

Diseño de Red 3G para Monitoreo en Tiempo Real del Caudal del Rio Bogotá

Trabajo de Grado Presentado Para Obtener El Título De
Especialista en Gerencia de Proyectos de Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomas, Bogotá

Lyda González Marín & Julián Daniel Quintero Martínez.
Enero 2015.

Copyright © 2015 por Lyda González Marín & Julián Daniel Quintero Martínez. Todos
los derechos reservados.

El presente trabajo de grado tiene como propósito diseñar una red 3G para monitorear el caudal del río Bogotá en tiempo real, con el fin de prevenir desastres originados por las crecientes y desbordamientos del afluente.

La propuesta surge como respuesta al interés de intervenir una problemática ambiental que ha tenido fuertes repercusiones en el aspecto social y económico de los habitantes cercanos a la cuenca del río Bogotá.

Para dar cumplimiento a este objetivo, se estudia la ley de Gestión de Riesgo 1523 de 2012 y se plantea una propuesta fundamentada en la indagación en torno a los antecedentes de inundaciones a causa del desbordamiento del río Bogotá, la exploración y revisión bibliográfica permiten reconocer que la cuenca del Río Bogotá se divide en tres tramos: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja, siendo identificada la cuenca media y los municipios de Cajicá, Sopo, Chía y Cota pertenecientes a la cuenca alta como las zonas expuestas a mayor riesgo debido a la cantidad de asentamientos humanos y a las prácticas agrícolas y ganaderas que sobresalen en este sector.

Para el diseño de la red, se hizo necesaria la determinación de aspectos técnicos como la longitud del tramo con mayor afectación para ser intervenido, de igual manera el tipo de sensores utilizados para medición de caudal, coordenadas de ubicación de sensores y selección de equipos a utilizar.

Después de precisar los requerimientos técnicos se formulan dos diseños de red 3G, la primera propuesta basada en una solución SMS y la segunda, una solución IP SNMP, ambos diseños reúnen los requerimientos técnicos indispensables para realizar el monitoreo de caudal del río Bogotá en tiempo real, sin embargo la solución SMS resulta más económica por lo cual se elige como la opción más factible para implementarse.

En la implementación de este proyecto se pueden identificar algunos riesgos que generarían impacto negativo en el resultado esperado, el principal de ellos es la indisponibilidad de la red debido a factores externos. Estos factores están siendo intervenidos por las empresas competentes con el fin de brindar un mejor servicio, en consecuencia, al analizar la relación riesgo beneficio de esta propuesta, se reconoce su viabilidad y factibilidad, además de su gran valor y utilidad ambiental, económica y social.

Introducción	1
1. Capítulo Marco básico de gestión y desarrollo.....	1
1.1. Misión	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Visión.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1. Objetivo General.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.2. Objetivos Específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Capítulo Aspectos técnicos	4
2.1. Alcance del proyecto.....	4
2.2. Localización	4
2.2.1. Macrolocalización.....	4
2.2.1.1. Analisis de Factores determinantes	7
2.2.2. Microlocalización	7
2.2.2.1. Microlocalización centro de operación	8
2.3. Ingeniería del proyecto	9
2.3.1. Antecedentes de desbordamientos y crecientes de caudal.....	9
2.3.2. Ubicación de sensores.....	11
2.3.3. Tipos de sensores para medición de caudal.....	16
2.3.4. Selección de equipos.....	¡Error! Marcador no definido.0
2.3.5. Diseño de la red 3G.....	¡Error! Marcador no definido.0
2.3.5.1. Solución SMS	¡Error! Marcador no definido.0
2.3.5.2. Solución IP SNMP	¡Error! Marcador no definido.1
2.3.6. Tipos de transacciones para redes 3G.....	¡Error! Marcador no definido.4
2.3.7. Transmisión de datos	¡Error! Marcador no definido.4
2.3.8. Procesamiento de información.....	¡Error! Marcador no definido.6
2.3.9. Niveles de alerta para sensores	¡Error! Marcador no definido.7
2.3.10. Rendiimiento esperado.....	¡Error! Marcador no definido.8
2.4. Análisis y comparación de soluciones propuestas.....	¡Error! Marcador no definido.8
3. Capítulo Riesgo, impacto y beneficios	29
3.1. Análisis de riesgo en transición del servicio.....	¡Error! Marcador no definido.9
3.2. Impacto Social	¡Error! Marcador no definido.9
4. Capítulo Análisis financiero	31
4.1. Inversión	31
4.1.1. Estructura inicial de la inversión.....	31
4.2. Fuentes de financiamiento	3¡Error! Marcador no definido.
4.3. Rentabilidad del proyecto.....	34
Conclusiones y recomendaciones	35
Referencias Bibliográficas	36
Bibliografía	38

Lista de tablas

vi

Tabla 1. Coordenadas localización de sensores sector A	12
Tabla 2. Coordenadas localización de sensores sector B 1;Error! Marcador no definido.	
Tabla 3. Coordenadas localización de sensores sector C.....	15
Tabla 4. Coordenadas localización de sensores sector D	16
Tabla 5. Costos de operador solución I.....	21
Tabla 6. Direccionamiento IP	23
Tabla 7. Costos de operador solución II	24
Tabla 8. Cuadro comparativo.....	28
Tabla 9. Análisis de Riesgo	29
Tabla 10. Inversión Inicial	32
Tabla 11. Mano de obra y costos de operador	32

Figura 1. Localización Geográfica de la Cuenca del Río Bogotá.....	5
Figura 2. Ubicación de las tres cuencas del Río Bogotá.....	6
Figura 3. Zonas de riesgo de inundación del Río Bogotá.....	7
Figura 4. Localización de municipios en la cuenca del Río Bogotá.....	8
Figura 5. Municipio de Cajicá.	9
Figura 6. Municipio de Chía y Cota.....	10
Figura 7. Bogotá y cercanías.....	10
Figura 8. Localización de sensores.....	11
Figura 9. Localización de sensores sector A.....	12
Figura 10. Mapa de cobertura de red 3G sector A.....	12
Figura 11. Localización de sensores sector B.....	13
Figura 12. Mapa de cobertura de red 3G sector B.....	1;Error! Marcador no definido.
Figura 13. Localización de sensores sector C.....	1;Error! Marcador no definido.
Figura 14. Mapa de cobertura de red 3G sector C.....	15
Figura 15. Localización de sensores sector D.....	15
Figura 16. Mapa de cobertura de red 3G sector D.....	16
Figura 17. Sensores Smartyriver.....	17
Figura 18. Alerta de inundaciones SEBA.....	18
Figura 19. Sistema de alerta de inundaciones SEBA.....	19
Figura 20. Diseño de red 1.....	20
Figura 21. Diseño de red 2.....	22
Figura 22. Niveles de alerta	37

Con el propósito de prevenir desastres a causa de desbordamientos e inundaciones del río Bogotá, se plantea como propuesta la creación de una alternativa que permita monitorear el caudal del río en tiempo real, mediante un sistema de alarmas tempranas orientado a los entes encargados de prevención de riesgo y desastres. El diseño se fundamenta en la realización de mediciones periódicas al caudal del río, para obtener de manera oportuna datos que permiten conocer y controlar las posibles afectaciones provocadas por el desbordamiento del afluente. Corresponde entonces a muestreos que posibilitan la toma de datos sobre los indicadores de variación de caudal y que determinan las condiciones ambientales representativas del entorno donde se desarrolla el proyecto.

Implementar la red 3G para monitoreo en tiempo real del caudal del Río Bogotá, contribuye al mejoramiento de las condiciones económicas y sociales de la población que en varias ocasiones se ha visto afectada por el desbordamiento de este afluente.

Marco básico de gestión y desarrollo

1.1. Misión

Diseñar una red 3G para monitorear el caudal del río Bogotá para prevenir desastres originados por las crecientes y desbordamientos del afluente causando daños y pérdidas a los habitantes de los sectores aledaños.

1.2. Visión

Implementar la red 3G para monitoreo del caudal del río Bogotá para noviembre de 2015 con 21 estaciones de monitoreo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar una Red 3G para el Monitoreo en Tiempo Real del Caudal del Río Bogotá en el tramo de la Cuenca Media entre la estación hidrometeorológica la Virgen y las compuertas Alicachín, en inmediaciones del embalse del Muña, los municipios de Cajicá, Sopó, Chía y Cota correspondientes a la Cuenca Alta del río.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Establecer las zonas para realizar medición de caudal.

- Identificar las tecnologías empleadas para realizar mediciones de caudal y³ recomendar una para utilizar.
- Determinar los recursos a utilizar en diseño de la red.
- Realizar el diseño de la red 3G para monitoreo en tiempo real del caudal del río.
- Identificar los riesgos del proyecto.
- Realizar el plan de acción de riesgos del proyecto.

Aspectos técnicos

2.1. Alcance del proyecto

El diseño de la red 3G para monitoreo del río Bogotá se realizará para el tramo que comprende los municipios de Bogotá, Funza, Mosquera, Soacha, Sibaté, Subachoque, El Rosal, Madrid, Bojacá, Facatativá, Cajicá, Sopó, Chía y Cota (105 km).

2.2. Localización

2.2.1. Macrolocalización.

El Río Bogotá está localizado en la parte central del país, situado en el departamento de Cundinamarca e integrado por 45 municipios y el Distrito Capital.

“El río Bogotá nace a unos 3400 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el Alto de la Calavera, Municipio de Villapinzón al nororiente de Cundinamarca. Recorre cerca de 380 Kilómetros de longitud en dirección suroccidente y desemboca en el río Magdalena a una altura de 280 msnm, en el Municipio de Girardot. El Río Bogotá es el eje que articula la estructura ecológica del altiplano, albergando en su cuenca de aproximadamente 380 Km, a cerca de nueve millones de personas, incluidos los ocho millones y medio de habitantes de la ciudad de Bogotá”. (SEPULVEDA, 2012)

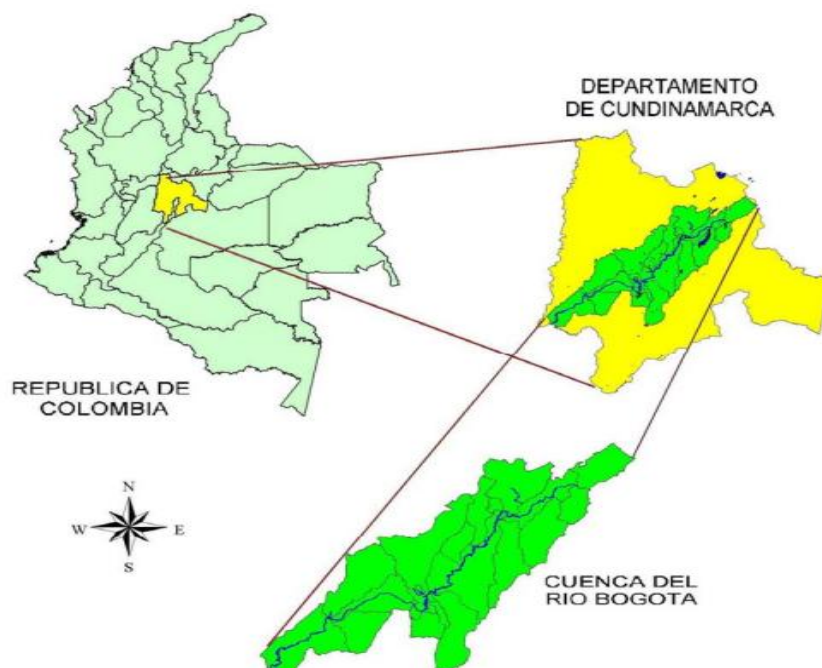


Figura 1. Localización Geográfica de la Cuenca del Río Bogotá. Fuente: Planeación Ecológica (2010)

De acuerdo con la Secretaría Distrital de Ambiente la cuenca del Río Bogotá se divide en tres tramos de la siguiente manera:

CUENCA ALTA: El río Bogotá nace en el páramo de Gacheneque en las proximidades del municipio de Villapinzón al norte de Cundinamarca a una altura de 2.700 msnm, recorre la Sabana de Bogotá de norte a sur bañando con sus aguas los municipios de Villapinzón, Chocontá, Suesca, Sesquilé, Gachancipá, Tocancipá, Cajicá, Chía, Cota, Funza, Mosquera y Soacha. La cuenca alta va desde el nacimiento hasta la confluencia de los ríos Neusa y Bogotá (sector Sisga – Tibitoc), antes de la estación Hidrométrica El Espino en el límite de los municipios de Zipaquirá y Tocancipá.

CUENCA MEDIA: La cuenca media se extiende desde la confluencia del río Neusa hasta Alicachín en el Salto del Tequendama. Aguas abajo en el municipio de Chía recibe al río Frío,

posteriormente en el punto denominado Puente Cundinamarca las aguas son tomadas para el Distrito de Riego de la Ramada. A partir de esta zona se localiza el casco urbano del Distrito Capital que descarga las aguas de los ríos Juan Amarillo (Salitre), Fucha y Tunjuelo, principalmente.

CUENCA BAJA.: En la mitad de su recorrido, el río abandona la Sabana, deja atrás su caudal apacible y se precipita formando el Embalse del Muña y después el salto del Tequendama. En este sitio, el río empieza su torrencioso descenso entre encañonados valles en busca de su desembocadura en el Río Grande de la Magdalena, a la altura de la ciudad de Girardot, después de haber descendido 2.000 m.



Figura 2. Ubicación de las tres cuencas del Río Bogotá. Fuente: Sepúlveda, H. (2012).

2.2.1.1. Análisis de factores determinantes.

El río Bogotá tiene riesgo por desbordamiento hacia todos los municipios que comprenden la cuenca media, pero es en Bogotá donde se presenta mayor número de asentamientos urbanos y alto índice de vulnerabilidad a fenómenos de inundación.

Bogotá está dividida en tres zonas de riesgo de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia del evento. Estas categorías son riesgo alto, medio y bajo.

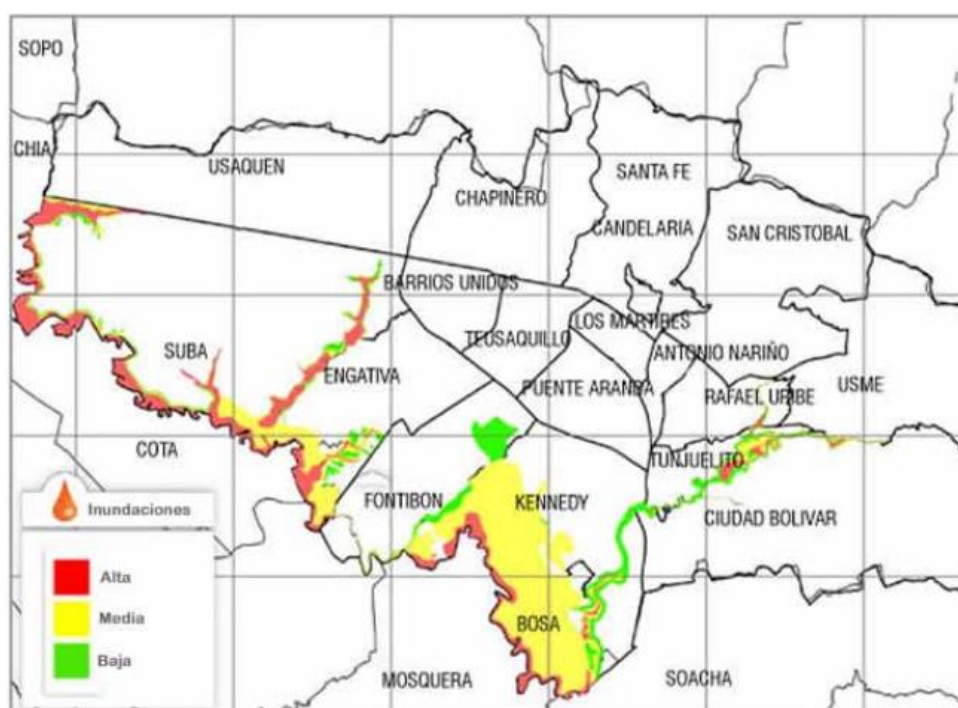


Figura 3. Zonas con riesgo de inundación en Bogotá. Fuente: Fopae (2011)

2.2.2. Microlocalización.

El diseño de la Red 3G para monitoreo en tiempo real del caudal del Río Bogotá se realizara para la zona que comprende la cuenca media que va desde el puente de la Virgen en Cota, hasta antes del embalse del Muña en Alicachín; comprende los municipios de Bogotá,

Funza, Mosquera, Soacha, Sibaté, Subachoque, El Rosal, Madrid, Bojacá, Facatativá y parte de 8 municipios correspondientes a la cuenca alta como son Cajicá, Sopó, Chía y Cota.

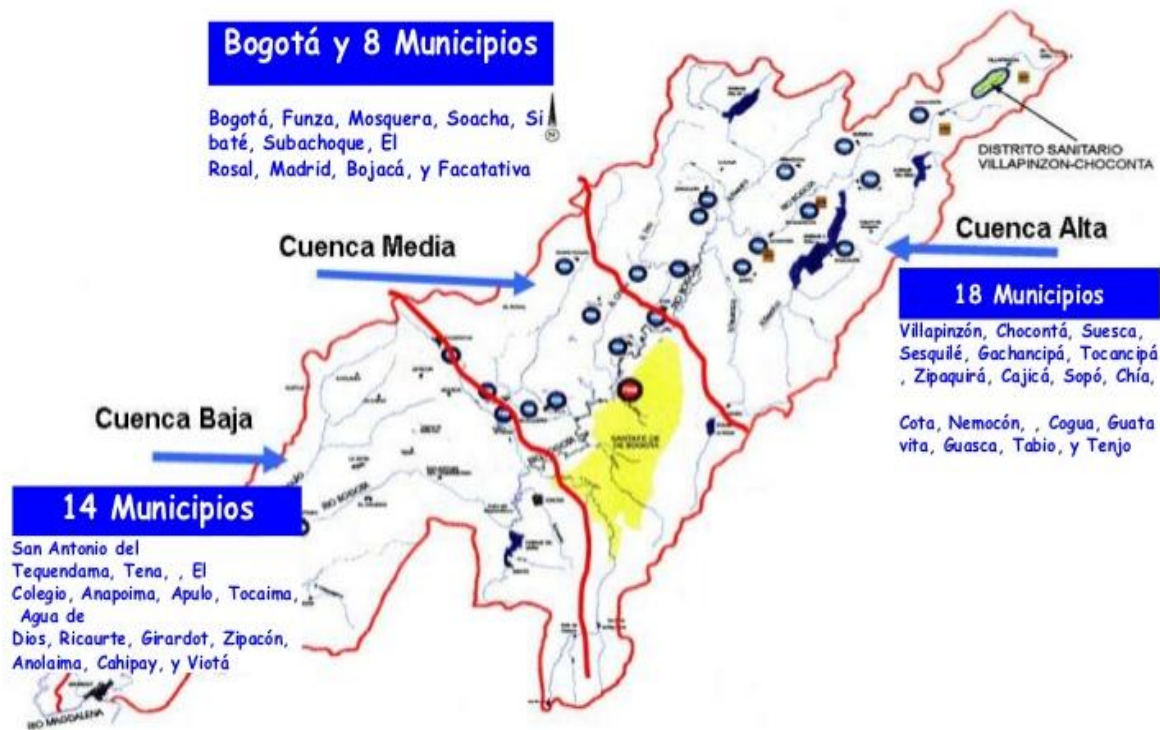


Figura 4. Localización de municipios en la cuenca del río Bogotá. Fuente: Programa CAR (2004)

2.2.2.1. Microlocalización Centro de Operación.

El centro de operación estará localizado en la oficina de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) ubicado en la carrera 7 número 36 - 45, Bogotá.

2.3. Ingeniería del proyecto

2.3.1. Antecedentes de desbordamientos y crecientes de caudal.

Se tomara como referencia el suceso más reciente ocurrido el 13 mayo del 2011, donde ⁹ “el río Bogotá agotó su capacidad para almacenar la cantidad de agua que cayó por la temporada invernal y el fenómeno de la Niña; la imprevista lluvia de 8 horas continuas en el páramo de Guacheneque causo elevaciones del cauce del rio hasta los 4.42 metros, 1,20 metros de altura por encima del promedio; ocasionando una avalancha en el municipio de Villa Pinzón e inundaciones en los municipios de Cajicá, Chía y mediaciones de la ciudad de Bogotá”. (Revista Semana, 2011)

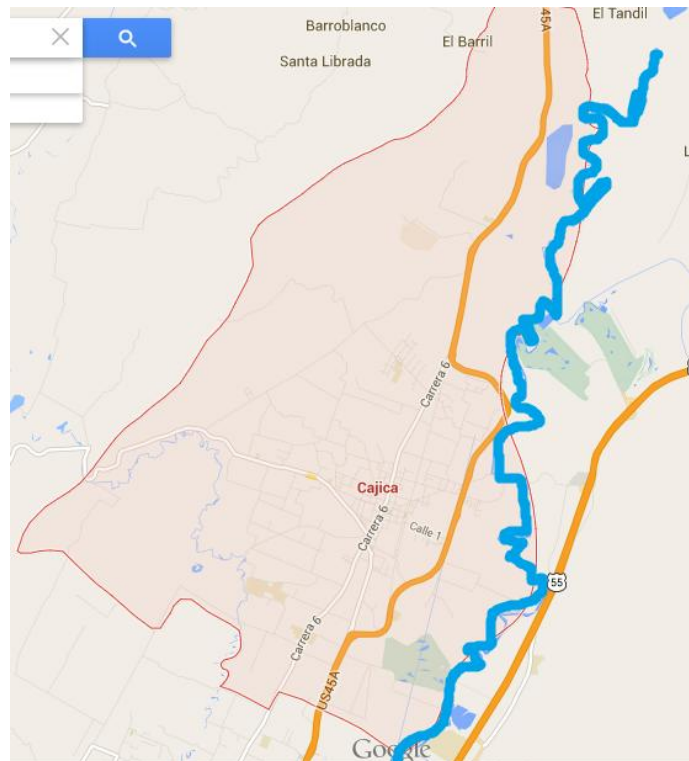


Figura 5. Municipio de Cajicá. Fuente: Google maps (2015)

Figura 7. Bogotá y cercanías. Fuente: Google maps (2015)

2.3.2. Ubicación de sensores. La red 3G para monitoreo del río estará construida por 11 una serie de 21 sensores dispuestos cada 5 km a lo largo la cuenca media y parte de cuenca alta (Cajicá, Sopó, Chía y Cota) del Río Bogotá.

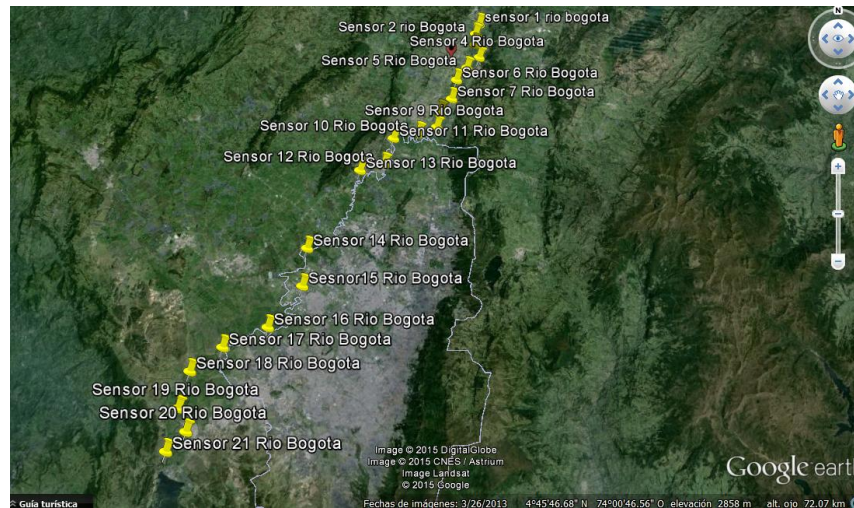


Figura 8. Localización de sensores. Fuente: Google earh (2015)

Los Sensores se instalaran en sitios en donde hay asentamientos urbanos y carreteras principales con el fin de garantizar cobertura de la red 3G.

Para la localización de los sensores, se dividirá la zona a monitorear en 4 sectores:

Sector A: Comprendido desde la Universidad Militar en la parte alta de Cajicá hasta la vereda de Yerbabuena.

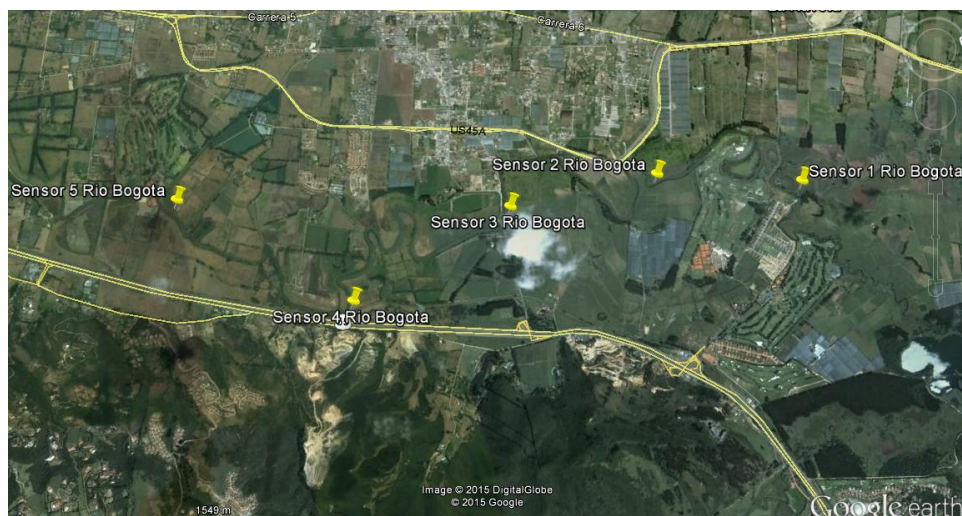


Figura 9. Localización de sensores sector A. Fuente: Google earth (2015)

SENSOR	CORDENADAS	sitio
1	4°56'42.15" N 74°00'09.88" O	Universidad Militar 1
2	4°56'04.06" N 74°00'24.63" O	Universidad Militar 2
3	4°55'21.10" N 74°00'25.95" O	Condomino campestra Hato Grande
4	4°54'30.85" N 74°00'15.77" O	Caminos de Chunugua
5	4°53'48.86" N 74°00'55.01" O	Campo Golf Clubes

Tabla 1. Coordenadas localización de sensores sector A

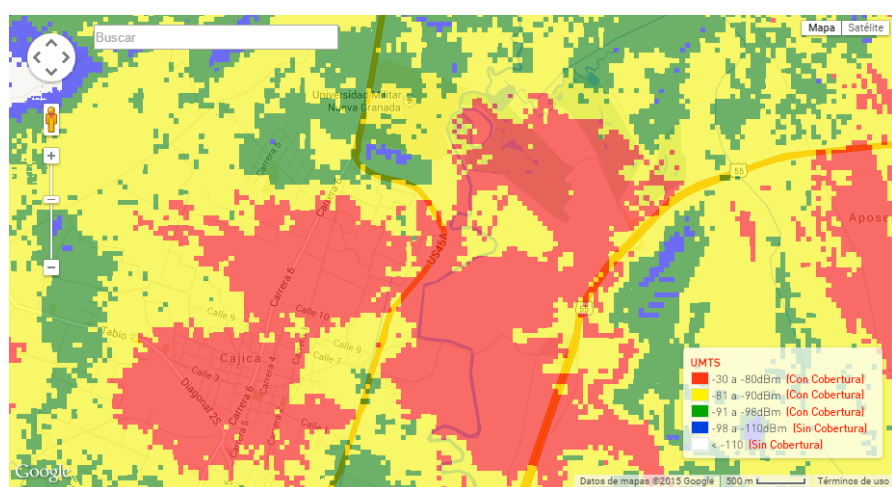


Figura 10. Mapa de cobertura red 3G sector A. Fuente: Claro Móvil (2015)

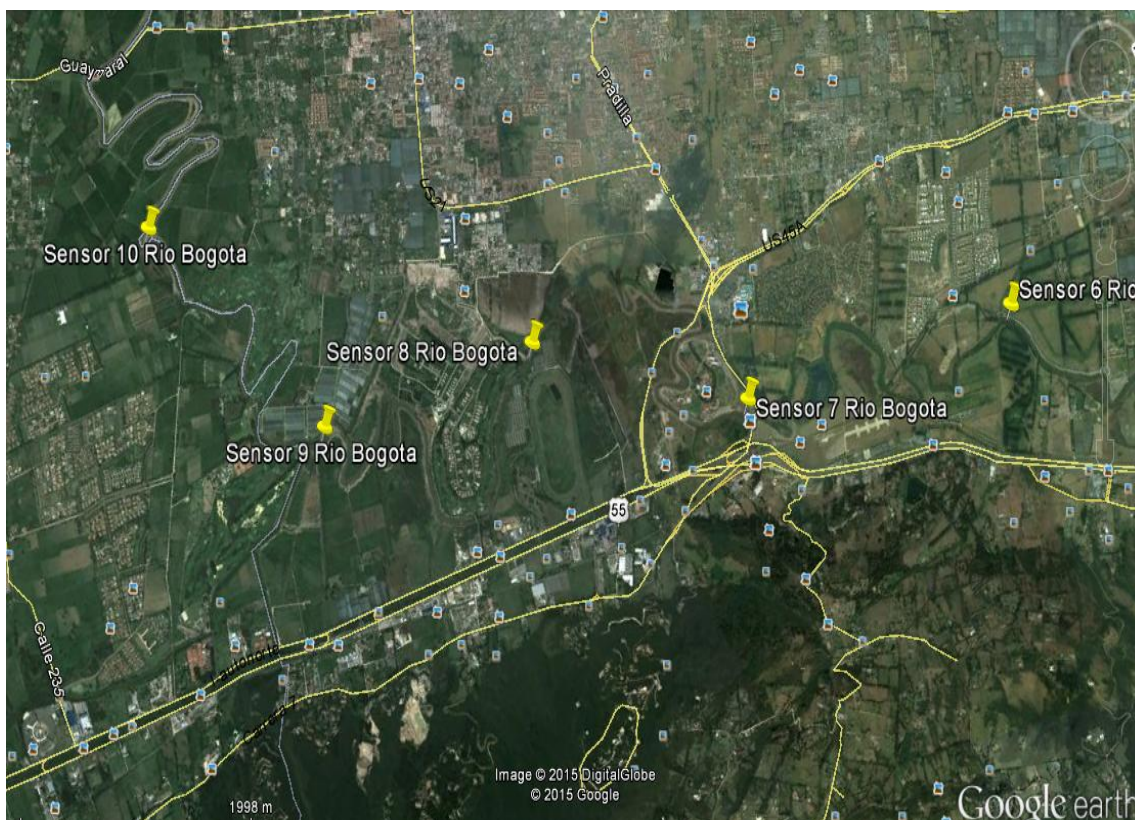


Figura 11. Localización de sensores sector B: Comprendido desde la vereda Yerbabuena hasta Guaymaral. Fuente: Google earth (2015)

SENSOR	CORDENADAS	sitio
6	4°51'03.71" N 74°02'04.24" O	Parque Jaime Duque.
7	4°51'50.31" N 74°01'49.37" O	Puente del Comun.
8	4°51'05.92" N 74°02'22.60" O	Hipodromo los Andes.
9	4°50'05.99" N 74°02'40.15" O	Club Guaymaral/ Rio Torca.
10	4°49'42.87" N 74°03'37.37" O	Cruce Via Bogota/Guaymaral.

Tabla 2. Coordenadas localización de sensores sector B.

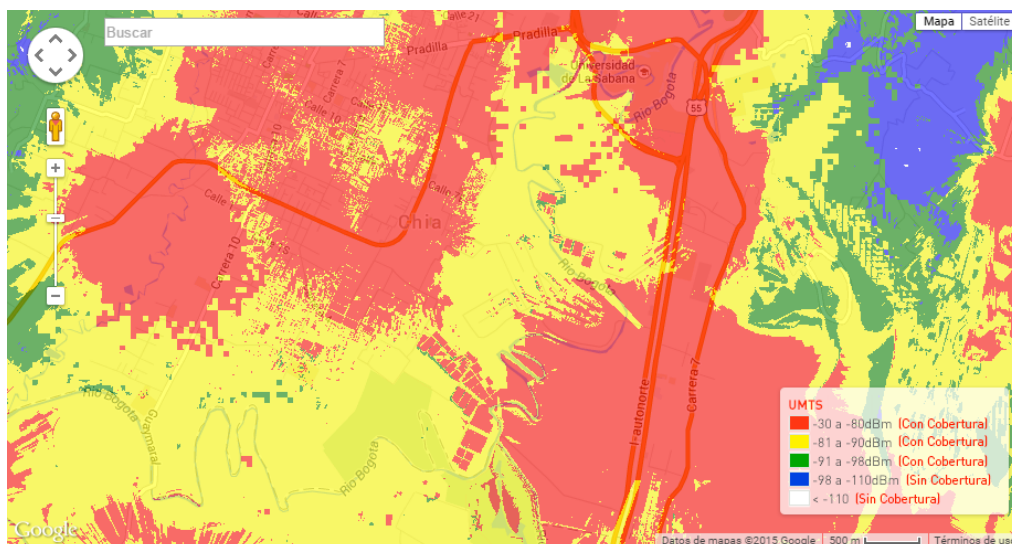


Figura 12. Mapa de cobertura red 3G sector B. Fuente: Google maps (2015)

Sector C: Compreendido desde Guaymaral hasta Dg 15 C X Cr 115 A Bogotá.

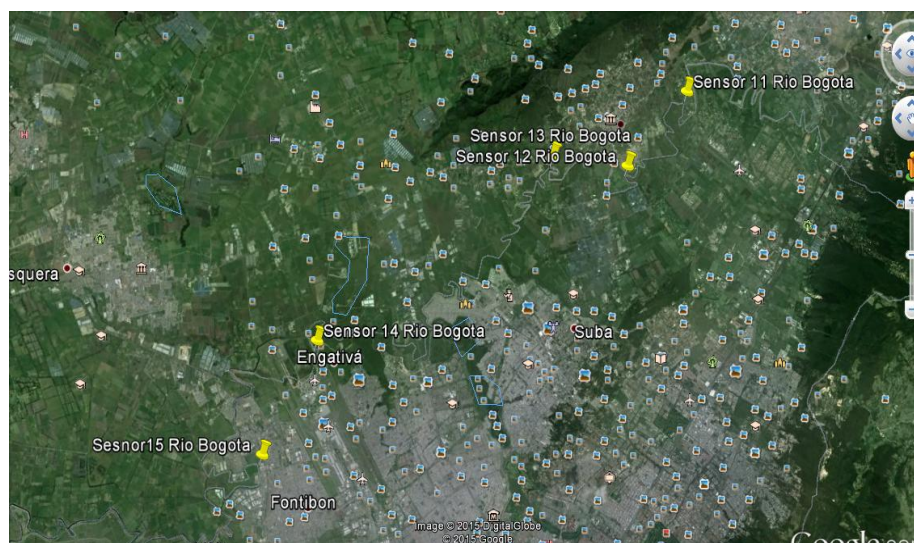


Figura 13. Localización de sensores sector C. Fuente: Google earth (2015)

SENSOR	CORDENADAS	sitio
11	4°48'35.35" N 74°05'08.74" O	Aeropuerto Guaymaral.
12	4°47'53.40" N 74°05'24.03" O	Via Cota Suba.
13	4°47'30.17" N 74°06'46.19" O	Taca.
14	4°41'55.12" N 74°10'19.08" O	Aeropuerto El Dorado.
15	4°40'44.85" N 74°09'00.75" O	Dq 15 C X Cr 115 A Bogotá.

Tabla 3. Coordenadas localización de sensores sector C.

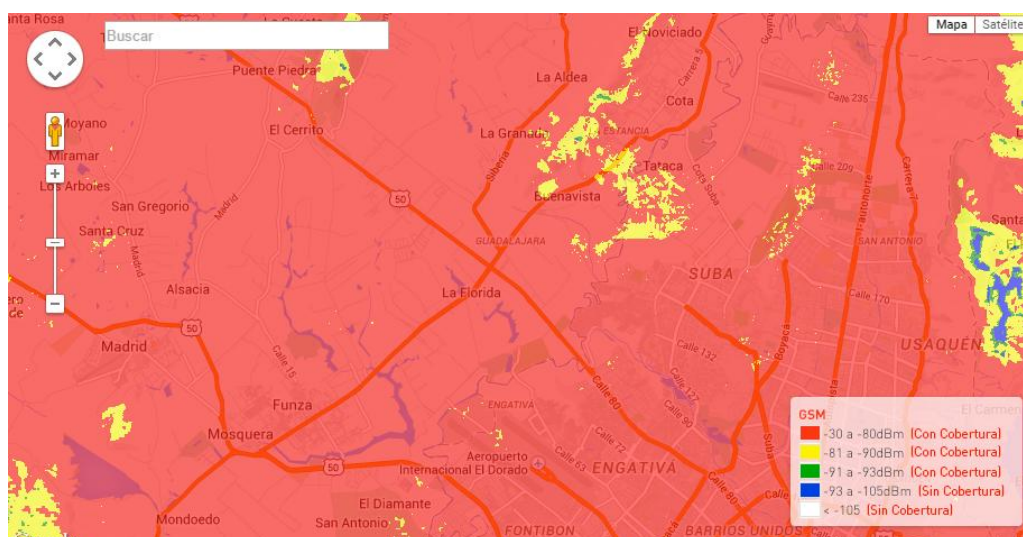


Figura 14. Mapa de cobertura red 3G sector C. Fuente: Google maps (2015)

Sector D: Comprendido desde La curva la Macarena del rio Bogotá hasta Chuzaca.

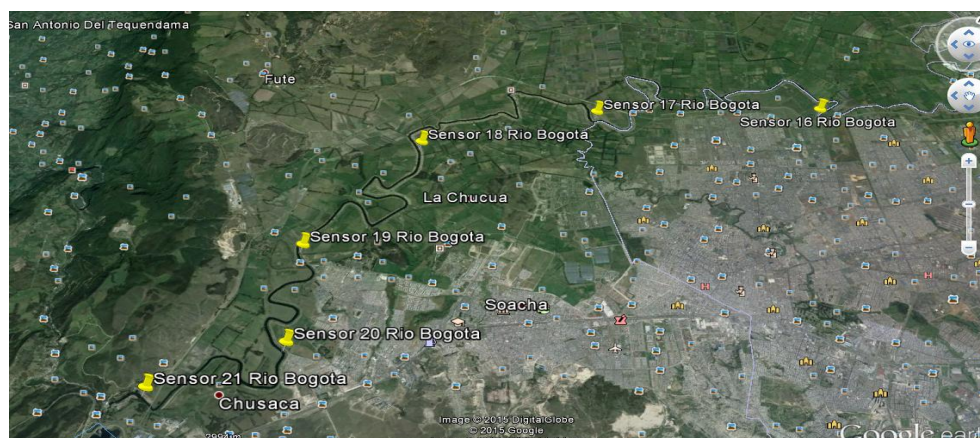


Figura 15. Localización de sensores sector D. Fuente: Google earh (2015).

SENSOR	CORDENADAS	sitio
16	4°38'49.78" N 74°11'08.79" O	Curva de la Macarena Rio Bogota.
17	4°37'48.85" N 74°13'21.00" O	Confluencia Rio Tunjuelito.
18	4°36'47.70" N 74°14'38.37" O	Vereda La Chucua.
19	4°34'49.56" N 74°15'12.34" O	Via Alo Soacha.
20	4°33'43.57" N 74°14'46.45" O	Soacha Compartir.
21	4°32'43.14" N 74°15'28.63" O	Chuzaca.

Tabla 4. Coordenadas localización de sensores sector D

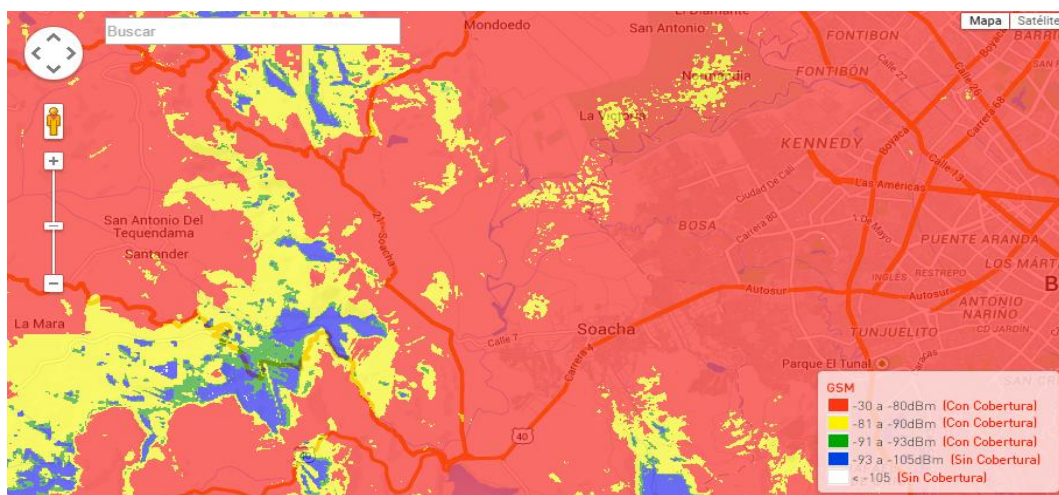


Figura 16. Mapa de cobertura red 3G sector. Google maps (2015)

2.3.3. Tipos de Sensores para mediación de caudal.

Actualmente existen en el mercado varias clases de sensores orientados a la medición del nivel de caudal de los ríos. Se toman dos opciones:

Opción 1: Nuevo modelo de estación de sensores SMARTYRIVER.

Descripción del producto: Nuevo modelo de Estación de Sensores para la monitorización del nivel y caudal de los ríos.

17

Este nuevo diseño es más compacto y de menor tamaño, cosa que facilita su instalación sobre puentes o márgenes del río. Esta realizado en acero inoxidable y acabado en pintura de larga duración.

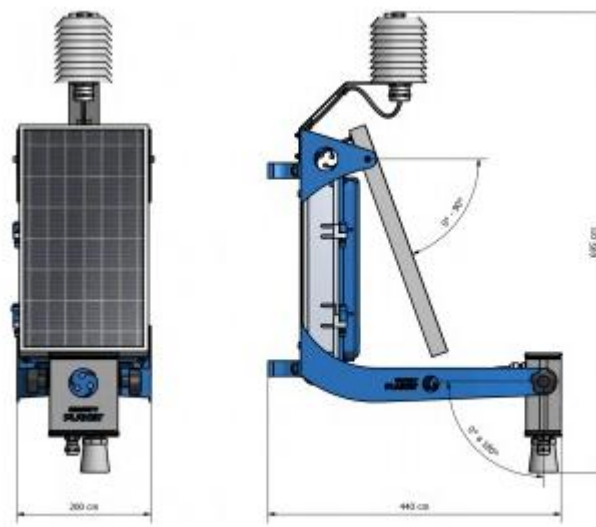


Figura 17. Sensores SMARTYRIVER. Fuente: Arantec Engenharia. (2014).

Cuenta con:

- Caja con protección IP-68
- Sensor de Humedad y Temperatura Ambiental protegidos en garita anti-radiación solar.
- Panel solar de 5W, regulador de carga MPPT y batería de Li-po
- Modem GPRS y antena con comunicación a la web de monitorización SmartyPlanet.
- Sensor limnógrafo ultrasónico para conocer el nivel del agua.

- Sensor de temperatura por infrarrojos.

18

Opcionalmente, el brazo de soporte de los sensores puede instalarse alejado de la Estación, de esta manera se puede optimizar la ubicación del panel solar y colocar el sensor allí donde sea necesario. Este brazo permite una fácil regulación y orientación del sensor gracias a los pomos de sujeción de goma. En esta nueva estructura podemos integrar cualquier tipología de sensor o estación meteorológica. (Arantec Engenharia, 2014).

Opción 2: Sistema de Alerta de Inundaciones SEBA: Monitoreo de ríos, lagos y control de inundaciones en cuencas.

El sistema de control de inundaciones de SEBA es sofisticado, compacto y remoto sistema de transmisión para un control del monitoreo de las estaciones de aguas superficiales.



Figura 18. Alerta de inundaciones SEBA. Fuente: Seba hydrometrie (2013).

- Transmisión de datos remota vía GSM/GPRS networks:
 - Recuperación automática de datos de monitoreo.
 - Data push al servidor FTP.
 - Transmisión de datos SMS.
 - Alarmas SMS.
- Registrador de datos multicanal con LC-DISPLAY.
- Idóneo para tubos de 2”.
- Funcionamiento con baterías/Panel solar.
- Reducción de costes gracias a los largos intervalos de control.
- Opción Bluetooth-interfaz.



Figura 19. Alerta de inundaciones SEBA. Fuente: Seba hydrometrie (2013).

2.3.4. Selección de equipos.

20

Se sugiere la implementación del dispositivo SmartyPlanet por sus características principales como la autonomía eléctrica y su módulo 3G.

2.3.5. Diseño de la red 3G.

2.3.5.1. Solución SMS.

Se plantea el siguiente esquema de funcionamiento:

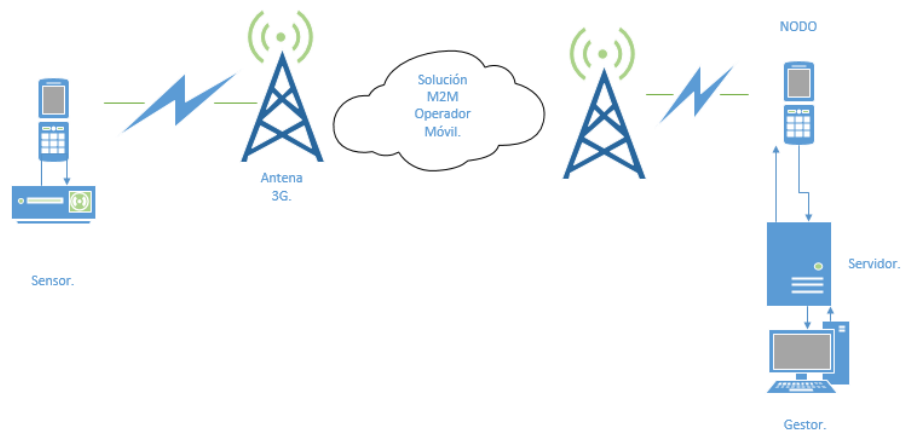


Figura 20. Diseño de red 1

Descripción. Se identificará cada sensor con un número único asignado a la SIM del módulo 3G en la red del operador y se realizara transacciones mediante SMS con un nodo en donde convergerán los reportes de cada sensor.

Cada sensor reportara su estado general y condiciones de medición cada hora al nodo y 21 en caso que se sobrepase los umbrales de seguridad se reportara alarma específica de prevención.

En total se presupuesta por los 21 sensores, 504 SMS por 24 horas de gestión aproximadamente.

Ventajas:

- El centro de gestión puede ser descentralizado y reubicado sin mayor trámite. Solo es necesario la cobertura de la red.
- En caso de daño o hurto del sensor, se puede reemplazar y configurar fácilmente.
- Bajo costo de administración de la infraestructura.

Costo operador:

Solucion SMS		
COSTO OPERADOR	Valor Unitario	21 Módulos 3G x 24 Horas x 365 días.
Costo SMS sensores.	\$50,00	\$9.198.000,00
GESTOR SMS	\$50,00	\$9.198.000,00
TOTAL.	\$100,00	\$18.396.000,00

Tabla5. Costos de operador solución I

2.3.5.2. Solución IP SNMP.

Requerimientos para conectividad:

- Direccionamiento estático para 30 host.
- Red en MPLS apuntando a única VRF.

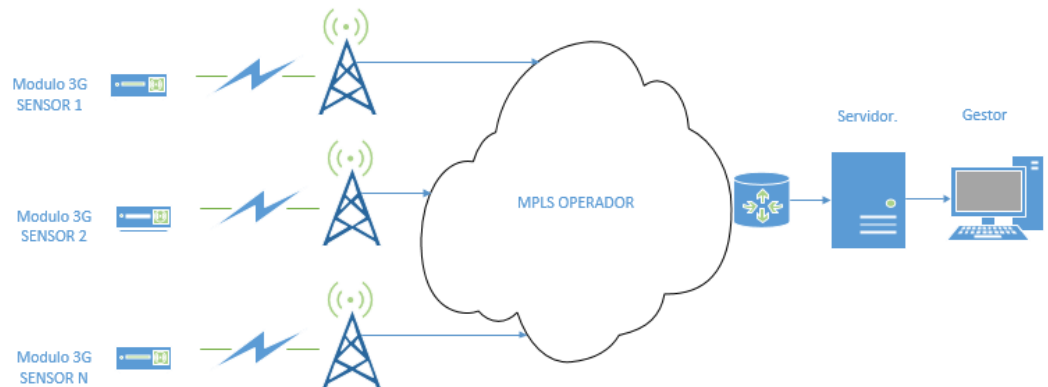


Figura 21. Diseño de red 2

Descripción: Direcccionamiento IP público para 21 host de monitoreo apuntando a una VRF en un servidor y una IP para el centro de cómputo y gestión.

Para el ejemplo se tomara la IP clase C:

IP	MASCARA	HOST
192.0.0.1	255.255.255.224	Dirección de red
192.0.0.2	255.255.255.224	Dirección de Gateway
192.0.0.3	255.255.255.224	SENSOR 1
192.0.0.4	255.255.255.224	SENSOR 2
192.0.0.5	255.255.255.224	SENSOR 3
192.0.0.6	255.255.255.224	SENSOR 4
192.0.0.7	255.255.255.224	SENSOR 5
192.0.0.8	255.255.255.224	SENSOR 6
192.0.0.9	255.255.255.224	SENSOR 7
192.0.0.10	255.255.255.224	SENSOR 8
192.0.0.11	255.255.255.224	SENSOR 9
192.0.0.12	255.255.255.224	SENSOR 10
192.0.0.13	255.255.255.224	SENSOR 11
192.0.0.14	255.255.255.224	SENSOR 12
192.0.0.15	255.255.255.224	SENSOR 13
192.0.0.16	255.255.255.224	SENSOR 14
192.0.0.17	255.255.255.224	SENSOR 15
192.0.0.18	255.255.255.224	SENSOR 16
192.0.0.19	255.255.255.224	SENSOR 17
192.0.0.20	255.255.255.224	SENSOR 18
192.0.0.21	255.255.255.224	SENSOR 19
192.0.0.22	255.255.255.224	SENSOR 20
192.0.0.23	255.255.255.224	SENSOR 21
192.0.0.24	255.255.255.224	Servidor
192.0.0.25	255.255.255.224	Pc Gestión

Tabla 6. Direcccionamiento IP.

Solución IP SNMP			
COSTO OPERADOR	Valor mensual	22 Módulos 3G	Contrato mínimo 12 meses.
IP FIJA/256Kbps	\$50.000,00	\$1.100.000,00	\$13.200.000,00
VRF MPLS	\$60.000,00	\$1.320.000,00	\$15.840.000,00
TOTAL.	\$110.000,00	\$2.420.000,00	\$29.040.000,00

Tabla 7. Costos de operador solución II

2.3.6. Tipos de transacciones para redes 3G.

El dispositivo de medición y alertas dispone de dos posibilidades de funcionamiento: Transacciones SMS entre dispositivos que convergen en un servidor de gestión y la segunda opción es la asignación de IP pública a los módulos 3G de los sensores para implementar SNMP (Simple Network Management Protocol).

2.3.7. Transmisión de datos.

El proceso de trasmisión de datos comienza en la red de estaciones remotas, que recogen los datos de las variables de caudal de manera permanente; posteriormente se envían los datos a través de la red 3G. Esta información se envía a un servidor apto para la captura de esa información, que interactúa con las 21 estaciones de monitoreo.

Una vez almacenados, los datos son procesados a través del software original MONITOREO PLUS, que permite la administración de las señales de acuerdo a sus prioridades,

las cuales son completamente definidas por el administrador del software, entregando las ayudas necesarias al operador para realizar una ágil atención de los eventos.

25

Este software proporciona:

- Interfaz gráfica
- Configuración flexible
- Generador de gráficos y ecuaciones, con opciones de programación de criterios matemáticos de predicción
- Multiusuario, sin límite de estaciones de trabajo.
- Multilenguaje (español, inglés).
- Procesamiento de señales en forma manual o automática, según nivel de prioridad.
- Grabación Digital de audio de la conversación de los operadores.
- Prioridad configurable de todos los eventos.
- Control de apertura y cierre (temprano y tardío).
- Control de señales de test automáticas programables.
- Facilidad de creación de reportes y búsquedas.
- Reportes automáticos por e-mail.
- Permite configurar color y sonidos por cada evento recibido.
- Capacidad de recibir señales cualquier receptora del mercado.
- Reconoce todos los protocolos de comunicación.
- Facilidad para adicionar nuevos formatos.
- Trabajo bajo plataforma MS-Windows 2000/NT/XP/Server.

- Potente y sólida base de datos en SQL Anywhere.
- Fácil instalación y manejo.

Requerimientos:

- Windows 2000/NT/XP/Server.
- Pentium IV o superior.
- Memoria 512MB RAM
- CD-ROM
- El computador debe trabajar con el respaldo de energía adecuado.

2.3.8. Procesamiento de información.

Toda la estructura de la Red es monitoreada y supervisada por un equipo de personal técnico, quienes son los responsables tanto del mantenimiento (software y hardware) como del procesamiento de los datos registrados.

Monitoreo de caudal: Tiene por objetivo principal generar información en tiempo real respecto de los datos transmitidos por la red de 21 puntos de monitoreo distribuidos dentro del río Bogotá, el personal técnico es el encargado de reportar y alertar sobre posibles desbordes o inundaciones, permitiendo de esta manera al personal del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, implementar planes de contingencia ante situaciones críticas.

Esta red de monitoreo cuenta, como se menciona anteriormente, con una serie de instrumentos de medición hidrometeorológico y visual, es decir, 21 sensores, un servidor y un software.

27

La información transmitida por los sensores identifica si existe un incremento considerable en el nivel de caudal del río, la información provista proporciona una idea de la ubicación de ocurrencia del evento. Se calcula en base a estos datos el porcentaje de nivel de alerta al que corresponda el tirante registrado. La comprobación del correcto funcionamiento de los instrumentos se verifica desde la estación de monitoreo, mediante la visualización de la pantalla que debe mostrar el registro coincidente con la hora y fecha de lectura.

2.3.9. Niveles de Alerta para sensores.

Se han establecido tres niveles de alerta que varían en función de los tramos del río y de los caudales, dependiendo de su capacidad.

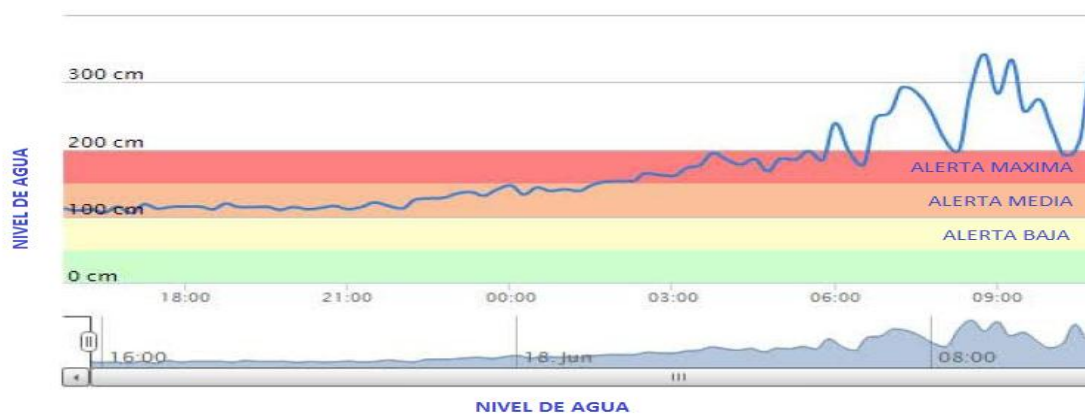


Figura 22. Niveles de alerta. Fuente: CAR (2004)

2.3.10. Rendimiento esperado.

28

El operador móvil debe garantizar una disponibilidad de la red de un 99,8% correspondiente a 17,52 horas máximo de indisponibilidad del servicio al año.

2.4. Análisis y comparación y decisión de implementación

Necesidad	Solucion SMS	Solución IP SNMP
Convergencia de la red.	SMS costo por transacción.	Funcionalidad por SNMP.
Requerimiento de red.	No. De abonado por sensor.	Ip publica Administración y gestión operador móvil.
Reemplazo por vandalismo o daño.	Programación acorde a proveedor móvil.	Programación acorde a proveedor móvil.
Uso de recurso de red.	Ninguno/SMS.	Direccionamiento ip publico.
Costo operador al año.	\$ 18.396.000,00	\$ 29.040.000,00

Tabla 8. Cuadro comparativo.

En conclusión, en relación Costo beneficio se recomienda la solución SMS con los sensores SmartyPlanet.

Riesgo, impacto y beneficios**3.1. Análisis riesgo en transición del servicio**

En la etapa de funcionamiento se tomara en cuenta los siguientes riesgos a nivel general:

- Indisponibilidad de la red.
- Robo o vandalismo.
- Daño del gestor.
- Perdida personal operativo.

Riesgo	Probabilidad	Impacto
Daño del gestor. (Pc/ Servidor)	Media	Alta
Indisponibilidad de la red.	Bajo	Alta
Robo o vandalismo.	Alta	Media
Perdida personal operativo.	Media	Bajo

Tabla 9. Análisis de Riesgo.

3.2. Impacto Social

El impacto social del proyecto supera el concepto de eficacia porque indirectamente sus efectos van más allá del alcance de los objetivos propuestos, es decir, el diseño de la red 3G para el monitoreo en tiempo real del caudal del río Bogotá, gracias a los sensores permitirá conocer con antelación posibles desbordamientos, en este sentido se alcanza el objetivo principal del proyecto, pero a su vez indirectamente sus efectos trascienden al aspecto económico y social de la población beneficiaria. Se interpreta la rentabilidad, no desde la venta del servicio que se

presta con el diseño e implementación de la red, sino desde la ganancia económica que tendrán³⁰ las personas beneficiarias al poder utilizar con fines ganaderos, agrícolas e industriales las áreas que usualmente se inundan y que en gran parte del año son subutilizadas. De igual manera, al poder evitar las consecuencias del desbordamiento se disminuye el riesgo de pérdida de bienes materiales como inmuebles e instalaciones y en algunos casos vidas humanas.

Análisis financiero

El proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto se realiza mediante el uso de algunos indicadores que permiten conocer la factibilidad económica para el diseño de la Red 3G para el Monitoreo en Tiempo Real del Caudal del Río Bogotá.

4.1. Inversión

Se procede a describir tanto la inversión necesaria para el proyecto y la estructura del mismo.

La inversión inicial que se requiere para el diseño de la red necesita de la consideración de varios costos, activos y gastos para el funcionamiento esperado del proyecto.

Se ha estimado que se debe invertir es de 34.137.740 en activos fijos y 77.104.000 en capital de trabajo.

4.1.1. Estructura inicial de la inversión.

EQUIPOS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
SENSOR SMARTYRIVER	21	\$ 954.200,00	\$ 20.038.200,00
JAULA DE SEGURIDAD	21	\$ 390.000,00	\$ 8.190.000,00
PC Dell PowerEdge T320	1	\$ 3.848.000,00	\$ 3.848.000,00
SOFTWARE MONITOREO PLUS	1	\$ 2.061.540,00	\$ 2.061.540,00
		TOTAL	\$ 34.137.740,00

Tabla 10. Inversión inicial.

Los precios relacionados en la tabla anterior fueron tomados directamente de las páginas de los proveedores: <http://www.auvisa.com/productos/presonus-central-station-plus-monitoreo-estudio-18518.aspx>
http://configure.euro.dell.com/dellstore/config.aspx?oc=p3205&model_id=poweredget320&c=es&l=es&s=bsd&cs=esbsdt1&.

MANO DE OBRA Y COSTOS DE OPERADOR				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO REQUERIDO	VALOR MENSUAL	VALOR TOTAL
OPERARIOS	2	12 MESES	\$ 4.000.000,00	\$ 48.000.000,00
TECNICOS	2	12 MESES	\$ 3.000.000,00	\$ 36.000.000,00
COSTOS DE OPERADOR	1	12 MESES	\$ 164.250,00	\$ 18.396.000,00
			TOTAL	\$ 102.396.000,00

Tabla 11. Mano de obra y costos de operador.

Los costos de operador fueron calculados de la siguiente forma: Cada sensor envía 24 mensajes de texto al día, el costo de cada mensaje es de \$50 pesos.

4.2. Fuentes de financiamiento

La fuente de donde provendrán los fondos para cubrir la inversión anteriormente descrita será de la Organización de Naciones Unidas, mediante uno de los programas dedicados a financiar proyectos que tienen impacto ambiental. 33

El primer programa es Alianza global contra el cambio climático para estados insulares en desarrollo y países menos desarrollados.

“La Alianza global contra el cambio climático (GCCA por sus siglas en inglés) actúa como una plataforma de diálogo e intercambio de experiencias entre la UE y los países en desarrollo asociados sobre la política climática y los enfoques prácticos para la integración del cambio climático en las estrategias de desarrollo. Los resultados del diálogo y del intercambio de información alimentan las discusiones del acuerdo climático post-2012 bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). El financiamiento total disponible es de 139,6 millones de euros”. (ONU, 2012).

El segundo programa es Red de conocimiento sobre clima y desarrollo (CDKN)
“Esta red, apoyada por los gobiernos de Reino Unido y Países Bajo, apoya a los tomadores de decisiones en el diseño e implementación de estrategias de desarrollo con consideraciones sobre cambio climático a través de una combinación de investigación, servicios de asesoramiento e intercambio de conocimientos en apoyo a las políticas de gestión local en los sectores público, privado y no gubernamental. El financiamiento disponible es de £500.000 por proyecto (unos US\$857.00), si bien la mayoría de las subvenciones son de entre US\$42.800 y US\$428.000”. (ONU, 2012)

Dado que este proyecto es formulado con fines sociales, no se busca obtener rentabilidad financiera con su implementación. Los beneficios económicos serán obtenidos por la comunidad mediante la preservación de sus cultivos, cosechas y bienes materiales, además de la tranquilidad que se puede generar a los habitantes al ser conocedores de la existencia de alertas tempranas para prevenir los efectos causados por los desbordamientos del río. Este factor se constituye en un elemento de motivación para fomentar e impulsar nuevas prácticas agrícolas, entre otras que se puedan desarrollar en los terrenos que por su cercanía al río están subutilizados. En consecuencia se genera un valor agregado de rentabilidad para los propietarios de estas zonas.

Se recomienda que el proyecto sea implementado por los beneficios que brinda a la comunidad tanto a nivel de prevención de desastres como a nivel económico, además de ser un proyecto factible, de bajo costo y poco riesgo.

Se hace fundamental tener presente que la función de monitoreo de la red debe ser una labor continua para conocer oportunamente las situaciones críticas tanto en prevención de riesgo como daños de infraestructura.

El manejo de riesgo actualmente es responsabilidad de líderes comunitarios y de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, quienes tienen identificado cuales son las rutas seguras, lo que se ha convertido en una forma de salvar vidas en momentos de emergencia; pero según lo dispone el artículo 2 de la Ley 1523 de 2012, es responsabilidad de todas la autoridades y los habitantes del territorio colombiano establecer sistemas de alerta temprana y mantener la vigilancia en zonas de ladera y riberas de los ríos, además de tomar las medidas necesarias de reducción del riesgo y prepararse frente a posibles emergencias.

Arantec Engenharia. (2014). Recuperado de <http://www.smartyplanet.com/>

Claro. (2015). Mapa cobertura Móvil. Recuperado de <http://www.claro.com.co/wps/portal/co/pc/personas/ayuda/mapa-cobertura-movil>

Google earth. (2015). Recuperado de <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Fopae. (2011). Recuperado de <http://www.fopae.gov.co>

Google maps (2015). Recuperado de <https://www.google.es/maps>

ONU. (2012). Recuperado de <http://www.gcca.eu/>

ONU. (2012). Recuperado de <http://cdkn.org/>

Planeación Ecológica. (2010). Soporte plan de manejo y ordenamiento de una cuenca, POMCA río Bogotá (2010). Recuperado de http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Estudio_Preencion_Desastres_CAR/Anexo_5-Soporte_POMCA_Rio_Bogota.pdf

Programa CAR (2004). Cuencas río Bogotá. Recuperado de <https://www.car.gov.co>

Revista Semana. (2011, Mayo). Emergencia por río Bogotá, una de las peores de la historia. Semana. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/emergencia-rio-bogota-peores-historia/239998-3>

Seba hydrometrie. (2013). Recuperado de http://www.seba-hydrometrie.com/fileadmin/files/07_Komplettsysteme/D12_Control%20de%20Inundaciones%20-%20Sistemas%20de%20Alarmas_s_S1-4_%26_neu.pdf

Sepúlveda, H. (2012), Construcción del territorio a través del agua: la importancia de las cuencas hidrográficas en la ciudad de Bogotá. 2014, 11-12.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2007). Decreto 617:208. Adopción y reglamentación de la Política Pública de Educación Ambiental. Bogotá.

Castellanos, C. (2006). Los Ecosistemas de Humedales en Colombia. Obtenido de Universidad de Caldas: http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/8e3fad50Revista13_4.pdf

Departamento Administrativo De Planeación Distrital. (2000). Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Plegable sobre la Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/documentos/5136_190310_plegable_pol_nal_rec_hidrico.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente. (2007). Atlas Ambiental de Bogotá. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

Secretaría Distrital de Ambiente. (Mayo de 2012). Ríos, quebradas y canales. Obtenido de <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/decide.php?patron=03.1324>

UNESCO. (2003). Agua para Todos, Agua para la Vida. Obtenido de Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>