

Evaluación cuantitativa de los factores y variables ambientales de la cuenca del río salitre a través de la matriz de impacto ambiental (EIA) de acuerdo con la metodología IVAFIC

Darío Roncancio Parra, Ingeniero Civil.

Universidad La Gran Colombia, Colombia, drp1478@gmail.com

Asesores: Dr. I.C. Edgar Ricardo Monroy Vargas, Lic. Roy Morales

Universidad La Gran Colombia, Colombia. Edgar.monroy@ugc.edu.co, roy.morales@ugc.edu.co

Resumen– Por medio de los estudios ambientales realizados a diferentes proyectos, se ha determinado de manera cualitativa los problemas ambientales. Sin embargo, en Colombia no se ha logrado incluir un proceso de evaluación ambiental en el cual se determine de manera cuantitativa un factor de impacto, el cual indique cual es el estado actual de un proyecto y mucho menos de una cuenca hídrica. Por medio de la Metodología IVAFIC, se busca cuantificar los factores y variables que anteriormente solo se presentaba de una manera cualitativa. Este procedimiento consiste en realizar una Matriz Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en la cuenca del río Salitre, con el propósito de encontrar un factor de impacto corregido y de esta manera conocer el estado ambiental de la cuenca. Por medio de esta metodología se logró conocer el deterioro ambiental de la cuenca del río Salitre, determinado el estado en el cual se encontraba, la duración de esta contaminación y la reversibilidad que esta pueda tener. Además se busca identificar las principales causantes del deterioro de la cuenca, del río Salitre, como puede ser: Estrato económico, localidades y UPZ.

Palabras claves– Evaluación cuantitativa de impacto ambiental, metodología IVAFIC, Río Salitre, cuenca.

Abstract– Through environmental studies for different projects, it has been determined qualitatively environmental problems. However, in Colombia it has not managed to include an environmental assessment process in which quantitatively determine an impact factor, which indicates what the current status of a project and much less of a watershed. Through IVAFIC methodology, it seeks to quantify the factors and variables that previously appeared only in a qualitative manner. This procedure involves making a Matrix Environmental Impact Assessment (EIA) in the Salitre river basin, with the aim of finding a corrected impact factor and thus meet the environmental status of the basin. Through this methodology was able to confirm the environmental deterioration of the Salitre river basin, given the state in which he was, the duration of this pollution and reversibility that this may have. It also seeks to identify the main causes of the deterioration of the basin, the river Salitre, as can be: economic stratum, localities and UPZ.

Keywords– Quantitative evaluation of environmental impact, IVAFI methodology, Río Salitre, basin.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la cuenca del salitre proporciona una gran cantidad de contaminación por parte de la ciudad de Bogotá. Puesto que recibe vertimientos de algunas de las más grandes localidades de la ciudad de Bogotá, tanto industriales como procedencia doméstica. Logrando el aumento del impacto ambiental negativo para el sector de la microcuenca, sin embargo, es la única cuenca de la ciudad de Bogotá que presenta una Planta de tratamiento de aguas residuales, pero este sistema no cumple con normativa colombiana frente a las requerimientos mínimos para los vertimientos en cuerpo de agua, logrando el deterioro de la cuenca del río Bogotá.

Para esta Investigación se asumieron los siguientes objetivos: el objetivo general consiste en Evaluar cuantitativamente los factores y variables ambientales de la cuenca del Río Salitre a través de la matriz de impacto ambiental (EIA) de acuerdo con la metodología IVAFIC. Para lograr este objetivo, se plantearon 4 objetivos específicos, los cuales consisten en analizar la información ambiental de la cuenca del río Salitre, después de este paso se procede identificar los factores ambientales de la cuenca del río Salitre, al conocer estos factores, se procede a completar la matriz EIA y validando con la matriz de Ruta, se cumple la fase cualitativa de la cuenca y por último, a través del proceso anterior, se calcula el Factor de Impacto Corregido, el cual determinara el estado actual de la cuenca de manera cuantitativa.

La metodología a ejecutar consiste en aplicar la metodología IVAFIC [1]. Esta metodología consiste en analizar el impacto ambiental de una cuenca hidrológica de manera cuantitativa. Para lograr este objetivo se alimentara una matriz de evaluación de impacto ambiental de manera cualitativa y para su respectiva validación, se emplea una matriz de ruta, esta es llenada por medio de estudios de campo y encuestas realizadas a la comunidad. Después de realizar esta fase cualitativa, se procede a calcular un factor de impacto, con este dato logramos un aproximado del estado actual de la cuenca, sin embargo, para lograr una mayor validación, realizamos una matriz mas, denominada Matriz de Extensión. Después de cumplir con el proceso anterior, se

calcula el factor de impacto corregido, el cual nos va a decir con seguridad el estado actual de la cuenta del río Salitre y de esta manera seguir con la Fase 2 de esta metodología

A continuación se explica el avance científico que se lleva de esta investigación, al mismo tiempo, se describe los resultados que quieren cumplir.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este proceso investigativo, se analizan varios aspectos fundamentales para alimentar la Matriz EIA [1] con el propósito de calcular el Factor de Impacto Corregido de la cuenca del Río Salitre. A continuación se presenta los conceptos y el diseño metodológico de esta investigación.

A. Estado del arte

De acuerdo con los trabajos de Pouey [2] y Monroy [1], la metodología IVAFIC se define como un modelo sistemático para la evaluación cuantitativa del impacto ambiental a nivel de una cuenca hidrográfica. La primera fase de esta metodología es un proceso de tipo matemático meta heurístico, fundamentado con una aproximación cualitativa representada en una matriz de evaluación de impacto ambiental (EIA), con el objeto de medir o valorar cuantitativamente el impacto ambiental producido por las acciones antrópicas de los diferentes factores y variables ambientales que representa el escenario de una cuenca hidrográfica. Dicha estimación cuantitativa utiliza herramientas de tipo estructural como Excel y MATLAB, de forma que la manipulación e integración de los datos sea de fácil manipulación para el usuario. Otra herramienta utilizada en esta primera fase, son los Sistemas de Información Geográfica –SIG, que proporcionan diversos tipos de mapas entre los que se destacan los ISOFICS, que representan curvas de igual impacto ambiental asociadas a la cuenca. Es importante señalar que al final del proceso de la Fase I el modelo arroja un único valor de impacto ambiental para la cuenca de estudio.

En la Fase II, el modelo IVAFIC asocia el factor de impacto estimado junto con otras variables de tipo macroeconómico como el valor Producto Interno Bruto –PIB, la tasa de crecimiento poblacional, entre otros, con el objeto de ponderar un Indicador de Valor Ambiental –IVA, el cual finalmente sirve al administrador ambiental como un instrumento de toma de decisión especialmente en la asignación de presupuestos. Vale la pena acotar que esta última fase hace uso de la lógica difusa, permitiendo así obtener rangos confiables en virtud de las condiciones particulares desarrolladas para una cuenca.

Así mismo Gallón Martínez [3] en su investigación presenta como objetivo principal identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales que un proyecto o actividad generan al momento de ser ejecutados. Por ello se emplea como metodología para la evaluación del impacto ambiental, el desarrollo de una matriz de tipo causa-efecto. De

esta manera, formula un nuevo modelo para medir la evaluación de impacto ambiental, denominada el modelo Gallón, el cual permite conocer por medio de una tabla de valoración, el grado de impacto ambiental que tiene la evaluación tanto en las fases del proyecto como para las variables ambientales. La contribución de este estudio a la investigación actual desarrollada, es la aplicación de nuevos modelos como es el caso del modelo IVAFIC, con el propósito de medir el grado de impacto que se está generando en alguna actividad, en este caso el grado que puede generar una cuenca hidrográfica a una población específica y a futuros proyectos. Actualmente el modelo Gallón es aplicado por el Ministerio de Medio Ambiente para medir de forma cuantitativa el grado de impacto ambiental de un proyecto en específico.

Por medio del estudio de Plazas, Lema y León Peláez [4] buscan evitar que la construcción y puesta en funcionamiento de los proyectos de desarrollo, produzcan serias alteraciones negativas sobre el medio ambiente. Por ello se emplea como metodología la construcción de matrices, jerarquización de elementos y atributos de impacto ambiental. Construyendo dos niveles de aproximación, el primero consiste en la evaluación de diferentes impactos ambientales y la obtención final de un valor de impacto global por proyecto, mediante el uso de expresiones como el Impacto Ambiental, índice de calidad ambiental por elemento. El segundo nivel comprende el cálculo de valores de impacto ambiental por componente ambiental, lo cual permite adquirir valores por cada componente, dando un realce a la herramienta en términos de su aplicación en evaluaciones ambientales parcializadas a un nivel jerárquico. A través de este trabajo se aporta el desarrollo de jerarquizar de las variables y factores ambientales analizados en la cuenca hidrográfica estudiada y aplicar dos fases, una primera fase por medio de matrices aplicando un juicio cualitativo y otra fase que evalúa cada uno de estos atributos de manera cuantitativa.

La investigación desarrollada por Talero [5], denominada “LA EVALUACIÓN AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN PAÍSES EN DESARROLLO”, busca emplear la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), como herramienta para planeación y gestión. Para ello se empleó una metodología en la se encuentra en tres fases. La primera fase es la definición del objetivo y los límites del estudio; segundo, el análisis del inventario de los aspectos ambientales; y la tercera fase es la optimización y resultados similares a la Evaluación del Ciclo de Vida (ECV). Encontrando que los procesos de evaluación ambiental incorporan el resultado de consultas a las comunidades afectadas arriba y debajo de la cuenca en donde se encuentre la región urbana, a su vez, las variables significativas como el crecimiento de la población, el usos del suelo, la demanda por consumo de agua, entre otras, deben ser incluidas para permitir una evaluación dinámica de los impactos ambientales. Por último el proceso de EIA puede mejorar los resultados de un

proyecto ayudando a la selección de tecnología, diseño y localización. Por medio de esta investigación se comprende las variables y factores ambientales a tener en cuenta, como la aplicación de talleres con la comunidad logrando validar y confrontar las evaluaciones ambientales. Cada evaluación a los flujos hidráulicos es vista como una herramienta que despliega tanto los costos como los beneficios del desarrollo de una región urbana.

B. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La Evaluación de Impacto Ambiental es una herramienta jurídico-técnica-administrativa para identificar, predecir, evaluar y cuantificar los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría sobre el medio natural en caso de ser ejecutado; la evaluación debe incluir la prevención, corrección y valoración.

Es un proceso de advertencia que verifica el cumplimiento de las políticas ambientales. La EIA implica búsqueda de alternativas y de creatividad para alcanzar soluciones viables. Se deduce que la EIA propugna un enfoque a largo plazo y supone y garantiza una visión más completa e integrada del significado de las acciones humanas sobre el medio ambiente.

C. Impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental considera impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos.

El impacto ambiental es una alteración significativa del ambiente de carácter positiva o negativa. Cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental (contaminar aguas, talar bosques, etc).

En la figura 1 se presenta el ciclo de los proyectos y pasos de la Evaluación de Impacto Ambiental.

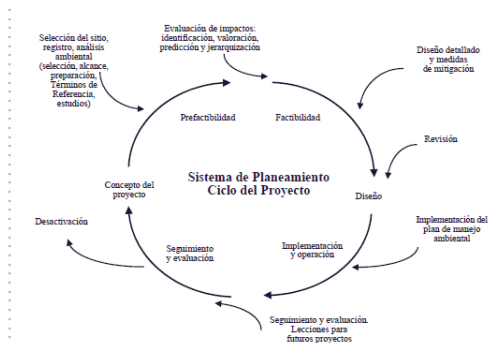


Fig 1. Ciclo de proyectos y pasos de la EIA. Fuente: [6]

La Matriz EIA tiene como objetivo llegar a una decisión balanceada que concilie los intereses y objetivos del proyecto (actividades antrópicas), con los factores ambientales, socioeconómicos, políticos y técnicos. Como todo proceso de planeación ambiental la EIA consta de tres etapas: Descriptiva, Analítica y Propositiva.

Es fundamental, desarrollar a la par del ejercicio de elaborar una matriz EIA, la interacción con los agentes

directos del escenario ambiental, para confrontar que la información suministrada por expertos, se aproxima a la realidad de la situación, como quiera que ellos son los directamente beneficiados o afectados por las acciones derivadas de uno o varios proyectos, desarrollados en su jurisdicción.

A continuación en la figura 2 se presenta un resumen de la validación realizada por medio de una matriz EIA.

MODELO DE MATRIZ EIA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOSA	INFRAESTRUCTURA VIAL	OBRAS DE ACUEDUCTO	OBRAS DE ALCANTARILLADO	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	SISTEMAS DE RIEGO	EDIFICACIONES	CALDERAS DE ALFARERÍA	MATADEROS	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	HERCERÍA ELÉCTRICA	AGROINDUSTRIA	INDUSTRIAS ANIMALES	INDUSTRIAS PORCELANAS	PROYECTOS DE MINERÍA	EDUCACIÓN	SAUD	PROYECTOS DE COMERCIO	CULTURA, RECREACIÓN Y TURISMO	SEGURIDAD CIUDADANA
FACTORES GEOSFÉRICOS	-2.14	-5.80	-6.42	-7.57	4.50	-7.64	-8.68	-8.51	-9.00	1.23	-7.38	-7.27	-7.48	-4.30	-8.59	-8.57			
FACTORES HIDROMETEOROLÓGICOS	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00					-9.00	-9.00									
FACTORES DEL ECOSISTEMA	-3.80	-3.50	-3.50	-3.50		-3.50	-3.50	-4.92	-12.00	-4.33	4.33	-7.67	-8.20	-8.20	-9.00	-9.00			
FACTORES DE BIODIVERSIDAD	1.25	1.25	-2.19	-0.47		2.50	2.86	1.00	-11.00	-5.06	0.47	-6.38	-6.38	-6.38	-6.25	-6.25			
FACTORES ECONÓMICOS	5.44	5.02	0.89	3.45	9.00	-0.96	-2.58	-1.40	2.35	2.96	3.42	1.47	0.86	0.39	1.22	2.99	9.00	9.00	9.00
FACTORES DEL PASAJE	-8.13	-8.63	-8.63	-9.17		-8.50	-9.50	-8.50	-9.00	-1.13				-5.00	9.00	9.00			
FACTORES HISTÓRICOS	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	-9.00			9.00	7.73	7.00	6.73	6.73	7.49	7.89	7.53			
FACTOR DE IMPACTO AMBIENTAL (ESTIMADO TOTAL)	-1.87																		

Fig 2. Ejemplo de Validación de la Matriz EIA. Fuente: [1]

D. Matriz de Ruta

Para lograr la validación de la matriz EIA, es necesario la validación de información, permitiendo la percepción y participación ciudadana, expresada bajo el modelo de Ruta, es importante en la medida que el desarrollo del modelo cuantitativo sistémico se formula a partir de ésta matriz EIA y que por consiguiente a de esperarse resultados compatibles en un alto grado de confiabilidad.

En la figura 3 se ilustra un ejemplo de la matriz de ruta empleada en la esta investigación, toda esta información es suministrada por la tesis doctoral de Monroy [1].

E. Modelo De Impacto Ambiental IVAFIC

La aplicación del modelo IVAFIC, responde al problema presentado, evaluando a través de un modelo matemático y con ayuda de herramientas computacionales de programación estructurada y de sistemas de información geográfica, el impacto ambiental en una cuenca de forma cuantitativa definiendo como factor de impacto FI y factor de impacto corregido FIC.

El método IVAFIC presenta una serie de fases, en la fase 1, se expresa el procedimiento sistemático de tipo matemático, meta heurística, fundada en una aproximación cualitativa representada en una matriz de valuación de impacto ambiental EIA. Factores ambientales que representan el escenario ambiental de una cuenca.

Presenta como objeto medir o valorar cuantitativamente el impacto producido por las acciones antrópicas en los

diferentes factores ambientales que representan el escenario ambiental de una cuenca. Dicha Cuantificación, contempla la asignación de tres atributos como son: la Durabilidad, Reversibilidad y Naturaleza.

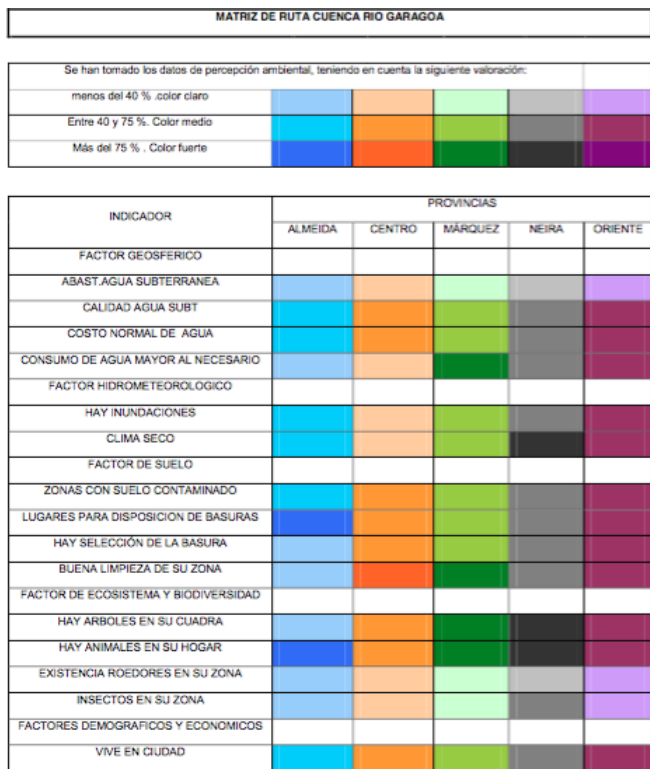


Fig 3. Ejemplo Matriz de Ruta. Fuente: [1]

Existen varios modelos de aplicación para elaborar EIA, con sus distintos atributos a evaluar dependiendo a su vez del tipo de acción a desarrollarse. Como se pretende encontrar una valoración cuantitativa a nivel de cuenca, es necesario definir los atributos más relevantes y que a su vez sean claros y sencillos a efectos de lograr un proceso sistémico. A continuación se presenta la valoración de los atributos.

TABLA I
VALORACIÓN DE ATRIBUTOS. Fuente: [1]

Atributo	Valor	Definición
Duración(D)		Se refiere al tiempo que supuestamente el efecto permanecerá.
Temporario	2	Cuando los efectos permanecen por un periodo de tiempo después de la conclusión de la acción que los generó.
Permanente	4	Cuando una vez ejecutada la acción, los efectos no cesan de manifestación en un horizonte temporal conocido.
Reversibilidad (R)		Cuando es posible revertir la tendencia, teniendo en cuenta la aplicación de medidas para la reparación del mismo o la suspensión de la actividad generadora.
Reversible	1	Cuando cesado el origen o controlado el impacto, el medio impactado puede

		volver a su condición original.
Irreversible	4	Cuando cesada la causa controlado el impacto, el medio impactado no retorna a su condición original.
Naturaleza (N)		
Positiva	+	Cuando el impacto es benéfico, ósea cuando una acción una mejoría de la calidad ambiental.
Negativa	-	Cuando la acción resulta en un daño a calidad de un factor o parámetro ambiental.

F. Factor de impacto

$$F=2D+R (1)$$

Donde F es el factor de impacto, D es la duración y R es la reversibilidad.

El signo de F, esta dado según el atributo de Naturaleza. La importancia o factor de impacto tendrá las siguientes fajas de valor (Tabla 2).

G. Factor de Impacto corregido

$$Fic=(F+Ec*F)/2 (2)$$

Donde Fic es el factor de impacto corregido, Ec es el factor de extensión corregido y F es el factor de impacto. El Ec se obtiene de la siguiente manera:

$$Ec=E*%area (3)$$

Donde E es la extensión, la cual se obtiene como el área de la provincia sobre el área total de la cuenca. Las fajas de valores para Fic, de acuerdo con la expresión anterior son los siguientes: (Tabla 3).

TABLA II
CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS. Fuente: [1]

Definición	Valor +/-
Temporario-Reversible	5
Temporario-Irreversible	8
Permanente-Reversible	9
Permanente-Irreversible	12

TABLA III
CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS FIC. Fuente: [1]

Definición	Intervalo + - ()
Bajo	0-5
Bajo-Medio	5-8
Medio	8-9
Medio-Alto	9-11
Alto	11-12

H. Fases de investigación

Fase 1: Revisión el estado del arte de la evaluación del impacto Ambiental cuantificable de una cuenca hidrográfica.

A través de la metodología IVAFIC y de la recopilación de datos de las corporaciones autónomas regionales, observa los impactos y variables ambientales que presenta en la cuenca del rio salitre a través de dicha información.

Fase 2: Analizar la información hidrográfica y ambiental de la cuenca del Río Salitre.

Por medio de planos y cartografía de la cuenca del rio salitre, identificar cada uno de los puntos de impacto ambiental y analizar los puntos más críticos de la cuenca. En esta fase se

practicara trabajos de campos para reconocimiento de la zona y a su vez, talleres en la comunidad en la cual se pueda conocer las opiniones de los ciudadanos del sector.

Fase 3: Proponer la Matriz de Impacto Ambiental (EIA), la Matriz de Ruta y la Matriz de Extensión (E) de acuerdo con la metodología IVAFIC.

Después de la recopilación de datos, se procede al diseño de matriz de impacto ambiental y de la matriz de ruta, con el fin de validar los datos recopilados a través de trabajo de campo, de igual forma realizar procedimiento para convertir este una matriz cualitativo a un proceso cuantitativo de acuerdo la con la metodología IVAFIC.

Fase 4: Determinar factor de Impacto Corregido (FIC) de la cuenca del Río Salitre.

Después de la realización de las matrices mencionadas anteriormente, el último paso de esta investigación, es el cálculo del factor de impacto corregido el cual se obtiene a través de los procesos de recopilación de datos y de las matrices realizadas a través de la investigación.

III. RESULTADOS

A. *Análisis de la información hidrográfica y ambiental de la cuenca del Río Salitre*

De acuerdo con el diagnostico realizado por la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá y con la colaboración de la Universidad Militar Nueva Granada [7], se analizará la información pertinente a la cuenca del Río Salitre.

Después de conocer la localización y la estructura política de la cuenca, se conocerán los componentes hidrológicos y ambientales que afectan a la cuenca, dividiendo esta información en los sistemas bióticos, abióticos y antrópicos respectivamente. Como se menciono anteriormente esta información se analizará del Diagnostico de la Secretaria.

La Cuenca del río Salitre se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca del río Bogotá, limitada por el norte con la cuenca del río Torca y el humedad de la Conejera, por el occidente con el río Bogotá y el humedad Jaboque, al oriente con los municipios de La Calera y Choachí, y por el sur con la cuenca del Río Fucha.

A continuación se presenta la figura 4, en la cual se ilustra una imagen tomada en Google Earth con la formación de la Cuenca del Río salitre dentro del perímetro de la Ciudad de Bogotá.

La cuenca del río Salitre tiene aproximadamente 13.250 hectáreas, el eje principal del río salitre nace en los Cerros Orientales, bajo el nombre de río Arzobispo, ingresa a la ciudad de Bogotá desde el parque Nacional de forma canalizada hasta la Carrera 97 conformando límite entre las localidades de Chapinero y Santa Fe, en inmediaciones del Parque. Atraviesa las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos y nuevamente sirve de límite natural entre las localidades de Engativá y Suba.

Con la información obtenida por la Secretaria Distrital de ambiente, se analizo el comportamiento ambiental de la cuenca del río Salitre, determinado de esta manera que la cuenca del río salitre es alimentada por medio de aguas residuales y aguas pluviales, las cuales afectan el ecosistema de esta misma.

Sin embargo, no solo los factores hídricos son causantes del deterioro de la cuenca, el mismo crecimiento económico, el avance en la construcción y la falta de interés de protección de los mismo habitantes de la cuenca, la afectado el ecosistema de la cuenca y de esta forma ocasionando el deterioro del 40 % de la ciudad de Bogotá.

Por medio de la matriz EIA, la matriz de Ruta y el factor de impacto corregido, se plantea cuantificar un dato cualitativo, como es un estudio de impacto ambiental, con el fin de conocer de manera exacta en los problemas que presenta la cuenca por medio de curvas de nivel. A través de conocer este valor numérico, se busca reducir los índices que se encuentre muy altos, tomando medidas en las cuales se pueda detener la contaminación de la cuenca.

Este factor de impacto corregido no solamente no ayudara a tomar medidas, al mismo tiempo nos ayudara a conocer qué tipo de localidad presenta mayor afectación a la cuenca o qué tipo de estrato pueda producir esta contaminación, es decir, comparar los diferentes tipos de estratos económicos que se presentan en la cuenca del río Salitre y conocer con exactitud qué tipo de comunidad es mas dedicada a la conservación de los recursos hídricos de la ciudad.

Para lograr estos resultados, se decidió analizar 72 barrios que se encuentran dentro de la cuenca del río Salitre, estos barrios se seleccionaron de acuerdo con el tamaño territorial y las Unidades Planeación Zonal (UPZ). Al mismo tiempo, para la validación de estas zonas se tomaron cifras de años anteriores en las cuales se marcaban las densidades poblaciones de algunos barrios y de esta manera se pueda seleccionar los barrios finales para el estudio presente.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

1. Aplicar una matriz de Evaluación de Impacto Ambiental, con el fin de evaluar de manera cuantitativa todos los factores y variables ambientales de la cuenca del rio salitre y de esta forma obtener el factor de impacto corregido de toda la cuenca a través de la metodología IVAFIC.

2. El producto anterior será también un aporte para la realización de un software que utiliza herramientas estructurales que será posteriormente desarrollado por parte del grupo de investigación.

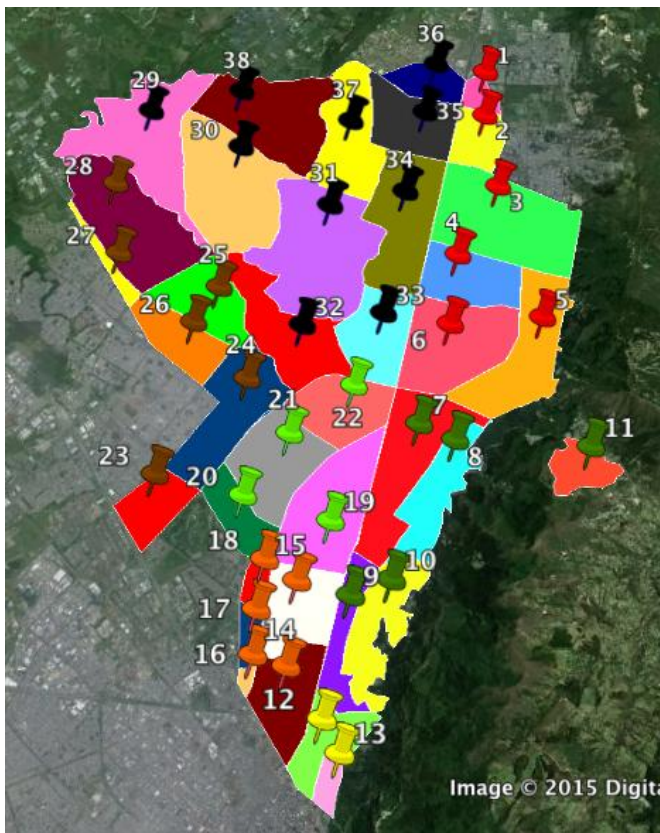


Fig 4. Cuenca Río Salitre (Dentro de la Ubicación de la Ciudad de Bogotá)

REFERENCIAS

- [1] E. R. Monroy Vargas, "Modelo sistemático para la evaluación del impacto ambiental a nivel de cuenca," Universidad Nacional de Rosario, Rosario, 2010.
- [2] N. Pouey y E. R. Monroy Vargas, "Nuevos aportes para estimar el valor del impacto ambiental a nivel cuenca," Ingenio Magno, p. 13, 2010.
- [3] J. C. Gallon Martínez, "Modelo Gallón para la evaluación de impactos ambientales," Universidad Militar Nueva Granada, p. 5, 2003.
- [4] A. Plazas Certuche, A. Lema Tapias y J. D. León Pelaez, "Una propuesta Estadística para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo," Universidad Nacional de Colombia, p. 19, 2009.
- [5] S. Talero, "La evaluación ambiental como herramienta para una gestión sostenible de los recursos hídricos en país en desarrollo," Universidad de Toronto, p. 18, 2004.
- [6] G. Espinoza, "Fundamentos de evaluación de Impacto ambiental, Santiago: Centro de estudios para el desarrollo," 2001, p. 26.
- [7] Universidad Militar Nueva Granada, "Formulación de plan de ordenamiento y manejo de cuenca del río Salitre en el perímetro urbano del distrito capital," Secretaria Distrital de Ambiente, Bogotá, 2010.
- [8] H. A. Rodríguez Díaz, "Estudios de impacto ambiental, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería," 2005.