	ESPERANZA CARVAJAL P	RIO JORDAN	JORDAN
1125265	1277409	1,2,3,4	0,3579	ALBA LUCIA FLOREZ RANGEL	RIO JORDAN	JORDAN

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	SUBCUENCA	MICROCUENCA
ESTE	NORTE					
1126650	1277980	1,2,3	0,271	CLEMENTINA VALBUENA DE FLOREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1126270	1277300	1,2,3	0,0779	URBANO DIAZ SANANBRIA	RIO JORDAN	JORDAN
1126270	1277300	1,3	0,0412	MARIA ELISA DIAZ CARVAJAL	RIO JORDAN	JORDAN
1126610	1277560	1,2,3	2,886	MUNICIPIO DE TONA	RIO JORDAN	JORDAN
1126310	1277320	1,2,3	0,1271	JOSE EDGAR TOLOZA CARDENAS	RIO JORDAN	JORDAN
1126685	1277883	1,3	3,2278	ESTANISLAO VILLAMIZAR GARCEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1126390	1277370	1,3	0,0203	SIMINAY PABON PORTILLA	RIO JORDAN	JORDAN
1126490	1278530	1,2,3	0,1852	URBANO FLOREZ VALBUENA	RIO JORDAN	JORDAN
1125630	1280700	1	0,0104	ESPERANZA CARVAJAL P	RIO JORDAN	JORDAN
1128881	1281632	0,1	0,5966	CONSORCIO INCA	RIO JORDAN	JORDAN
1127140	1280770	1,3	0,0683	PEDRO ANTONIO DIAZ ROJAS	RIO JORDAN	JORDAN
1122275	1283540	1,3	1,4371	FRANCISCO FORERO GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1120806	1283756	2	0,0104	FRANCISCO FORERO GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1120400	1283850	2	0,0202	FRANCISCO FORERO GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1119630	1283650	2	0,0099	FRANCISCO FORERO GUTIERREZ	RIO SURATA	TONA
1117778	1284113	1	0,291	ADOLFO RINCON PINTO	RIO SURATA	TONA
1117150	1284720	1	0,291	ADOLFO RINCON PINTO	RIO SURATA	TONA
1120830	1286350	1,4	5,7	DESIDERIO HERNANDEZ ROJAS	RIO SURATA	TONA
1123119	1288356	1	1,2546	MUNICIPIO DE TONA	RIO SURATA	TONA
1113210	1284942	1,2,3	0,1247	UNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PALMAS - RIGOBERTO MORENO	RIO SURATA	TONA
1131778	1285727	1,3	0,0492	BEATRIZ VANEGAS PORTILLA	RIO JORDAN	JORDAN
1131784	1285737	1,3	0,0579	MARIA SANTOS RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130934	1281070	1,2,3	0,0768	ORLANDO VELANDIA BUSTOS	RIO JORDAN	JORDAN
1130430	1281070	1,2,3	0,0768	YESID DELGADO RONDON	RIO JORDAN	JORDAN
1130430	1281070	1,2,3	0,0768	RAMON RAMIREZ MALDONADO	RIO JORDAN	JORDAN
1130811	1283266	2	1	JEBRAIL ESPINOSA	RIO JORDAN	JORDAN
1131366	1282936	1,3	0,1331	JEBRAIL ESPINOSA	RIO JORDAN	JORDAN
1131253	1283725	1	0,0174	MARCOS ANTOLINEZ SANABRIA	RIO JORDAN	JORDAN
1131395	1284011	1	0,0087	MARCOS ANTOLINEZ SANABRIA	RIO JORDAN	JORDAN
1131948	1283568	1,3	0,0666	MARCOS ANTOLINEZ SANABRIA	RIO JORDAN	JORDAN
1132140	1283910	1,2,3	0,0974	ARACELY ANTOLINEZ DE ANTOLINEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1132145	1283911	1,2,3	0,0679	JOSE ENCARNACION ANTOLINEZ CANAL	RIO JORDAN	JORDAN
1132145	1283911	1,2,3	0,0679	GLORIA RAMIREZ DEZAMBARNO	RIO JORDAN	JORDAN
1132208	1284920	1,3	0,1356	CARMEN ALICIA GAMBOA SANDOVAL	RIO JORDAN	JORDAN
1128980	1290890	1,2	0,007	LUCRECIA PULIDO DE GARCIA	RIO SURATA	VETAS

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	SUBCUENCA	MICROCUENCA
ESTE	NORTE					
1129444	1289597	1,2,3	0,0313	ANA MERCEDES RODRIGUEZ DE CASTELLANOS	RIO SURATA	TONA
1126470	1288225	1	0,0087	CIRON ANTONIO LANDAZABAL ACEVEDO	RIO SURATA	TONA
1127500	1287690	2,3	0,1351	CIRON ANTONIO LANDAZABAL ACEVEDO	RIO SURATA	TONA
1127560	1287720	1,2,3	0,9064	HUMBERTO JEREZ CORZO	RIO SURATA	TONA
1130110	1285500	1,2,3	0,0155	SOLON PORTILLA	RIO JORDAN	JORDAN
1130167	1285532	1	0,007	DANIEL LIZCANO VERA	RIO JORDAN	JORDAN
1125355	1279290	1,3	0,0937	JOSE ASCENSION ARIAS GUARIN	RIO JORDAN	JORDAN
1124550	1276165	1,2,3	0,1282	PEDRO DIAZ	RIO JORDAN	JORDAN
1124470	1277800	1,3	0,0789	MARGARITA VILLATE VILLAMIL	RIO JORDAN	JORDAN
1125265	1277409	1,2,3	0,0367	HERCILIA PEREZ DE ROJAS	RIO JORDAN	JORDAN
1130750	1285650	1,3	0,016	LUIS ANGEL ROJAS ARIAS	RIO JORDAN	JORDAN
1130752	1285650	1,3	0,016	MARIA INES COTE CARVAJAL	RIO JORDAN	JORDAN
1130750	1285650	1,3	0,016	RAUL RODRIGUEZ VERA	RIO JORDAN	JORDAN
1130752	1285650	1,3	0,016	ALFONSO ORDUZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130750	1285650	1,3	0,016	HERACLIO PULIDO CASTELLANOS	RIO JORDAN	JORDAN
1130750	1285650	1,3	0,016	JORGE ELIECER GONZALEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1131795	1286110	1,3	0,1857	LUIS ANGEL GAMBOA GARCES	RIO JORDAN	JORDAN
1130580	1285800	1	0,0104	ANA MILENA LIZCANO ROJAS	RIO JORDAN	JORDAN
1128005	1283696	1,2	0,0155	PRINCIPE ROJAS GALVIS	RIO JORDAN	JORDAN
1129710	1285543	1	0,0087	ELSA DIAZ GAMBOA	RIO JORDAN	JORDAN
1134400	1286000	1,2,3	0,13	MARCO ANTONIO FLOREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1131340	1288980	1,2,3	0,0762	PABLO LIZARAZO RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1126800	1278015	1,3	0,022	NESTOR CONTRERAS RAMIREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1127856	1283981	1,2,3	1,59	JAVIER GALVIS -JAC V. UCATA CADILL	RIO JORDAN	JORDAN
1127701	1282000	1	0,026	MIGUEL ANGEL GUTIERREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1127517	1281580	1	0,0122	ALFREDO GUTIERREZ CACERES	RIO JORDAN	JORDAN
1127364	1281655	2,4	0,2253	MIGUEL ANGEL GUTIERREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1127770	1281377	2	0,005	ALFREDO GUTIERREZ CACERES	RIO JORDAN	JORDAN
1131630	1284210	1	0,0174	ANA DELINA GALVIS DE RAMIREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130620	1284550	1,2,3	0,0101	LUIS ANTONIO MENDEZ RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130210	1284835	1,2,3	0,0822	HERNANDO RAMIREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130170	1284880	1	0,0106	MARIA ESPERANZA AYALA RUEDA	RIO JORDAN	JORDAN
1130400	1284750	1,3	0,0139	LUIS ALFREDO VILLAMIZAR FLOREZ	RIO JORDAN	JORDAN
1130400	1284750	1,2,3	0,0139	LUIS ANTONIO MENDEZ RODRIGUEZ	RIO JORDAN	JORDAN
1117330	1284390	1,2,3	0,137	JESUS ALFREDO REY MENDOZA	RIO SURATA	TONA

MICROCUCENCA TONA						
COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1113450	1285510	1,2,3	3,12600	ARNULFO GÓMEZ -JAC ACUAMOBOLARQUI	Bucaramanga	RIO SURATA
1109110	1282120	1,2,3	0,377	MARTHA CECILIA VILLAMIZAR GONZALEZ	Bucaramanga	RIO SURATA
1111840	1280500	1	0,248	SONIA ACEVEDO JAC V. LA MALAÑA	Bucaramanga	RIO SURATA
1110426	1279750	1	0,184	SONIA ACEVEDO JAC V. LA MALAÑA	Bucaramanga	RIO SURATA
1109150	1280927	1	0,407	SONIA ACEVEDO JAC V. LA MALAÑA	Bucaramanga	RIO SURATA
1109410	1282870	0	0,117	CONSORCIO VIAL PUENTE TONA	Bucaramanga	RIO SURATA
1113280	1281800	0	0,002	CONSORCIO VIAL SANTANDER	Bucaramanga	RIO SURATA
1112620	1279980	0	0,002	CONSORCIO VIAL SANTANDER	Bucaramanga	RIO SURATA
1110550	1280900	1,2,3	0,312	HUGO MARIN SANCHEZ	Bucaramanga	RIO SURATA
1110199	1280645	1,3	0,128	MARTHA CECILIA SUAREZ CORDERO	Bucaramanga	RIO SURATA
1110800	1280842	1,3	1,12210	SONIA SANCHEZ SANTAMARIA -JAC VDA ROSA BLANCA	Bucaramanga	RIO SURATA
1109030	1281140	1	0,003	MARIA EDILIA RINCON	Bucaramanga	RIO SURATA
1108860	1281330	1,3	0,052	CARLOS GOYENECHÉ PRADA	Bucaramanga	RIO SURATA
1112090	1279160	1	1,18290	ELIZABETH ARGUMEDO ARGUMEDO	Bucaramanga	RIO SURATA
1110090	1280680	1,3	0,160	ISMAEL GONZALEZ QUIROGA	Bucaramanga	RIO SURATA
1109733	1280751	1,2,3	0,040	BENJAMIN VASQUEZ	Bucaramanga	RIO SURATA
1119340	1281495	1,2	0,011	HERMES SUAREZ HERRERA -ACUABUENAV	Charta	RIO SURATA
1116365	1281930	1,2	0,032	HERMES SUAREZ HERRERA -ACUABUENAV	Floridablanca	RIO SURATA
1118755	1277910	2	0,115	HERMES SUAREZ HERRERA -ACUABUENAV	Floridablanca	RIO SURATA

ORO ALTO						
COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1119870	1270300	1,2,3	0.35680	CARLOS ALBERTO AVILA AMAYA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1121510	1277560	1,2,3	0.21990	ALFONSO LIZARAZO RODRIGUEZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117010	1264350	1	0.82590	AURELIO URIBE MORENO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1116370	1265500	1,2,3	0.09740	TRANSITO CARRILLO DE HERNANDEZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1116370	1265500	1,2,3	0.16230	ROSAURA TORRES LEAL	Piedecuesta	RIO DE ORO
1115730	1265475	1,2,3	0.09310	MARIA CENOVIA SOTO CARVAJAL	Piedecuesta	RIO DE ORO
1115859	1266191	1,3	0.13310	LUIS ANTONIO PATIÑO, GUIO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1115923	1265816	1,2,3	0.03200	JORGE ELIECER NAVAS VIVIESCAS	Piedecuesta	RIO DE ORO
1114935	1266800	1,2,3	0.03790	MATILDE MARTÍNEZ CEPEDA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117973	1268668	1	0.25900	JUAN DE JESUS SOTO CARVAJAL	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117973	1268668	1,3	0.24100	ACUASAMEGLI	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118090	1268700	1,3	0.13300	JORGE ARTURO MENDEZ BARAJAS	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117973	1268800	1,3	0.24100	ACUASAMEGLI	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118672	1263886	1,2,3	0.07400	RAMIRO RODRIGUEZ ORTIZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1116280	1265100	1,2,3	0.06430	TOMASA CABALLERO DE MORENO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118740	1264960	1,2,3	0.06540	MARIA DEL CARMEN BRICEÑO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,3	0.03930	MIGUEL CACERES	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,3	0.03930	JESUS MARIA NIÑO QUIÑONES	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,2,3	0.03930	MARIA CUSTODIA MATAJIRA DELGADO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,2,3	0.01600	ISMAEL VERA JEREZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118490	1265158	1,2,3	0.06150	CARLOS VELNADIA CABALLERO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119865	1273040	1,2,3	13,5	LUIS FERNANDO TORRES GALLEGO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1121630	1277750	1,2,3	0.19240	LIGIA ANTOLINEZ DE PORTILLA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118865	1276830	1,2,3	0.02800	RICARDO RONDON GUTIERREZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,3	0.03930	JESUS MARIA NIÑO QUIÑONES	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,2,3	0.03930	MARIA CUSTODIA MATAJIRA DELGADO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,2,3	0.01600	ISMAEL VERA JEREZ	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119438	1262840	1,3	0.03930	MIGUEL CACERES	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117710	1262830	1	0.01000	LYDIA CORREA CORREA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117157	1263537	1,3	0.04060	ALEJO HERNANDEZ ABRIL	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117869	1263763	1,2,3	0.22950	PEDRO FELIX HERNANDEZ CAMACHO	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118000	1263360	1,2,3	0.04000	HECTOR JAIMES OJEDA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1118860	1264990	1,2,3	0.31000	MATILDE FLOREZ SEQUEDA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119160	1264950	1,2,3	0.14000	MATILDE FLOREZ SEQUEDA	Piedecuesta	RIO DE ORO

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1117980	1260740	1,3,7	0.08310	AGUSTIN SALAZAR PARRA	Piedecuesta	RIO DE ORO
1117850	1260710	1,2,3	0.07810	ALEJANDRO ANTONIO URIBE	Piedecuesta	RIO DE ORO
1119260	1268020	1	0.01040	GUALDRON	Piedecuesta	RIO DE ORO
1120710	1267040	1,2,3	0.06800	CAROLINA GUERRERO GUERRERO	Piedecuesta	RIO DE ORO
				LUIS CARLOS SANTIS SANCHEZ	Piedecuesta	RIO DE ORO

MICROCENCUA RIO FRIO						
COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1115836	1281050	1	0,481	JAIRO CRISTANCHO VARGAS	Bucaramanga	RIO DE ORO
1116733	1280726	2,4	4,1677	FREDY RIVERA ROBAYO	Floridablanca	RIO DE ORO
1112237	1277996	1,3	0,05	ROSO HELI GARZA TOSCANO	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	1,2,3	0,2844	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277930	1,2,3	4,4764	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	1,3	0,0486	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	1,3	3,3485	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1116530	1280730	1	0,0121	FREDY RIVERA ROBAYO	Floridablanca	RIO DE ORO
1115510	1281600	1,2,3	0,0216	EMELINA ABRIL DE SANGUINO	Floridablanca	RIO DE ORO
1115510	1281600	1	0,0072	RAMON CHAHIN NOHRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,013	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1115250	1281644	1,2	0,0117	HUMBERTO GUERRERO COTTE	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,16	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,0998	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,05	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	1,2	0,1408	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,37	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,01	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1113520	1280510	1,3	0,0206	JUSTO PASTOR MARTINEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,02	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,06	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,01	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1118755	1277910	2	0,01	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1114280	1279500	1,3,8	0,1968	ESPERANZA JAIMES DE OTERO	Floridablanca	RIO DE ORO
1112970	1279800	1	0,01	ESTEBAN QUINTERO SANGUINO	Floridablanca	RIO DE ORO
1112910	1279780	1,2,3	0,025	BALDOMERO RAMON LANDAZABAL	Floridablanca	RIO DE ORO
1112910	1279780	1	0,1578	ASOCIACION DE USUARIOS ACUEDUCTO REGIIONAL KM 18/MARIO BECERRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1112700	1279140	1,2,3	0,0173	GORGONIA ANAYA DE CARVAJAL	Floridablanca	RIO DE ORO
1112550	1278880	1,3	0,0289	JOSEFINA BOADA DE MENDEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1112750	1278720	1	0,025	HERMES SUAREZ HERRERA –ACUABUENAV	Floridablanca	RIO DE ORO
1112971	1278226	2	0,0299	LUZ MARIANA NAVARRO	Floridablanca	RIO DE ORO
1112882	1278245	1,2,3	0,0883	LUZ MARIANA NAVARRO	Floridablanca	RIO DE ORO
1114560	1278048	1,2,3	0,2793	CORPORACIÓN	Floridablanca	RIO DE ORO
1114930	1278230	1,2,3	5,8534	CORPOBLANCA	Floridablanca	RIO DE ORO

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1114470	1278020	1,2,3,8	0,0809	JULIO CESAR MENDIETA PEÑA	Floridablanca	RIO DE ORO
1112560	1276660	1,2,3	0,102	RAMIRO BLANCO GONSALEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1113475	1273510	1,2,3	0,071	ALFREDO SMITH ALANDATE PEREZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1114200	1275700	0,1,2,3	4,3505	HILLER LOZANO GOMEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1112290	1273130	1,2,3	0,0956	SIMON CALDERON MATAJIRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1112170	1273550	1	0,04	ANA DEL CARMEN ESTEBAN	Floridablanca	RIO DE ORO
1112170	1273550	1	0,01	MARIA REYES PABON	Floridablanca	RIO DE ORO
1114260	1273013	1,2,3	0,3249	FELIPE CALDERON MATAJIRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1114450	1273250	1,2,3	2,1912	CORP.SERV. PUB. ACUD. VEREDA CASIANO JESUS BARAJAS RICO	Floridablanca	RIO DE ORO
1114340	1273130	1,2,3	2,1912	CORP.SERV. PUB. ACUD. VEREDA CASIANO JESUS BARAJAS RICO	Floridablanca	RIO DE ORO
1113426	1271586	1,2,3	0,0671	ALIRIO USEDA PEREIRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1113325	1271321	1,3	0,0937	RICARDO GARCIA PALOMINO	Floridablanca	RIO DE ORO
1112970	1271352	1,3	0,011	LUIS AGUSTIN PIMIENTO GOMEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1112490	1271515	1,2,12	0,1	ANA MERCEDES CONDE DE FLOREZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1112100	1277608	1,2,3	0,315	JORGE BRAND MEZA	Floridablanca	RIO DE ORO
1112980	1278220	1,2,3	0,0587	JORGE BRAND MEZA	Floridablanca	RIO DE ORO
1114810	1271860	1,2,3	0,0173	MARIA DEL ROSARIO CHAPARRO DE GUSLDRON	Floridablanca	RIO DE ORO
1114600	1278890	1	0,0087	MARIA CRISTINA SANCHEZ CARO	Floridablanca	RIO DE ORO
1114920	1279285	1,2,3	0,347	MARIO IVAN ESPINEL MARTINEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1112041	1278260	1,2,3	0,0754	MARDORY CASTRO DE HERAZO	Floridablanca	RIO DE ORO
1111541	1278291	1,2,3,4	0,06	TEODORO ESTEBAN	Floridablanca	RIO DE ORO
1111175	1278065	1,3	0,0643	VICTOR HUGO MARTINEZ TARAZONA	Floridablanca	RIO DE ORO
1110570	1278210	1,2,3	0,1258	LUIS ARTURO CABALLERO JAIMES	Floridablanca	RIO DE ORO
1110780	1278400	1,3	0,0712	LILIANA CABALLERO ROJAS	Floridablanca	RIO DE ORO
1110780	1278400	1,2,3	0,0712	DEYSI JOHANNA LANDAZABAL GELVES	Floridablanca	RIO DE ORO
1110670	1278310	1,2,3	0,3472	LUIS EMEL PINEDA	Floridablanca	RIO DE ORO
1111780	1276510	1,2,3	0,4203	JULIO PARRA	Floridablanca	RIO DE ORO
1111270	1276306	1,3	0,1337	BEATRIZ ALVAREZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1111580	1276300	1,2	0,0102	JULIO ELIAS SANDOVAL GOMEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1111752	1275980	1,2,3	0,0292	LUIS HERMINDO CORZO CAMACHO	Floridablanca	RIO DE ORO
1113920	1269862	2,3	0,1737	EDUARDO PALOMINO PALOMINO	Floridablanca	RIO DE ORO
1114225	1269665	1,2,3	0,1129	MARIANO RODRIGUEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1114330	1269626	1,2,3	0,0444	LUIS BELTRAN ROA	Floridablanca	RIO DE ORO
1114810	1271860	1,2,3	0,0149	ELVIRA GUALDRON CHAPARRO	Floridablanca	RIO DE ORO
1114810	1271860	1,2,3	0,0205	MATGARITA RICO DE GARCIA	Floridablanca	RIO DE ORO

COORDENADAS		TIPO CONSUMO	CAUDAL (l/s)	NOMBRE	MUNICIPIO	SUBCUENCA
ESTE	NORTE					
1119030	1279360	1,2,3	0,0749	MISAEAL MONTANNEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1118850	1279180	2,3	0,0602	AURA ALICIA ESTUPIÑAN DE ESTUPIÑAN	Floridablanca	RIO DE ORO
1118850	1279180	2,3	0,0602	LUIS AFRANIO VELANDIA	Floridablanca	RIO DE ORO
1118850	1279180	1,2,3	0,0602	HELI MAYORGA CASTELLANOS	Floridablanca	RIO DE ORO
1118150	1280550	1,2,3	0,0403	LUZ MARINA NAVAS GONZALEZ	Floridablanca	RIO DE ORO
1117895	1281188	1,2,3	1,18	ASUACOR - ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA CORCOVA	Floridablanca	RIO DE ORO
1111603	1274206	1	614	ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S A. E.S.P.	Floridablanca	RIO DE ORO

Anexo 2. Pozos Sépticos.

VEREDA	NOMBRE	MUNICIPIO	LOCALIZACION	TIPO DE VERTIMIENTO	E	N	COTA
VEREDA MONSERRATE	5611168 ALBERTO JAIMES	1 Bucaramanga	LA ESPERANZA	Sin Vertimiento	1110030	1283530	1562
VEREDA MONSERRATE	91227901 ORLANDO ORTIZ	1 Bucaramanga	INNOMINADO	Sin Vertimiento	1110883	1283436	1505
VEREDA MONSERRATE	27901241 CARLINA MANCILLA	1 Bucaramanga	EL COROZO	Sin Vertimiento	1111448	1283247	1519
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	13834849 PEDRO JULIO TORRADO	1 Bucaramanga	SANTA ANA	Sin Vertimiento	1109768	1277656	1407
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	13834849 PEDRO JULIO TORRADO	1 Bucaramanga	SANTA ANA 2	Sin Vertimiento	1109780	1277653	1408
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	63497874 SAUL GOMEZ RIOS	1 Bucaramanga	LA PAZ	Sin Vertimiento	1109781	1277675	1412
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	63301301 JOSEFINA ALVAREZ	1 Bucaramanga	BUENOS AIRES	Sin Vertimiento	1108315	1281923	1399
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	28155017 OLGA LUCIA SANCHEZ	1 Bucaramanga	LOS ARRAYANES	Sin Vertimiento	1108295	1281840	1410
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	63354684 CARMEN CECILIA VANEGAS	1 Bucaramanga	BUENOS AIRES	Sin Vertimiento	1108373	1281979	1397
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	63366328 MARIA PRESENTACION SANCHEZ	1 Bucaramanga	EL MANGUITO	Sin Vertimiento	1108474	1282099	1375
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	63270721 MARIA OLIVA ORDUZ	1 Bucaramanga	EL ORIENTE	Sin Vertimiento	1109139	1280805	1445
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	91293579 FRANK PINZON	1 Bucaramanga	INNOMINADO	Sin Vertimiento	1108236	1281292	1333
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	91201232 MANUEL FRANCISCO GOMEZ	1 Bucaramanga	CASA 280	Sin Vertimiento	1108294	1281813	1413
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	91260339 ROBERT PINZON	1 Bucaramanga	CASA NO. 9	Sin Vertimiento	1108253	1281338	1333
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	1758039 JOSE DE LA ROSA MIRANDA	1 Bucaramanga	LAS DELICIAS	Sin Vertimiento	1109494	1279935	1547
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	5557880 ANIBAL FIGUEROA GOMEZ	1 Bucaramanga	EL PORVENIR Y VILLA JANICE	Sin Vertimiento	1109121	1279923	1459
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	63307739 ISaura GOMEZ	1 Bucaramanga	BUENAVISTA	Sin Vertimiento	1109400	1279951	1479
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	13835971 REYNALDO GOMEZ	1 Bucaramanga	BUENAVISTA	Sin Vertimiento	1109402	1279858	1506
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	91201878 GABRIEL CRISTANCHO	1 Bucaramanga	EL TRIUNFO	Sin Vertimiento	1109029	1279982	1436
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	91221306 JAIRO GOMEZ	1 Bucaramanga	LOS ALPES	Sin Vertimiento	1109207	1279927	1466
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	4040981 MIGUEL APARICIO	1 Bucaramanga	SANTA BARBARA	Sin Vertimiento	1109380	1280107	1540
VEREDA SOCIAL PEDREGAL	91215487 EMILSEN MUÑOZ	1 Bucaramanga	LA PRIMAVERA	Sin Vertimiento	1107756	1282268	1155
VEREDA SOCIAL PEDREGAL	63558246 RAFAEL CASTILLO	1 Bucaramanga	LAS PALMAS	Sin Vertimiento	1107824	1282250	1154
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	5564128 JACOBO SEPULVEDA	1 Bucaramanga	PRIMAVERA Y LOS ALPES	Sin Vertimiento	1109121	1279923	1459
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	91234936 PEDRO EMILIO TORRADO ALVERNIA	1 Bucaramanga	EL GUAYABITO 1 , 2 Y 3	Sin Vertimiento	1109772	1278326	1482
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	37805715 OLIVIA PUENTES	1 Bucaramanga	EL DIAMANTE	Sin Vertimiento	1109623	1278503	1484

VEREDA	NOMBRE	MUNICIPIO	LOCALIZACION	TIPO DE VERTIMIENTO	E	N	COTA
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	5407952 CIRO ANTONIO PLATA	1 Bucaramanga	10 DE MAYO	Sin Vertimiento	1109807	1278686	1471
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	63492663 NEYRA OLIVA ALVAREZ	1 Bucaramanga	10 DE MAYO 1 Y 2	Sin Vertimiento	1109783	1278708	1464
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	1375067 DANIEL MENA	1 Bucaramanga	SANTA BARBARA 1 Y 2	Sin Vertimiento	1109641	1278546	1482
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	5722324 CARLOS JULIO OREJARENA	1 Bucaramanga	10 DE MAYO 1 Y 2	Sin Vertimiento	1109778	1278680	1473
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	5695620 SEVERO QUIROGA LOBO	1 Bucaramanga	ARBOL SOLO 1	Sin Vertimiento	1109872	1278273	1524
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	5695620 SEVERO QUIROGA LOBO	1 Bucaramanga	ARBOL SOLO 2	Sin Vertimiento	1109761	1278515	1531
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	91238011 PEDRO BECERRA	1 Bucaramanga	INNOMINADOS 1 Y 2	Sin Vertimiento	1109776	1278676	1477
ESCUELA DE LA VEREDA MONSERRATE.	63392379 ESCUELA MONSERRATE	1 Bucaramanga	ESCUELA MONSERRATE	Sin Vertimiento	1111410	1283280	1511
PREDIO EL MANGUITO - VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO.	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga	EL MANGUITO	Sin Vertimiento	1108434	1282075	1382
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	63338222 ESMITH LEON NOVA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109799	1278851	1474
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	5562030 JUAN ESPARZA			Sin Vertimiento	1109617	1278621	1426
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	63304881 OLINTA RIVEROS ECHAVARRIA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109483	1279163	1415
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	63488515 AMPARO RIVERO ECHAVARRIA			Sin Vertimiento	1109581	1279018	1438
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	28385785 AGUSTINA ECHAVARRIA			Sin Vertimiento	1109553	1279032	1442
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	63323964 HELGA RIVEROS ECHAVARRIA	1 Bucaramanga		Tipo no definido	1109732	1279267	1921
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	91241363 MANUEL TORRES			Sin Vertimiento	1109726	1279127	1485
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	91218417 ENRIQUE TORRES	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109632	1279048	1457
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	37824254 MARIA EUGENIA PARRA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109514	1278521	1435
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	1936708 ELIAS CASTILLA PEREZ	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109528	1278477	1422
SANTA BARBARA - VEREDA SOCIAL	1936708 ELIAS CASTILLA PEREZ	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109483	1278470	1412
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109874	1278954	1490
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109588	1278579	1429
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109505	1278468	1422
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109190	1279645	1379
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109226	1280099	1514
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109014	1280028	1429
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109061	1279965	1444
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1110108	1280090	1611
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108990	1279794	1354
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108873	1279721	1301

VEREDA	NOMBRE	MUNICIPIO	LOCALIZACION	TIPO DE VERTIMIENTO	E	N	COTA
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109368	1280086	1492
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108840	1279778	1305
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	91499580 JORGE ENRIQUE CRUZ OCHOA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108862	1279830	1310
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109514	1280326	1566
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108848	1279792	1310
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	63367269 MARIA TERESA CRUZ OCHOA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108843	1279817	1308
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109387	1280687	1537
VEREDA SOCIAL SAN JOSE	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109309	1280042	1520
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108327	1281970	1398
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1108444	1282096	1376
VEREDA SOCIAL GUALILO ALTO	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109038	1280457	1437
VEREDA SOCIAL PEDREGAL	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1107711	1282248	1164
VEREDA SOCIAL BOLARQUI ALTO	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1110837	1283864	1550
VEREDA SOCIAL SANTA BARBARA	999999999 USUARIO EXTERNO - NCA	1 Bucaramanga		Sin Vertimiento	1109782	1278732	1469

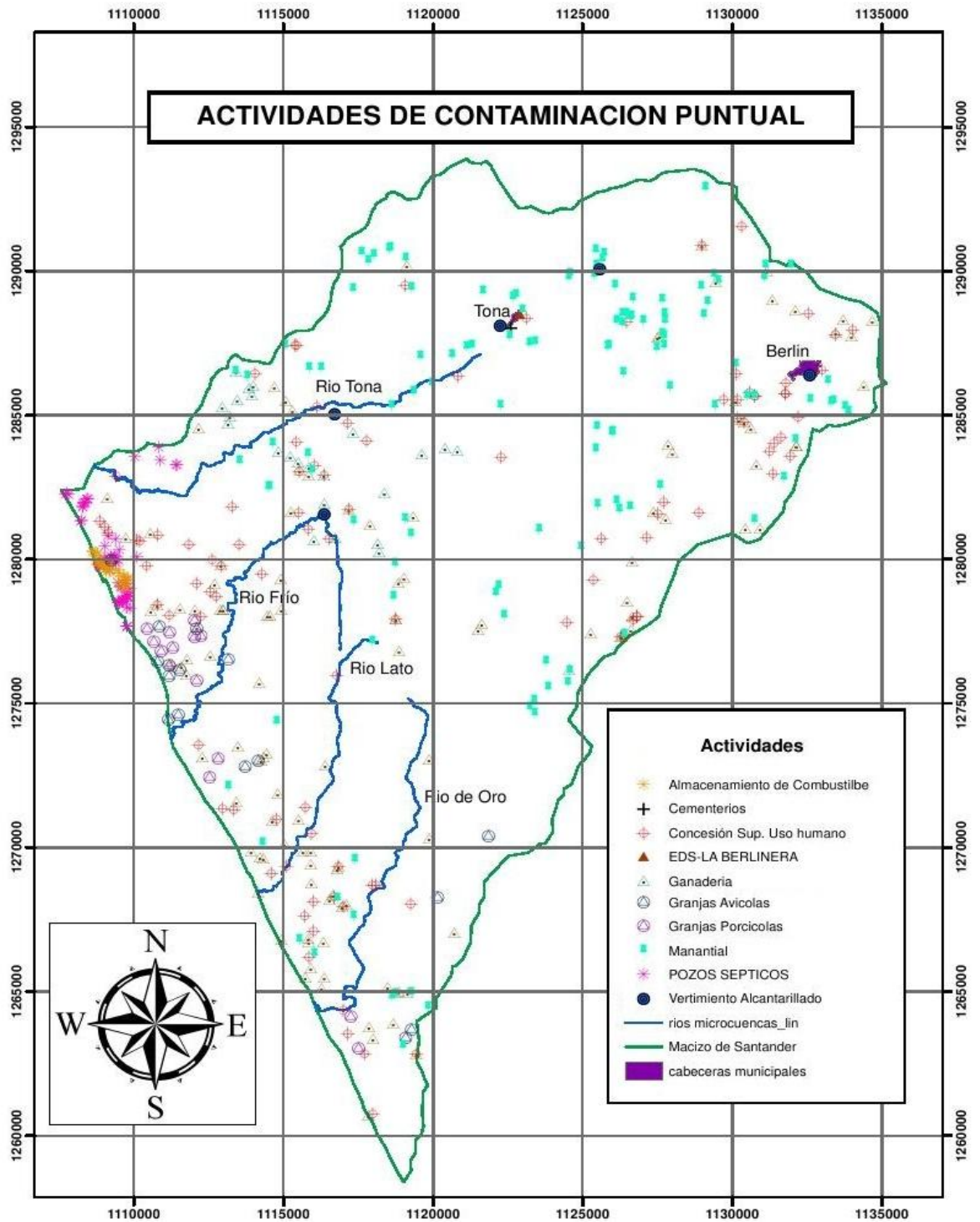
Anexo 3. Vertimientos Alcantarillados

Vertimiento	Corriente	Tratamiento	Caudal LPS	Este	Norte
Cabecera Tona	Rio Tona	No	1,49	1122251	1288083
Berlín	Rio Jordán	No	1,36	1132597	1286677
Vereda el Gramal	Quebrada Los Arcos-Rio Tona	No	1,18	1125575	1290071
Vereda golondrinas	Rio Tona	No	0,33	1116761	1285025
La Corcova	Rio Frio	No	1,87	1116538	1280842

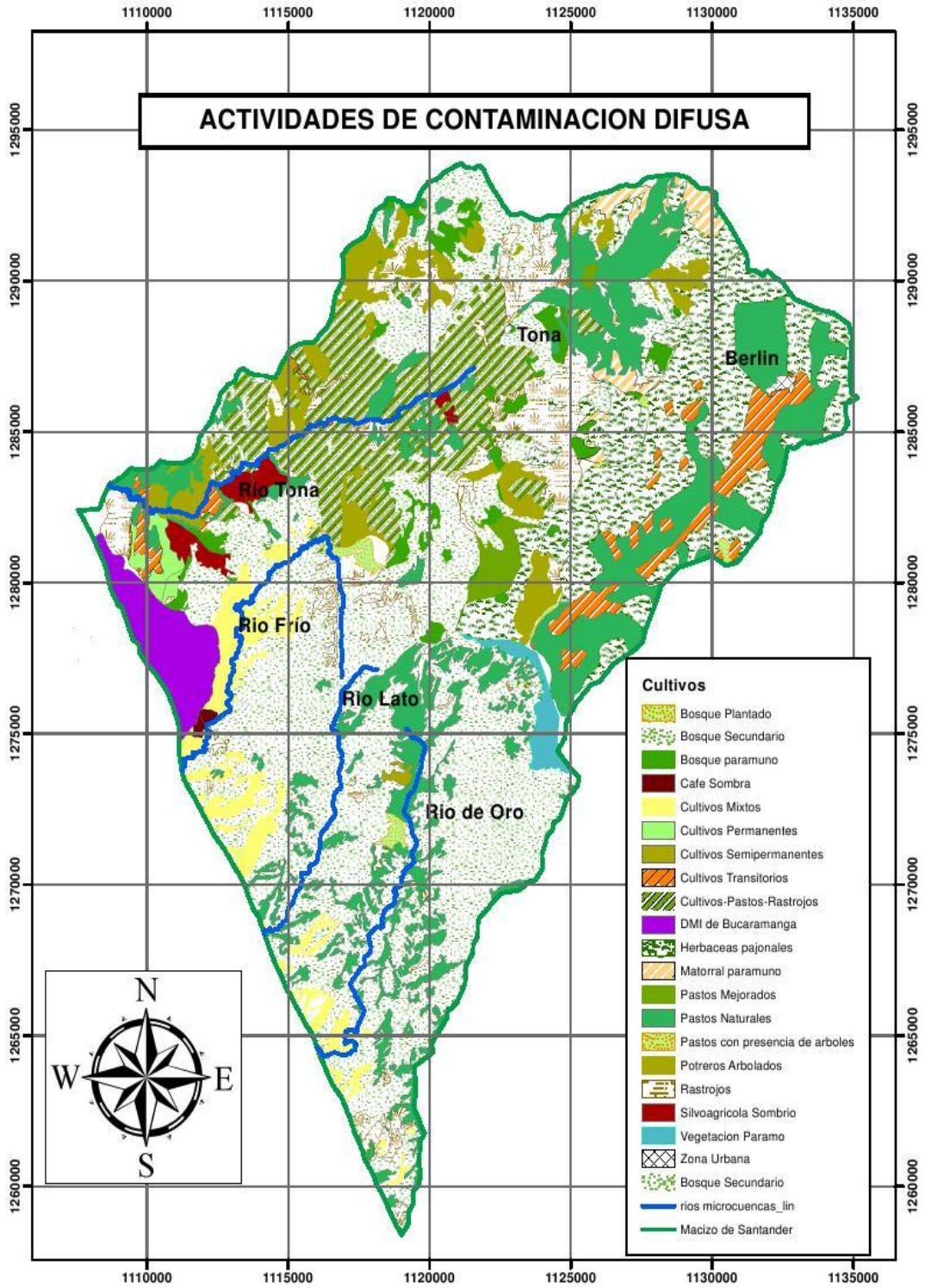
Anexo 4. Cultivos Agrícolas.

CULTIVOS AGRÍCOLAS			
GRAN GRUPO	GRUPO	SUBGRUPO	AREA (Ha)
TIERRAS AGROPECUARIAS MIXTAS	<i>CULTIVOS AGRÍCOLAS</i>	C .SEMIPERMANENTES	49.5
		C. MIXTOS	1597.1
		C. PERMANENTES	239.83
		C. TRANSITORIOS	1235.36
	<i>TIERRAS AGROPECUARIAS MIXTAS</i>	CULTIVOS-PASTOS-RASTROJOS	4213.07
TIERRAS AGROFORESTALES	<i>SILVOAGRICOLA</i>	CAFÉ SOMBRA	45.47
		CULTIVOS PERMANENTES O SEMIPERMANENTES SOMBRÍO	396.91
INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA	<i>URBANA</i>	ZONA URBANA	47.24

Anexo 5. Actividades Contaminación Puntual



Anexo 6. Actividades Contaminación Difusa



Anexo 7. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Centro Poblado Berlín.



Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Tona-Santander

Anexo 8. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Cabecera Tona.



Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Tona-Santander

Anexo 9. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Vereda Golondrinas.



Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Tona-Santander

Anexo 10. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento Vereda El Gramal.



Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Tona-Santander

Anexo 11. Archivo Fotográfico Punto de Vertimiento La Corcova.



Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Tona-Santander