



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ**

**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE ESTUDIO DE RED
INALÁMBRICA PARA UN CCTV EN EL BARRIO SANTA CECILIA EN
LA LOCALIDAD DE SUBA**

NOMBRE DEL PROYECTO

**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA UNA RED
DE CÁMARAS DE SEGURIDAD MEDIANTE ENLACES
INALÁMBRICOS EN LOS BARRIOS SANTA CECILIA DE LA
LOCALIDAD DE SUBA.**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

CIUDAD: Bogotá D.C.

LOCALIDAD: Suba localidad 11

BARRIO: Santa Cecilia

COMUNIDAD: Residentes del barrio Santa Cecilia

TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Fase de estudio técnico y económico 6 meses
Periodo Junio a Noviembre del 2017

Fase de Prueba piloto
Periodo Diciembre 2017

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS PLANTEADOS	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CRONOGRAMA.....	6
RESULTADOS.....	7
Diseño de red inalámbrica	7
Topología.....	7
Direccionamiento.....	9
Resultados diseño de red.....	11
Ubicación y alimentación energética de los dispositivos.....	13
Frecuencia de operación y canalización	16
ESTUDIO DE MERCADO	19
Caracterización de la entidad.....	19
Proveedores equipos.....	19
COSTOS Y GASTOS.....	21
Costos Primera Propuesta de diseño.....	21
Costos segunda propuesta de diseño.....	23
Costo total.....	24
Costo de instalación.....	24
Costo total del proyecto.....	25
Gastos administrativos.....	26
PRUEBA PILOTO.....	27
RECOMENDACIONES.....	37
CONCLUSIONES	38
Bibliografía	39

INTRODUCCIÓN

El siguiente informe procura, además de difundir la información sobre el desarrollo del proyecto, exponer el diseño de la red inalámbrica, ilustrar los equipos recomendados que conforman la red acercando su valor al presupuesto indicado por el presidente de la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia y demostrar los resultados obtenidos en proceso del estudio, así como las conclusiones respectivas al proyecto.

La junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia podrá evidenciar en él informe a parte del desarrollo, los resultados y las conclusiones, los objetivos planteados y las actividades desarrolladas en el proceso del “ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA UNA RED DE CÁMARAS DE SEGURIDAD MEDIANTE ENLACES INALÁMBRICOS EN LOS BARRIOS SANTA CECILIA DE LA LOCALIDAD DE SUBA”.

OBJETIVOS PLANTEADOS

Se presentan a continuación los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de viabilidad técnico y económico para el diseño y orientación de la implementación de una red inalámbrica de cámaras de seguridad, en el barrio Santa Cecilia de la localidad de suba con el fin de apoyar a la fuerza pública dando una amplia cobertura de visión de los barrios, en procura de la mejora de la calidad de la seguridad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio del terreno y espacio sobre los cuales se va desarrollar el proyecto para obtener puntos específicos para la ubicación de las cámaras de seguridad.
- Realizar mediciones de campo y pruebas piloto de los enlaces para la obtención de datos prácticos.
- Establecer bases de comparación para obtener resultados por medio del estudio de mercado donde se tendrá en consideración las características técnicas de los equipos, precios y proveedores.
- Presentar la propuesta más viable acorde a los requerimientos técnicos y a las facultades económicas presentadas por la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia.

CRONOGRAMA

En la siguiente tabla se presenta las actividades que se desarrollaron en el transcurso del proyecto y el tiempo relativo empleado en cada una de ellas.

ID DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	NUMERO DE SEMANAS	ACTIVIDAD PRECEDENTE	NUMERO DE DIAS	FECHA INICIO	FECHA FIN
A	Estructuración de anteproyecto	8	---	56	9/06/2017	4/08/2017
B	Visitas	1	---	1	8/02/2017	8/02/2017
B	Visitas	1	---	1	28/08/2017	28/08/2017
B	Visitas	1	---	1	11/11/2017	11/11/2017
B	Visitas	1	---	1	11/12/2017	11/12/2017
C	Consulta de planos de la Zona de trabajo	2	B	14	28/08/2017	11/09/2017
D	Diseño de red de cámaras inalámbricas	11	A,C	77	7/08/2017	23/10/2017
E	Consulta de dispositivos	2	A,C	14	12/09/2017	26/09/2017
F	Análisis para el funcionamiento de la red	2	A,C,D	14	23/10/2017	6/11/2017
G	Manipulación de software de gestion de video	1	A,C	7	12/09/2017	19/09/2017
H	Análisis económico de toda la red	5	A,C,D,E,F,G	35	7/11/2017	12/12/2017
I	Prueba piloto	2	A,C,D,E,F,G	14	27/11/2017	11/12/2017
TOTAL DE SEMANAS		27	TOTAL DE DIAS	235		
TOTAL DE MESES		7				



Figura 1 Cronograma de actividades

En el cronograma se tiene en cuenta que varias actividades se realizaron en conjunto como se puede observar en la Figura 1 para ser más eficiente la entrega del proyecto y efectuando la labor de los 4 integrantes del proyecto, con un tiempo total de la elaboración de 7 meses.

RESULTADOS

Se presenta a continuación el planteamiento del diseño de la red inalámbrica y el estudio de mercado de los dispositivos de red, costos de instalación y costos administrativos.

Diseño de red inalámbrica

Este diseño se basa en una red de puntos de acceso distribuidos a lo largo del barrio, que permiten la conexión de las antenas de las cámaras con el nodo central, el cual se encuentra en el salón comunal del barrio Santa Cecilia, Suba. Para el diseño se pensó en utilizar extensores de red, los cuales son muy útiles para entornos de pocos usuarios. La red de puntos de acceso solo estará disponible para las cámaras, por lo cual sería una buena opción utilizar los extensores; pero los extensores no son lo suficientemente eficientes para los requerimientos de la red. Debido a la gran cantidad de tráfico que se manejará, la mejor opción es usar Access Points.

Para este diseño se implementó un sistema de puntos de acceso (Access Points, AP), los cuales se distribuyen a lo largo del barrio, con separaciones de 100 metros. Los puntos se tomaron estratégicamente para cubrir todos los posibles puntos en donde se encontrarán las antenas de las cámaras. Los puntos de las cámaras fueron escogidos por el grupo de trabajo, siendo lugares estratégicos, que cubren los requerimientos del proyecto; como visión a lo largo de la vía principal y las vías perpendiculares, por lo que las cámaras deberán ser posicionadas en esquinas. De acuerdo a lo estipulado, debe haber cámaras con cobertura del cien por ciento del perímetro del salón comunal, y cámaras a lo largo de la vía principal, calle 132d, comprendida entre la carrera 154 y la carrera 159.

Topología.

La topología que se usara en el diseño de la red inalámbrica es tipo línea, para la fase de trabajo ordinario, donde todos los usuarios o dispositivos que pertenecen a la red se conectan directamente al Access Point más cercano. Para la red, en caso de presentar algún tipo de fallo en los AP's distintos del AP 1234, se conectarán en forma de malla completa para continuar con el servicio con el menor número de fallos posibles.

Las cámaras IP se conectan por cable UTP a las antenas y estas estarán conectadas a la alimentación energética para el funcionamiento de ambos dispositivos, estas conexiones se harán por medio de puertos PoE, cada antena se conecta con el nodo principal por medio inalámbrico haciendo uso del espectro radioeléctrico, el AP principal se conecta directamente con el switch por medio de cable UTP y usando el sistema de puerto PoE. Se tienen dos cámaras que no usaran antenas para la conexión a la red sino que estarán directamente conectadas al switch por medio de cable UTP. El NVR se conecta al switch de forma alámbrica y el UTM que se conectara al ISP (Internet Service Provider) dado el caso que se requiera conexión a internet. Al NVR se conecta el controlador y el tv Wall.

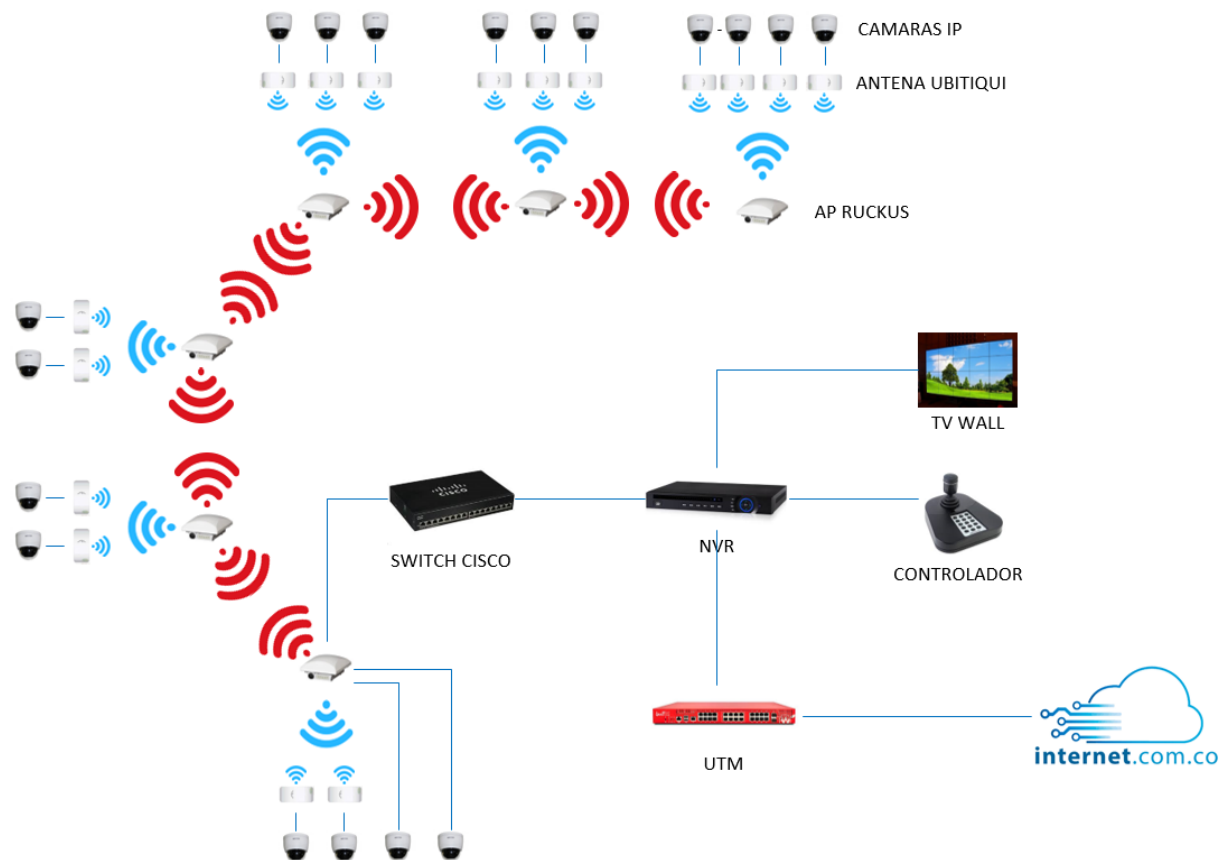


Figura 3 Conexión Física de la Red

Direccionamiento

El direccionamiento de la red estará en el rango de las redes privadas como ha sido mencionado, el pool de direcciones que se usaran es $172.20.14.128 /25$, con la posibilidad de conectar 126 hosts a la red específicamente se realiza un direccionamiento estático por la cantidad de host que tiene la red si llegase a

presentar un tipo de escalabilidad y aumenta el número de host en la red es mejor aplicar direcciones dinámicas, en la tabla 16 se presenta el direccionamiento aplicado a la red por equipo.

Tabla 2 Direccionamiento de la red.

DIRECCIONAMIENTO			
	DIRECCION	MASCARA	NUMERO DE HOST
RED	172.20.14.128	/25	
BROADCAST	172.20.14.255	/25	
Puerta de enlace	172.20.14.254	/25	
UTM	172.20.14.129	/25	1
Switch - UTM	172.20.14.130	/25	2
NVR	172.20.14.131	/25	3
Cámara 1	172.20.14.132	/25	4
Cámara 2	172.20.14.133	/25	5
Cámara 3	172.20.14.134	/25	6
Antena 1	172.20.14.135	/25	7
Cámara 4	172.20.14.136	/25	8
Antena 2	172.20.14.137	/25	9
Cámara 5	172.20.14.138	/25	10
Antena 3	172.20.14.139	/25	11
Cámara 6	172.20.14.140	/25	12
Antena 4	172.20.14.141	/25	13
Cámara 7	172.20.14.142	/25	14
Antena 5	172.20.14.143	/25	15
Cámara 8	172.20.14.144	/25	16
Antena 6	172.20.14.145	/25	17
Cámara 9	172.20.14.146	/25	18
Antena 7	172.20.14.147	/25	19
Cámara 10	172.20.14.148	/25	20
Antena 8	172.20.14.149	/25	21
Cámara 11	172.20.14.150	/25	22
Antena 9	172.20.14.151	/25	23
Cámara 12	172.20.14.152	/25	24
Antena 10	172.20.14.153	/25	25
Cámara 13	172.20.14.154	/25	26
Antena 11	172.20.14.155	/25	27
Cámara 14	172.20.14.156	/25	28
Antena 12	172.20.14.157	/25	29

AP 1234	172.20.14.158	/25	30
AP 5 - 6	172.20.14.159	/25	31
AP 6 - 7	172.20.14.160	/25	32
AP 7 - 9	172.20.14.161	/25	33
AP 8 - 12	172.20.14.162	/25	34
AP 9 - 14	172.20.14.163	/25	35

Resultados diseño de red.

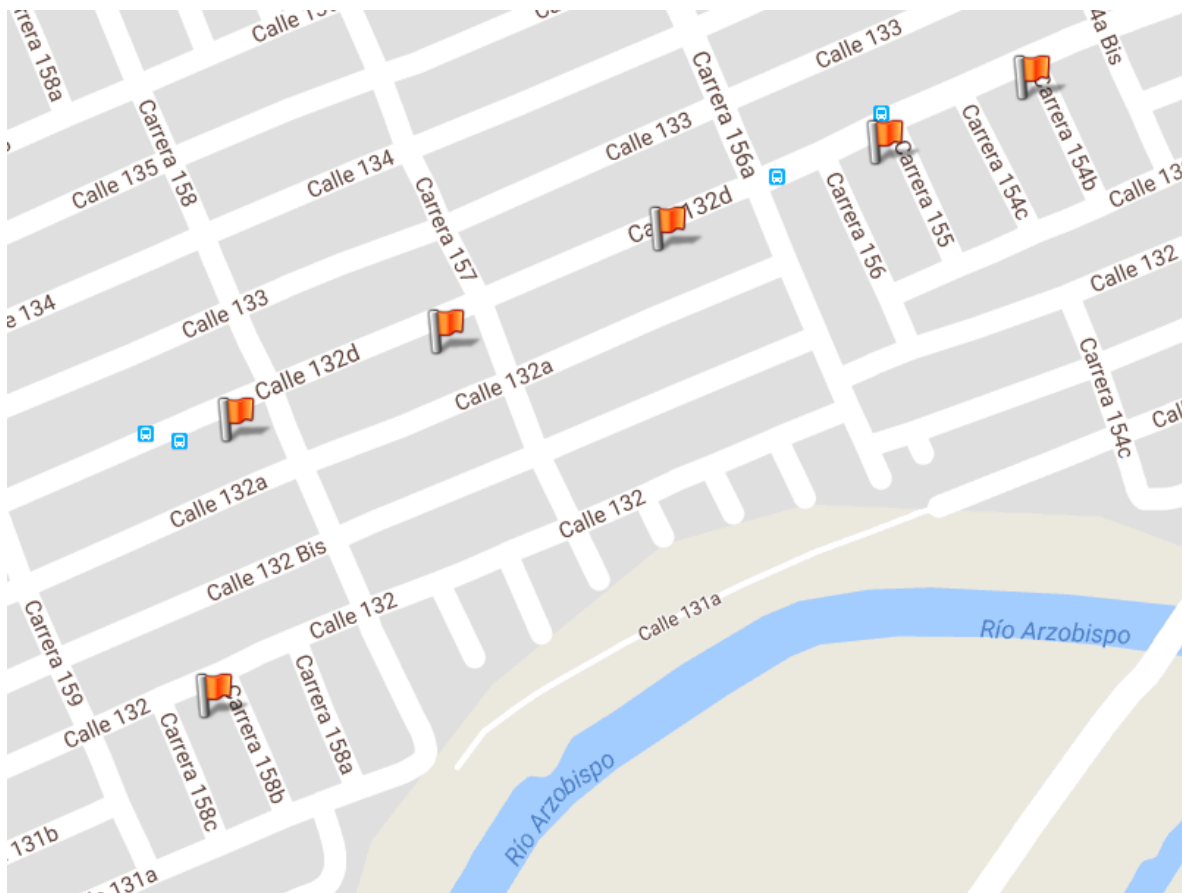


Figura 4 Posición de los AP's

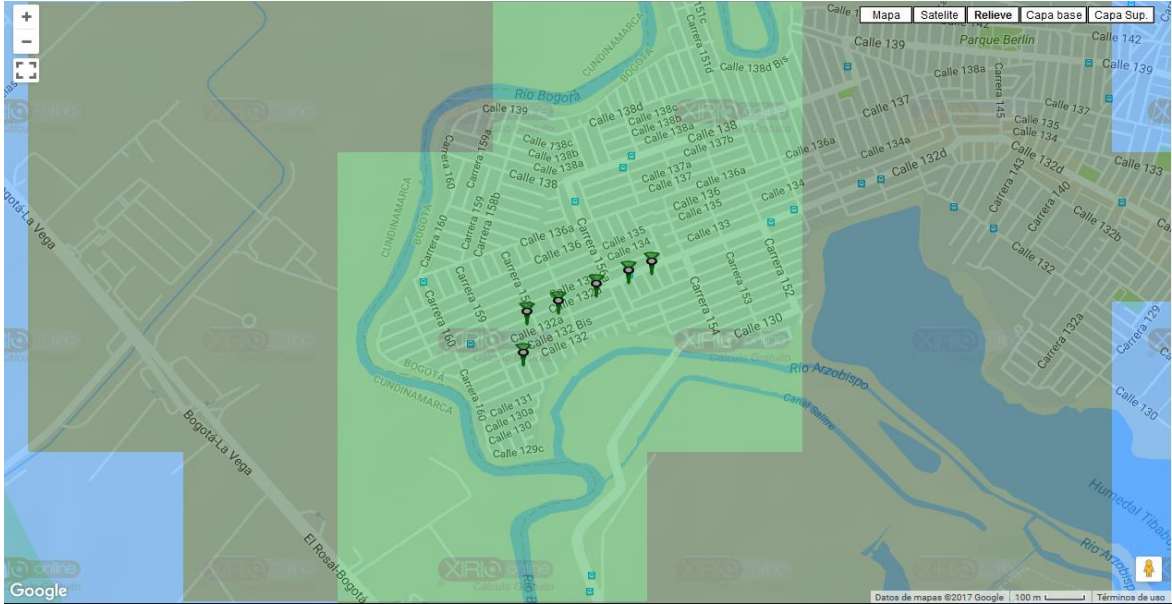


Figura 5 Diagrama señal de cobertura

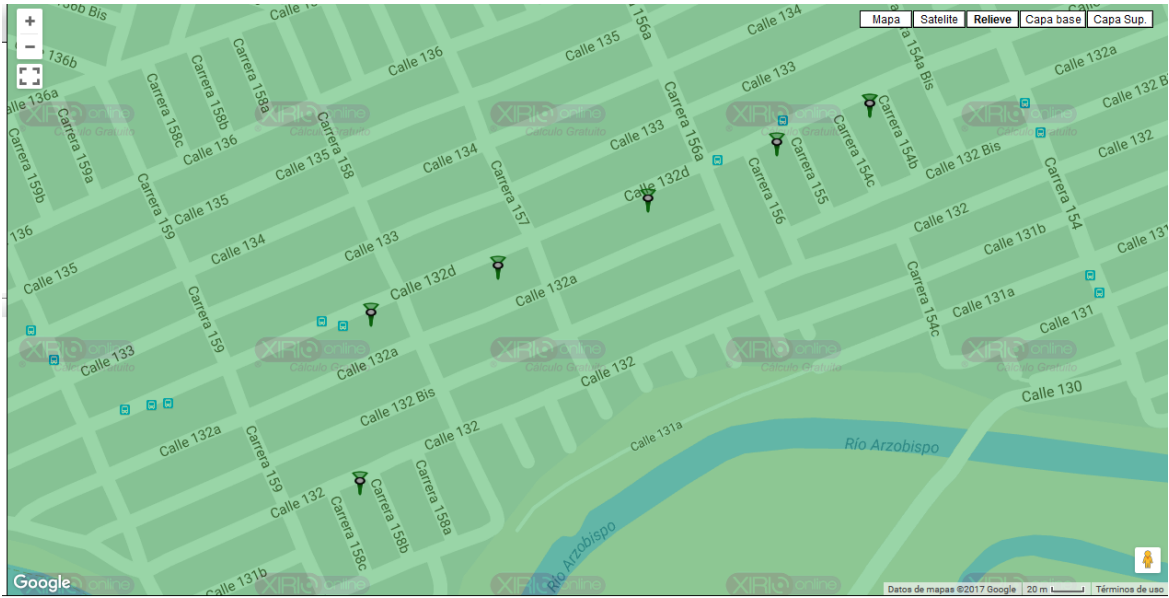


Figura 6 Diagrama señal de cobertura

Ubicación y alimentación energética de los dispositivos.

Los puntos se determinaron en la visita número 2, documentada en la bitácora de visitas. Los puntos fueron presentados al ingeniero Edwin Sarmiento quien es el presidente de la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia. El cual dio la respectiva aprobación.

las ubicaciones para poner las cámaras y las antenas se encuentren entre la carrera 159 hasta la carrera 154a sobre la calle 132d, también estarán en la edificación de la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia y dos puntos más, uno en la carrera 158c con calle 131a y el otro en la carrera 158b con calle 131^a.

Respecto a la altura en que las cámaras estarán ubicadas para tener un buen rango de visión con la menor obstrucción posible y la altura en la cual estarán las antenas ubicadas para tener línea de vista con la antena central y que la primera zona de fresnel este libre u ocupada máximo al 40% de su totalidad, certifica que tanto en receptor como el transmisor tengan conexión y el flujo de información sea transmitido correctamente.

Las edificaciones de la zona en altura promedio son casa de 3 a 4 pisos donde el ideal para la ubicación de los equipos sea en una de las residencias de los puntos específicos que se mencionaran en la tabla 9, dado el caso que no sea posible instalar el equipo en una residencia se buscara el poste de energía más cercano para la ubicación del equipo y se dejará a cargo de la junta de acción comunal la petición del permiso a la agencia encargada del poste seleccionado, dentro de los inconvenientes que se presentaron para la toma de datos de alturas y la visión limpia de las cámaras estuvo tener la medida exacta de las distancias de la altura máxima de las edificaciones y la longitud exacta a la cual se debe adaptar la base de la cámara.

Como solución se tomó en cuenta la medida de las alturas estándar de los postes haciendo un acercamiento a la altura real de las edificaciones y realizar el estudio técnico con rangos de alturas permitiendo ubicar los equipos en un rango entre 16 a 20 metros, ya que al realizar las visitas las residencias sobrepasaban la altura máxima que tiene un poste que es de 16 metros y para la medida de la longitud de la base de la cámara se buscó la obstrucción más cercana al punto donde se ubicara la misma, a partir de la base de una de las residencias hacia donde se encuentra la obstrucción se toma la medida, la ventaja en este caso es que las obstrucciones más significativas se encuentran en los postes que llevan los transformadores de energía y los cables de tensión que hay por toda la calle, en la figura 22 y en la figura 23 se demuestran estos casos, por lo cual estos transformadores están cerca de las residencias y la medida tomada se encuentra en un rango de 1 metro a 1.5 metros.



Figura 7 Obstrucciones visuales para las cámaras.



Figura 8 Obstrucciones visuales para las cámaras.

En la tabla 9 se registran los puntos exactos donde se van a encontrar las cámaras, las respectivas alturas y las longitudes de base de las cámaras, las medidas aparecen en el salón comunal son exactas ya que se pudieron medir con un medidor laser de distancias. En la figura 24 se observa el costado del salón comunal con sus respectivas medidas.

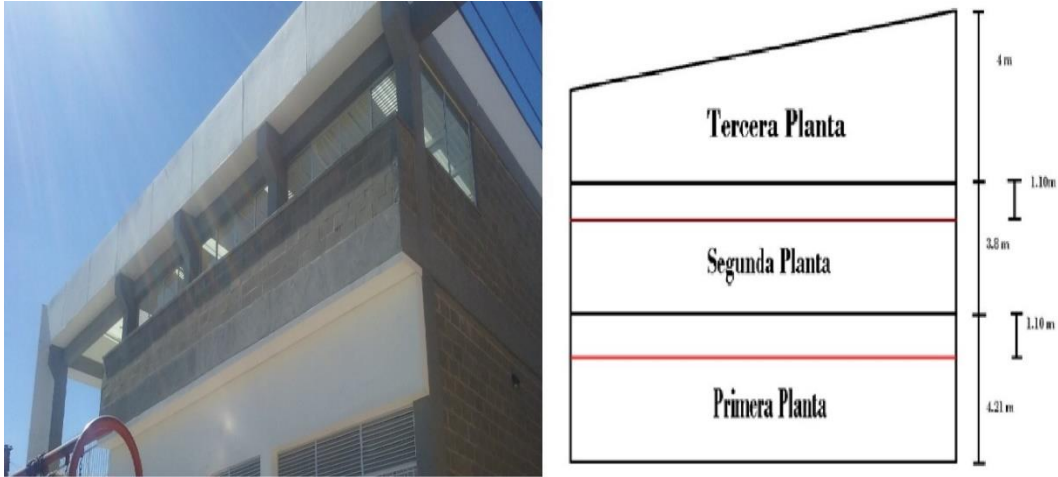


Figura 91 Altura del salón comunal.

Tabla 4 Ubicación de las cámaras y antenas de la red.

PUNTOS DE INSTALACION				
ANTENA	CÁMARA	UBICACIÓN	RANGO DE ALTURA	RANGO DE LONGITUD DE LA BASE
	1	Salón Comunal	9,31 m - 10 m	1 m - 1,5 m
	2	Salón Comunal	9,31 m - 10 m	1 m - 1,5 m
1	3	Carrera 158c calle 131a (poste)	9,31 m - 10 m	1 m - 1,5 m
2	4	Carrera 158b calle 131a (poste)	9,31 m - 10 m	1 m - 1,5 m
3	5	Carrera 159 # 132 A -24 (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
4	6	Carrera 158 # 132 D (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
5	7	Carrera 157 #156 A – 80 (residencias)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
6	8	Surtimax (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
7	9	Mercados alcosto (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
8	10	Carrera 154 A -75 (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
9	11	carrera 154 A bis - calle 132A (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m

10	12	Panadería Taxi pan (poste)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
11	13	Carrera 154 A # 132ª -22 (poste)	16m - 20m	1 m - 1,5 m
12	14	Carrera 153 # 132D (residencia)	16m - 20m	1 m - 1,5 m

La alimentación de energía de los equipos será por medio de puertos PoE (Power over Ethernet) a través del mismo cableado Ethernet. Esta tecnología permite transportar la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de cada dispositivo a través de los cables de datos (UTP) en lugar de utilizar cables de alimentación. Esto reduce al mínimo el número de cables que deben ser usados en la instalación de la red, lo cual reduce costes y facilita la instalación de dispositivos. La norma que define el estándar PoE es la IEEE 802.3af. (Martí, universidad politecnica de valencia, 2013).



Figura 10 Adaptador de conexión por medio de puerto PoE.

Frecuencia de operación y canalización

La frecuencia de operación elegida se encuentra en el orden de los 5 GHz ya que como tecnología de acceso se usará WI-FI las frecuencias que se encuentran en el orden de los 2,4 GHz presentarían una alta interferencia por el uso doméstico de esta frecuencia, tanto que la velocidad y la calidad del video sería afectada en gran medida. Consultando el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencia (CNABF) y ya establecido que la red trabajara en banda libre el rango de frecuencias a usar en la red es del orden de los 5,725 GHz a 5,85 GHz.

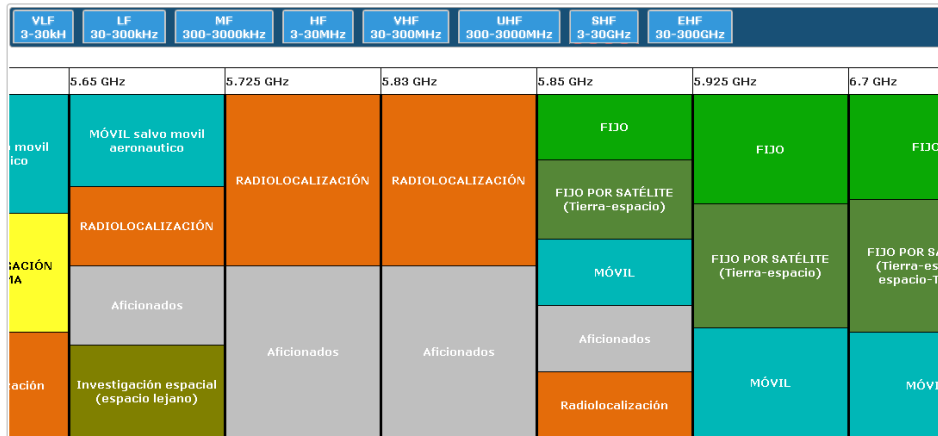


Figura 11 Frecuencias en banda libre en CNABF.

Para las frecuencias de uplink y downlink dentro del rango mencionado y la canalización que se presenta en la red teniendo en cuenta que en 5 GHz se tiene hasta 25 canales sin solapamiento entre ellos evitando el problema de interferencias, pero estos canales son de 20 MHz los canales de 40 MHz son 12, los de 80MHz son de 6 canales y los de 160 MHz son dos canales por lo cual en la red tenemos 12 dispositivos que se conectaran inalámbricamente. Inicialmente se podrán usar los canales de 40 MHz para mayor rendimiento en la red, dada una escalabilidad futura se podrá pasar a los canales de 20 MHz ya que se tendrán más usuarios o dispositivos en la red. Se debe tener en cuenta que los canales en 802.11ac están desde canal 36 al canal 165 y están separados de canales continuos, en la tabla 3 se define el uso de frecuencias y de canales para cada dispositivo inalámbrico de la red. (Uncorked, 2016).

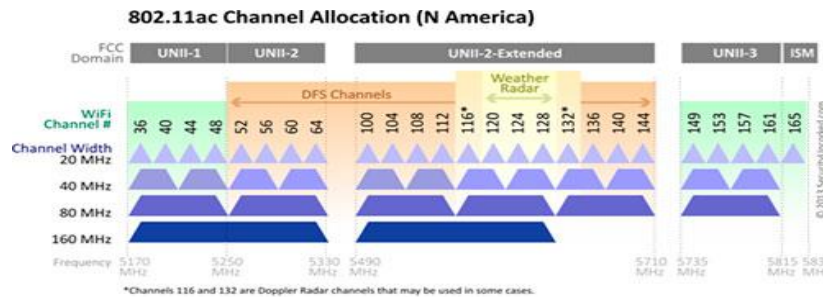


Figura 12 canales en 802.11ac. (Uncorked, 2016).

Tabla 5 frecuencia de operación y canalización de la red.

FRECUENCIA Y CANALIZACION			
Frecuencia	ANTENAS	ANCHO DE CANAL	NUMERO DE CANAL
5,725 GHz	1	40 MHz / 20 MHz	36
	2		44
	3		52
	4		60
	5		100
	6		108
	7		116
	8		124
	9		132
	10		140
	11		149
	12		157

ESTUDIO DE MERCADO

En función del trabajo se presenta un estudio de la factibilidad económica, para el diseño de una red de cámaras de seguridad mediante enlaces inalámbricos en la zona principal de comercio del barrio Santa Cecilia, zona que abarca una distribución de 12 cuadras; en éste se plantea tener dos alternativas de diseño que posteriormente servirán como punto de referencia para realizar su implementación, se hace una evaluación con relación al costo-beneficio para la comunidad. Para ello se realizó un cuadro comparativo evaluando cada uno de los requerimientos de los equipos, tablas con las características técnicas para cada uno de los dispositivos, costo total del proyecto para cada una de las propuestas de diseño, gastos administrativos.

Caracterización de la entidad.

La Junta de Acción Comunal de Suba, una corporación cívica sin ánimo de lucro, compuesta por vecinos del sector, que incorporan esfuerzos y recursos para procurar la solución de las necesidades más sentidas de la comunidad. Así mismo, es la encargada de representar a la población ante los entes gubernamentales y de buscar el bienestar ciudadano identificando las principales necesidades del sector.

La entidad objeto de estudio muestra la necesita de tener una herramienta tecnológica que apoye a la fuerza pública y optimice la seguridad en el sector.

Proveedores equipos.

Para la selección de proveedores que suministren los equipos requeridos por el diseño, se establecen un mínimo de requerimientos a cumplir por éstos, los cuales fueron retroalimentados por la comunidad. Los equipos establecidos en el diseño son cámaras, NVR, equipos de red y otros equipos requeridos para la implementación.

Dando cumplimiento a lo anterior, se buscó inicialmente posibles proveedores de equipos teniendo en cuenta lo siguiente:

- A. Elaborar los aspectos técnicos y económicos de la propuesta, verificando la integridad y coherencia de los ofrecimientos.
- B. Será obligación del cotizante, conocer todas y cada una de las responsabilidades y compromisos que conlleva la presentación de la cotización en relación con su objeto.
- C. Las empresas deben estudiar minuciosamente toda la información suministrada y analizar las circunstancias que inciden en el cumplimiento de obligaciones, costos y plazo de ejecución.
- D. De manera general, se recomienda a la empresa en su cotización analizar cuidadosamente los datos suministrados y las condiciones de ejecución.
- E. Revisar la garantía de seriedad de la cotización.
- F. De acuerdo a la selección de las cámaras y los equipos requeridos, los proveedores deberán evaluar la información suministrada y recogida sobre el sector previamente; los proveedores deberán basarse en los estudios previos que se ha elaborado de acuerdo al alcance de cobertura de las 12 cuadras realizando una verificación de las alturas, línea de vista para la instalación de las cámaras y poder realizar la adecuación, los estudios previos serán tomados como presupuestales, en el momento de realizar la oferta formal para ofertar a los posibles oferentes.
- G. El presente estudio servirá para la elaboración de la licitación para la implementación que garantice la debida diligencia y la tasación de todos y cada uno de los factores que inciden en la cuantificación del Proyecto.

COSTOS Y GASTOS.

Las siguientes tablas muestran el presupuesto total del proyecto a nivel de infraestructura, considerando el costo de los equipos que se necesitan para el diseño. En éste caso se tomará el precio por unidad de los equipos, el precio total por referencia de equipo y el costo total del proyecto debido a los distintos diseños.

Costos Primera Propuesta de diseño.

Costos con equipos marca Ruckus.

Tabla 6 Costo total de equipos para el proyecto utilizando dispositivos marca Ruckus. (Avella, Tabla con el costo total de equipos para la primera propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ruckus., 2017)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Valor/Unidad	Total
1	Antenas como AP 901-T710-XX51	12	5.431.277	\$ 65.175.324,00
2	Antena como BTS 901-T710-XX01	1	5.329.955	\$ 5.329.955,00
3	Cámaras	14	1.664.000	\$ 23.296.000,00
4	UTP categoria 6	GL	160.000	\$ 160.000,00
5	Conectores RJ45	GL	99.000	\$ 99.000,00
6	Switch Cisco SG300-10MPP / L3 10 puertos	1	1.300.000	\$ 1.300.000,00
7	UTM ISA550 CISCO	1	1.966.652	\$ 1.966.652,31
8	TV 50"	1	1.927.800	\$ 1.927.800,00
9	Controlador PTZ HIKVISION DS1005KI	1	839.000	\$ 839.000,00
10	Unidad Back-UPS Pro 1500	1	739.000	\$ 739.000,00
11	NVR HIK VISION	1	1.015.000	\$ 1.015.000,00

12	PoE	12	52.900	\$ 634.800,00
13	Brazo metálico y accesorios de instalacion.	12	58.000	\$ 696.000,00
			Total proyecto	\$ 103.178.531,31

En la tabla 30 se muestra el costo total del proyecto, considerando el costo de los equipos que se necesitan para el diseño. Se tendrá en cuenta el precio por unidad de los equipos, el precio total por referencia de equipo y el costo del proyecto según la primera propuesta de diseño.

Ubiquiti

Tabla 7 Costo total de equipos para el proyecto utilizando dispositivos marca Ubiquiti. (Avella, Tabla con el costo total de equipos para la primera propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ubiquiti, 2017)

ITEM	Descripción	Cantidad	Valor/unidad	Total
1	Nanostation Loco M	12	250.000	\$ 3.000.000,00
2	Antena omnidireccional AMO-5G10	1	440.000	\$ 440.000,00
3	TX rocket	1	814.000	\$ 814.000,00
4	Cámaras	14	1.664.000	\$ 23.296.000,00
5	UTP categoría 6	150		\$ 160.000,00
6	Conectores RJ45	56		\$ 99.000,00
7	Switch Cisco SG300-10MPP / L3 10 puertos	1	1.300.000	\$ 1.300.000,00
8	UTM ISA550 CISCO	1	1.966.652	\$ 1.966.652,31
9	TV 50"	1	1.927.800	\$ 1.927.800,00
10	Controlador PTZ HIKVISION DS1005KI	1	839.000	\$ 839.000,00
11	Unidad Back-UPS Pro 1500	1	739.000	\$ 739.000,00
12	NVR HIK VISION	1	1.015.000	\$ 1.015.000,00

13	PoE	12	52.900	\$ 634.800,00
13	Brazo metálico y accesorios de instalacion.	12	58.000	\$ 696.000,00
Costo total Proyecto				\$ 36.927.252,31

En la tabla 31 muestra el costo total del proyecto, considerando el costo de los equipos que se necesitan para el diseño. Se tendrá en cuenta el precio por unidad de los equipos, el precio total por referencia de equipo y el costo del proyecto según la primera propuesta de diseño.

Costos segunda propuesta de diseño.

Costos con equipos marca Ruckus.

Tabla 8 Costo total de equipos para el proyecto utilizando dispositivos marca Ruckus. (Avella, Tabla con el costo total de equipos para la segunda propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ruckus., 2017)

ITEM	DESCRIPCION	Unidades	Valor/Unidad	Total
1	AP RUCKUS 901-T301-XX51	6	2.642.000	\$ 15.852.000,00
2	Nanostation Loco M	12	250.000	\$ 3.000.000,00
3	Cámaras	14	1.664.000	\$ 23.296.000,00
4	UTP categoría 6	150m		\$ 160.000,00
5	Conectores RJ45	56		\$ 99.000,00
5	Switch Cisco SG300-10MPP / L3 10 puertos	1	1.300.000	\$ 1.300.000,00
6	UTM ISA550 CISCO	1	1.966.652	\$ 1.966.652,31
7	TV 50"	1	1.927.800	\$ 1.927.800,00
8	Controlador PTZ HIKVISION DS1005KI	1	839.000	\$ 839.000,00

9	Unidad Back-UPS Pro 1500	1	739.000	\$ 739.000,00
10	NVR HIK VISION	1	1.015.000	\$ 1.015.000,00
11	PoE	12	52.900	\$ 634.800,00
13	Brazo metálico y accesorios de instalacion.	12	58.000	\$ 696.000,00
Costo Total del Proyecto				\$ 51.525.252,31

En la tabla 8 se muestra el costo total del proyecto, considerando el costo de los equipos que se necesitan para el diseño. En éste caso se tomarán el precio por unidad de los equipos, el precio total por referencia de equipo y el costo del proyecto según la segunda propuesta de diseño.

Costo total.

Costo de instalación.

En los siguientes cuadros se podrá observar el costo de instalación de cada punto de vigilancia, además se podrá observar el costo total para la instalacion de todo el proyecto para cada una de las propuestas de diseño.

Tabla 9 Costo por punto de instalación para la primera propuesta de diseño. (Avella, Tabla con el costo por punto de instalación para la primera propuesta de diseño., 2017)

Instalación por punto de antena	Puntos	Costo de instalación
\$ 105.000,00	12	\$ 1.260.000,00

Tabla 10 Costo por punto para la segunda propuesta de diseño. (Avella, Tabla con el costo por punto para la segunda propuesta de diseño., 2017)

Instalación por punto de antena	Puntos	Costo de instalación
\$ 105.000,00	18	\$ 1.890.000,00

Costo total del proyecto.

A continuación, podremos ver el costo total del proyecto teniendo en cuenta tanto los costos de los equipos necesarios y los costos de instalación de cada punto de antena.

Tabla 11 Costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ruckus. (Avella, Tabla con el costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ruckus., 2017)

Costo de equipos	\$103.178.531,31
Costo de instalación	\$1.260.000,00
COSTO TOTAL	\$104.438.531,31

Tabla 12 Costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ubiquiti. (Avella, Tabla con el costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ubiquiti., 2017)

Costo de equipos	\$36.927.252,31
Costo de instalación	\$1.260.000,00
COSTO TOTAL	\$38.187.252,31

Tabla 13 Costo total para la segunda propuesta de diseño. (Avella, Tabla con el Costo total para la segunda propuesta de diseño, 2017)

Costo de equipos	\$51.525.252,31
Costo de instalación	\$1.890.000,00
COSTO TOTAL	\$53.415.252,31

Gastos administrativos

Gastos Variables.

De acuerdo a la información brindada por el presidente de la Junta de acción comunal, el salón comunal cuenta con una tarifa especial en los costos de los servicios públicos, y teniendo en cuenta que el salón comunal va tener equipos conectados las 24 horas, se estimó un valor entre los \$100.000 pesos y los \$120.000 pesos mensuales como gastos de luz.

Gastos Fijos.

El presidente de la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia tiene presupuestado realizar el contrato por prestación de servicios a tres personas capacitadas para el manejo de los equipos y la vigilancia del sector con horarios rotativos de 8 horas cada uno. Y tendrían un salario mensual de un millón de pesos (\$1'000.000.), cada uno. Para un total de gastos fijos de tres millones de pesos mensuales por concepto de personal.

PRUEBA PILOTO

En la realización de la prueba piloto se emplearon dispositivos que fueron aportados por el almacén de laboratorio de ingeniería (ETM) de la Universidad Santo Tomás y por los estudiantes encargados del desarrollo del proyecto, los dispositivos empleados fueron:

- Antenas: TRAZEO – Wireless broadband client TR-SL5-16F
- Cámara IP: WanScam HD 720p
- Ordenador: Lenovo ideapad 510
- Cable UTP categoría 6
- Adaptadores PoE
- Software: Wanscam manager

Se realizaron diferentes pruebas donde se verifico la conexión entre las dos antenas, también se verifico el comportamiento del tráfico en Uplink y Downlink para que no tuviera ningún inconveniente por la cantidad de información que se está manejando, en total se establecieron tres pruebas, donde se vieron involucrados el salón comunal del barrio Santa Cecilia, un punto de comercio local y una residencia familiar a unas alturas de 6 metros aproximadamente.

Se debe tener en cuenta que los equipos TRANZEO en sus características técnicas trabajan con el estándar IEEE802.11a en el orden de frecuencias de los 5 GHz y con potencias hasta 30 dBm. Es importante saber estos datos ya que los diseño que se plantearon fueron simulados con equipos que manejaran estándar IEEE.802.11ac frecuencia en el orden de los 5 GHz y potencias hasta 30 dBm y función de antena inteligente para el buen uso del ancho de banda de los canales. Y se espera que tengan mejor desempeño que los equipos aplicados en la prueba piloto.

Como una pre-prueba, en la universidad Santo Tomas en el edificio de arcos se verifico el estado de los equipos y se simularon varios enlace a diferentes distancias y alturas, dado que los equipos funcionaron correctamente y la simulación de los enlaces fueron exitosos se llevó a cabo las etapas de desarrollo de la prueba piloto a en el barrio Santa Cecilia de la localidad de Suba.

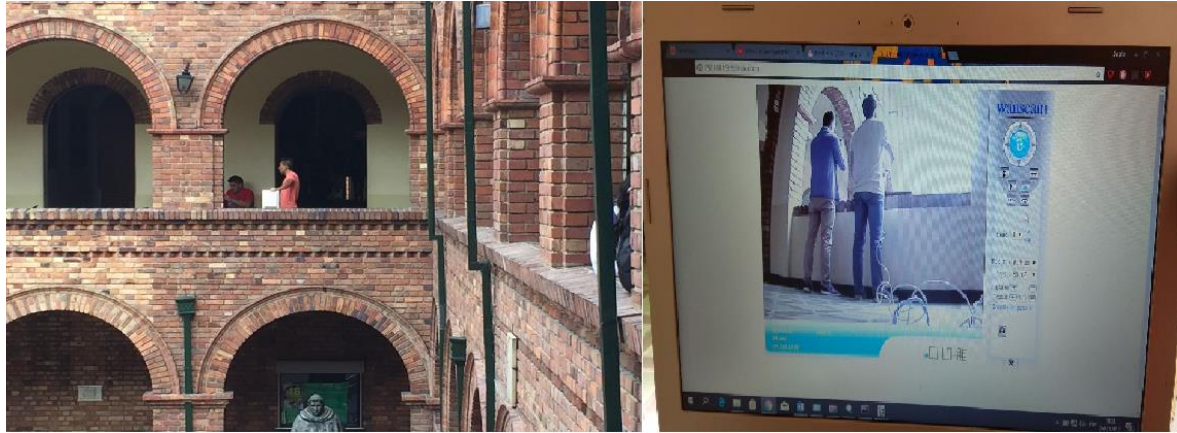


figura 2 Pre-prueba en la universidad Santo Tomas. (proyecto c. i., 2017)

El desarrollo de la prueba piloto fue manejado por etapas, la primera etapa se llevó a cabo en el salón comunal del barrio Santa Cecilia donde se estableció conexión entre las antenas TRANZEO y se asignó el direccionamiento de la red, se comprobó la conexión de la red haciendo envío de paquetes ping entre dos ordenadores, luego de ello se conectó la cámara IP a la red para que iniciara el envío de paquetes de streaming en vivo al ordenador donde se controló el movimiento y la toma de imágenes de la cámara por medio del software WanScam manager.



figura 143 : pruebas en el salón comunal del barrio Santa Cecilia. (proyecto c. i., 2017)

Luego de configurar las antenas, la cámara y el software gestor, en la segunda etapa de la prueba piloto se estableció conexión desde el salón comunal hacía el punto de comercio local a una distancia de 51 m aproximadamente, a una altura de 6 m en un punto y 1 m en la otra ubicación.

En esta parte de la prueba la comunicación tanto en uplink como en downlink no presento inconvenientes, pero si tuvo un retardo poco notable en la transmisión de la información.

Tabla 14 comparación de niveles de señal teóricos y prácticos. (proyecto i. d., 2018)

Nivel de señal	Propuesta de Diseño 1	Propuesta de Diseño 2	Prueba piloto
UPLINK	-24,78 dBm	-67 dBm (por cobertura)	-43,75 dBm
DOWNLINK	-25,75 dBm	-67 dBm (por cobertura)	-43,75 dBm
Distancia	51 m	51 m	51 m

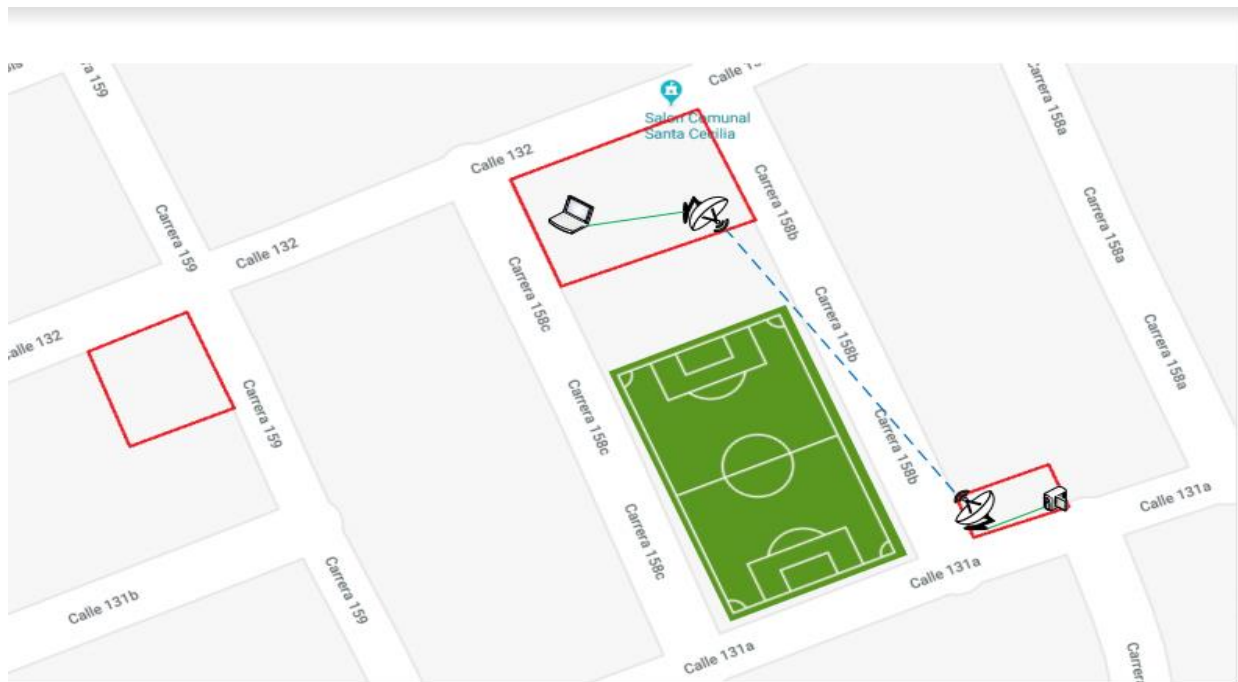


figura 15 Segunda etapa de la prueba piloto en el parque central del barrio Santa Cecilia. (Romero, 2018)



figura 16 Prueba de enlace entre punto de comercio local y salón comunal. (proyecto c. i., 2017)



figura 17 Prueba de enlace entre punto de comercio local y salón comunal. (proyecto c. i., 2017)



figura 18 Prueba de enlace entre punto de comercio local y salón comunal. (proyecto c. i., 2017)

Luego de realizar la prueba mencionada en los mismos puntos, pero ubicando la cámara en el punto de comercio local y el ordenador en el salón comunal se realizó el mismo proceso obteniendo los mismos resultados.



figura 19 Segunda etapa de la prueba piloto. (Romero, 2018)



figura 20 : Prueba de enlace entre salón comunal y punto de comercio local. (proyecto c. i., 2017)

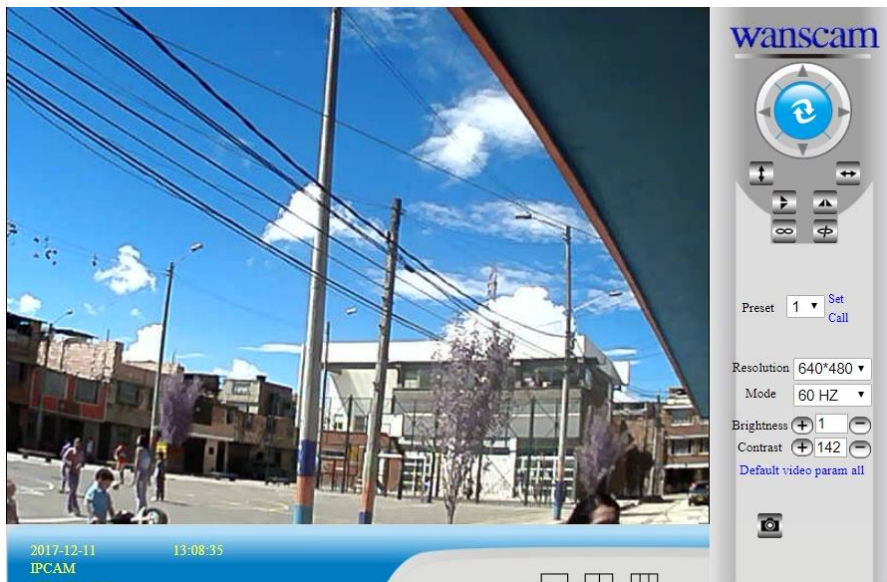


figura 21 : Prueba de enlace entre salón comunal y punto de comercio local. (proyecto c. i., 2017)



figura 22 : Prueba de enlace entre salón comunal y punto de comercio local. (proyecto c. i., 2017)

En la tercera etapa de la prueba piloto se estableció un enlace entre el salón comunal y una residencia familiar del barrio Santa Cecilia, donde las características topográficas para el análisis del comportamiento del enlace fueron: En ambos puntos alturas de 6 – 7 m aproximadamente y una distancia entre edificaciones de 54 m, el enlace entre los dos equipos inalámbricos comprendía línea de vista y la primera zona de fresnel libre para tener una conexión estable, sin embargo se ubicó uno de los equipos donde la señal tuviera un tipo de obstáculo para ver el comportamiento de la comunicación entre la cámara y el ordenador gestor, los obstáculos considerados fueron muros de residencias cercanas, vidrios de la residencia y del salón comunal y elementos que podrían dificultar la línea de vista del enlace. Como resultado la conexión estuvo siempre estable el tráfico de información no presento problemas, pero se observó un retardo poco notable en la transmisión del video.

Tabla 15 comparación de niveles de señal teóricos y prácticos con obstáculos. (proyecto i. d., 2018)

Nivel de señal	Propuesta de Diseño 1	Propuesta de Diseño 2	Prueba piloto
UPLINK	-24,78 dBm	-67 dBm (por cobertura)	-72,95 dBm
DOWNLINK	-25,75 dBm	-67 dBm (por cobertura)	-72,95 dBm
Distancia	51 m	51 m	53 m



figura 23 Tercera etapa de la prueba piloto. (Romero, 2018)



figura 24 Prueba de enlace entre salón comunal y residencia familiar. (proyecto c. i., 2017)



figura 25 Prueba de enlace entre salón comunal y residencia familiar. (proyecto c. i., 2017)



figura 26 Prueba de enlace entre salón comunal y residencia familiar. (proyecto c. i., 2017)

RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes recomendaciones a la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia a partir del estudio técnico y económico de la red.

- Proponer un plan de sostenibilidad de la red.
- estudiar la posible escalabilidad de la red para un cubrimiento total del barrio.
- estudiar la posible escalabilidad de la red para un futuro crecimiento hacia los barrios vecinos.
- buscar alianzas con la red de vigilancia con la red de la policía para hacer más efectiva la función de seguridad en el sector por esta entidad.

CONCLUSIONES

- Se demuestra que el proyecto a nivel conceptual, operacional y de mercado su viabilidad es positiva en cambio a nivel económico bajo el presupuesto de la junta de acción comunal este no es viable.
- Se espera que el proyecto tenga un impacto social en la comunidad, dada la implementación; donde se podrá evidenciar que por medio de las TIC'S se puede cumplir el propósito de mantener protegida una comunidad, apoyar a la fuerza pública en la labor que realizan por medio de la tecnología y recursos que en la actualidad se van haciendo más necesarios para cumplir estos propósitos.
- A partir de los dos diseños presentados, se eligió la segunda propuesta de diseño por el grupo de trabajo del proyecto, y el presidente de la junta de acción comunal Edwin Sarmiento, siendo la solución óptima tanto en la parte técnica como presupuestal la cual garantiza desde los estudios teóricos y prácticos una conexión estable en la red, confiabilidad de la información recibida, futura escalabilidad de la red, calidad de los equipos técnicos y almacenamiento de la información.
- Al ser la ubicación de las cámaras uno de los puntos más importantes dentro del desarrollo del proyecto, y una vez identificada la topología del terreno, se realizaron varias visitas en donde se evaluaron y definieron los mismo. Las diferentes ubicaciones fueron aprobadas por el presidente de la acción comunal Edwin Sarmiento.
- Luego de realizar un estudio de todas las posibles empresas proveedoras para CCTV, y empresas especialistas en equipos inalámbricos para la transmisión de video, buscando los dispositivos con las mejores características técnicas y costos, teniendo en cuenta la capacidad económica de la junta de acción comunal del barrio Santa Cecilia, se determinaron las marcas Hikvision, Ruckus y Ubiquiti como las más acertadas para la realización del objetivo del estudio.

Bibliografía

- Avella, C. A. (Noviembre de 2017). Tabla con el costo por punto de instalación para la primera propuesta de diseño. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Noviembre de 2017). Tabla con el costo por punto para la segunda propuesta de diseño. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Octubre de 2017). Tabla con el costo total de equipos para la primera propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ubiquiti. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Octubre de 2017). Tabla con el costo total de equipos para la primera propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ruckus. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Octubre de 2017). Tabla con el costo total de equipos para la segunda propuesta de diseño utilizando dispositivos marca Ruckus. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Noviembre de 2017). Tabla con el costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ruckus. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Noviembre de 2017). Tabla con el costo total para la primera propuesta de diseño utilizando equipos Ubiquiti. Bogotá, Colombia.
- Avella, C. A. (Noviembre de 2017). Tabla con el Costo total para la segunda propuesta de diseño. Bogotá, Colombia.
- Cortes, G. A. (2014). *rnds*. Obtenido de rnds: <http://www.rnds.com.ar/articulos/065/108w.pdf>
- Martí, S. M. (2013). *universidad politecnica de valencia*. Obtenido de universidad politecnica de valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf?sequence=1>
- Martí, S. M. (2013). *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf?sequence=1>
- proyecto, c. i. (2017). *creacion por autores del proyecto de grado*.
- proyecto, i. d. (2018). *tabla de creacion propia*.
- Romero, I. (2018). *Imagen de creación propia*.
- Uncorked, S. (2016). *Security Uncorked*. Obtenido de Security Uncorked: <https://cioperu.pe/articulo/19727/como-configurar-los-canales-wifi-para-un-mejor-rendimiento-de-la/?p=3>