Santiago de Cali, Diciembre de 2025

Dra.
GESSICA VALLEJO
ALCALDESA
MUNICIPIO DE CANDELARI

Asunto: Nodos IoT para monitoreo de Gases Contaminantes Criterio

Cordial saludo,

Me permito colocar para su consideración y análisis, la propuesta técnica y comercial para el despliegue de una infraestructura tecnológica transversal al municipio de Candelaria que permita la implementación de dos nodos de monitoreo para la detección de gases contaminantes criterio en el ambiente de acuerdo a la legislación vigente (Resolución 2254 de 2017):

- CO Monóxido de Carbono
- O_3 Ozono troposférico
- NO_2 Dióxido de Nitrógeno
- SO_2 Dióxido de Azufre
- PM2.5 Material Particulado 2.5 micras
- PM10 Material Particulado 10 micras

Adicionalmente se miden temperatura ambiental, humedad relativa y presión atmosférica que deben acompañar cualquier medición de gases contaminantes.

Toda la información de telemetría generada por los nodos IoT de monitoreo se consolidará en un dashboard en la web bajo la premisa de datos abiertos.

Quedamos pendientes de cualquier inquietud que se presente respecto a la propuesta presentada.

Atentamente,

JAVIER MEDINA
Representante Legal
COLBITS
WhatsApp: 3045779427
Email: javier.medina@colbits.com.co

TABLA DE CONTENIDO

1 PROPUESTA TÉCNICA 3
1.1 OBJETIVO GENERAL 3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS HARDWARE 3
1.3.1 Nodo IoT para monitoreo de gases criterio 4
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS SOFTWARE 7
1.4.1 BackEnd 7
1.4.2 FrontEnd 8
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS SERVICIOS 10
1.5.1 Visitas de campo e Ingeniería de Detalle 10
1.5.2 Puesta en marcha conectividad IoT 10
1.5.3 Instalación y configuración Nodos IoT de Monitoreo 10
1.5.4 Integración con Dashboard web 11
1.5.5 Capacitación 11
1.5.6 Soporte Técnico 11

2 ARQUITECTURA Y TOPOLOGÍA 12
2.1.1 Arquitectura de la Solución 12
2.1.2 Topología de la Solución 12

3 PROPUESTA ECONÓMICA 13
3.1 PRESUPUESTO REQUERIDO 13
3.2 CONDICIONES COMERCIALES 13
3.3 CRONOGRAMA DEL PROYECTO 14

1 PROPUESTA TÉCNICA

1.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar una solución tecnológica que permita el monitoreo de gases contaminantes criterio de acuerdo con la Resolución 2254 de 2017, en puntos de acopio de desechos o zonas con alta concentración de productores de porcicultura y avicultura, que por la naturaleza de su actividad primaria, tienden a generar estos gases que se reflejan en el ambiente como malos olores, de tal forma que a través de los equipos a suministrar, se puedan cuantificar los niveles de concentración de cada variable monitoreada, para determinar si están dentro de los parámetros aceptables o por el contrario, exceden los niveles máximos tolerables y pueden resultar nocivos para la salud. Toda la información generada por los nodos de monitoreo, estará disponible a través de un Dashboard web que será accesible a través de cualquier navegador de internet.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para dar cumplimiento al alcance anterior, se han definido los siguientes objetivos específicos que agrupan los paquetes de trabajo a ejecutar:

ÍTEM	NODOS DE MONITOREO GASES CONTAMINANTES MUNICIPIO DE CANDELARIA 2025
1	**HARDWARE**
1.1	Nodo IoT para monitoreo de gases criterio
2	**SOFTWARE**
2.1	BackEnd
2.2	FrontEnd
3	**SERVICIOS**
3.1	Visitas de campo e Ingeniería de detalle
3.2	Puesta en marcha conectividad IoT
3.3	Instalación y configuración Nodos IoT de monitoreo
3.4	Integración con Dashboard Web
3.5	Capacitación y transferencia de conocimiento
3.6	Soporte técnico

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS HARDWARE

Hace referencia a los dispositivos IoT con sus respectivos sensores, que se instalarán en los sitios de interés donde se quiera llevar el registro detallado de la presencia de gases contaminantes.

1.3.1 Nodo IoT para monitoreo de gases criterio

En Colombia, los gases criterio son aquellos regulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 2254 de 2017 y son el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono troposférico (O_3), el monóxido de carbono (CO), PM2.5 y PM10

Estos contaminantes son están normalizados con límites máximos permisibles para proteger la salud humana y el bienestar de la población:

Contaminante	Promedio	Límite máximo permitido	Límite máximo permitido
PM2.5	Anual	25 µg/m³	n/a
PM2.5	24 horas	50 µg/m³	n/a
PM10	Anual	50 µg/m³	n/a
PM10	24 horas	100 µg/m³	n/a
SO_2	24 horas	50 µg/m³	0,02 ppm
SO_2	1 hora	100 µg/m³	0,04 ppm
NO_2	Anual	60 µg/m³	0,03 ppm
NO_2	1 hora	200 µg/m³	0,11 ppm
O_3	8 horas	100 µg/m³	0,05 ppm
CO	8 horas	5 mg/m³	4 ppm
CO	1 hora	35 mg/m³	30 ppm

Los sensores a utilizar son SemeaTech que es una empresa especializada en manifactura de sensores en China:

Sensor CO Monóxido de Carbono



Especificaciones Técnicas

Nominal Range	0 ~ 10 ppm
Maximum Overload	100 ppm
Sensitivity (20℃)	0.3 ± 0.1 µA/ppm
Response Time (T90)	≤ 35 s
Zero Signal (20℃)	< ±100 nA
Baseline Shift (-40℃ ~ 50℃)	< 200 ppb (After compensation)
Resolution	15 ppb
Linearity	Linear up to 10 ppm
Bias Voltage	0 mV

Sensor NO_2 Dióxido de Nitrógeno



Especificaciones Técnicas

Nominal Range	0 ~ 5 ppm
Maximum Overload	20 ppm
Sensitivity (20℃)	-0.50 ± 0.15 µA/ppm
Response Time (T90)	≤ 60 s
Zero Signal (20℃)	< ±70 nA
Baseline Shift (-40℃ ~ 50℃)	< 50 ppb (After compensation)
Resolution	10 ppb
Linearity	Linear up to 5 ppm
Bias Voltage	0 mV

Sensor SO_2 Dióxido de Azufre



Especificaciones Técnicas

Nominal Range	0 ~ 5 ppm
Maximum Overload	20 ppm
Sensitivity (20℃)	0.4 ± 0.2 µA/ppm
Response Time (T90)	≤ 60 s
Zero Signal (20℃)	< ±80 nA
Baseline Shift (-40℃ ~ 50℃)	< 60 ppb (After compensation)
Resolution	10 ppb
Linearity	Linear up to 5 ppm
Bias Voltage	0 mV

Sensor O3 Ozono Troposférico



Especificaciones Técnicas

Nominal Range	0 ~ 5 ppm
Maximum Overload	20 ppm
Sensitivity (20℃)	-0.45 ± 0.20 μA/ppm
Response Time (T90)	≤ 60 s
Zero Signal (20℃)	< ±70 nA
Baseline Shift (-40℃ ~ 50℃)	< 50 ppb (After compensation)
Resolution	10 ppb
Linearity	Linear up to 5 ppm
Bias Voltage	0 mV

Para el sensor de medición del material particulado en suspensión se tienen las siguientes especificaciones:

Model	PM Series of sensors
Detecting gas	Outdoor dust(PM2.5/PM10)
Range	0-1000ug/m3
Sampling method	Fan constant current sampling
Particle size resolution	＞0.3um
resolution	（H）0.001 mg/m3
Response time	< 10 S
Working temperature	（-40℃ - 70℃）
Humidity	0 to 95% relative humidity, non-condensing
Working voltage	4.5-9 VDC
Material	aluminum
Weight	192g (Fan type)
Communication	UART（Communication protocol interface compatible）
Life span	3 Years

Estos sensores estarán alojados en dos carcasas que los protegerán de la intemperie y se conectarán a un logger IoT desarrollado por COLBITS que proveerá la comunicación inalámbrica y la energía necesaria a partir de un panel solar integrado:



PM10/2.5 + CO + O3



Logger IoT



NO2 + SO2 + Temp/Hum

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS SOFTWARE

Dentro de este ítem se consideran los siguientes componentes:

- BackEnd
- FronTEnd

1.4.1 BackEnd

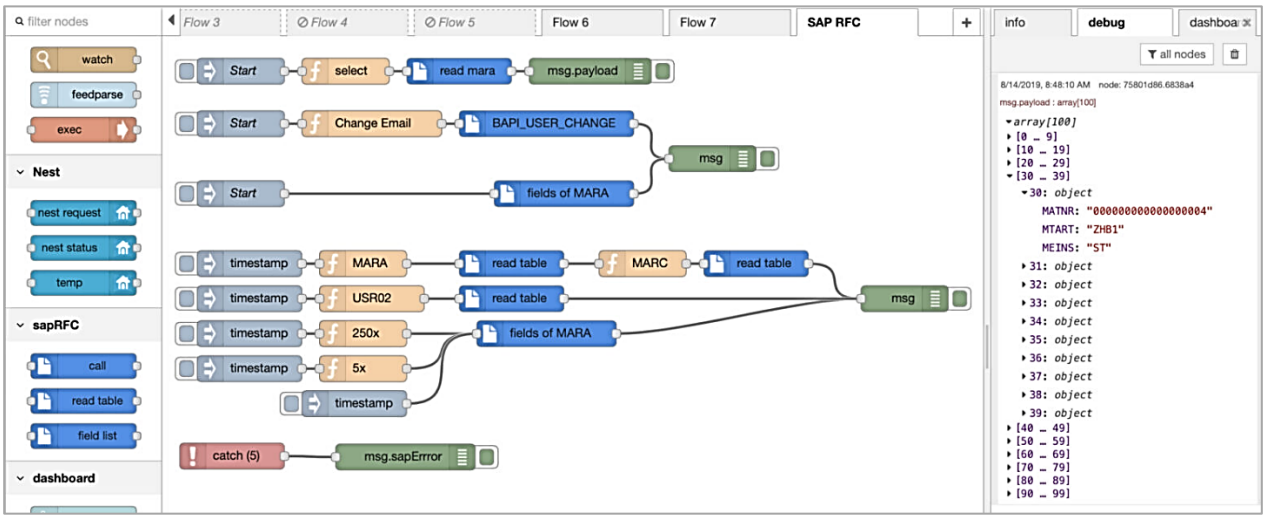
Conformado por LNS y Middleware

LoRaWAN Network Server - LNS

El Servidor de Red LoRaWAN (LNS) es el encargado de tomar la información de telemetría que llega a partir de los repetidores (Gateway), descartar las tramas repetidas debido a que un datalogger puede enviar sus datos a través de varios repetidores en forma simultánea, en lo que se conoce como redundancia activa-activa, remover la primera capa de cifrado AES y reenviar los datos de telemetría al Middleware que se encarga de remover la segunda capa de cifrado AES y acceder a los datos originales (crudos) para formatearlos, procesarlos y redireccionarlos a los servidores de aplicación como Dashboard, Base de Datos o Sistemas al interior del cliente. El LNS está alojado en la nube y tiene una configuración de alta disponibilidad.

MIDDLEWARE

En esta funcionalidad se implementa sobre un servidor NodeRed y es donde se tiene la capacidad de crear reglas para el procesamiento de los datos y enviar su resultado a múltiples destinos como serían los procesos de Dashboard, almacenamiento en base de datos o aplicativos propietarios al interior del cliente. Es una herramienta de alto nivel, que se ha convertido en un estándar open source para procesar datos en tiempo real, simplificando la comunicación entre los elementos de hardware que generan la información y los procesos de software que la consumen, todo a traes de un ambiente grafico de programación. Se puede considerar como un motor de flujos que a través de protocolos como MQTT, permite definir esquemas de conectividad para los datos procesados.

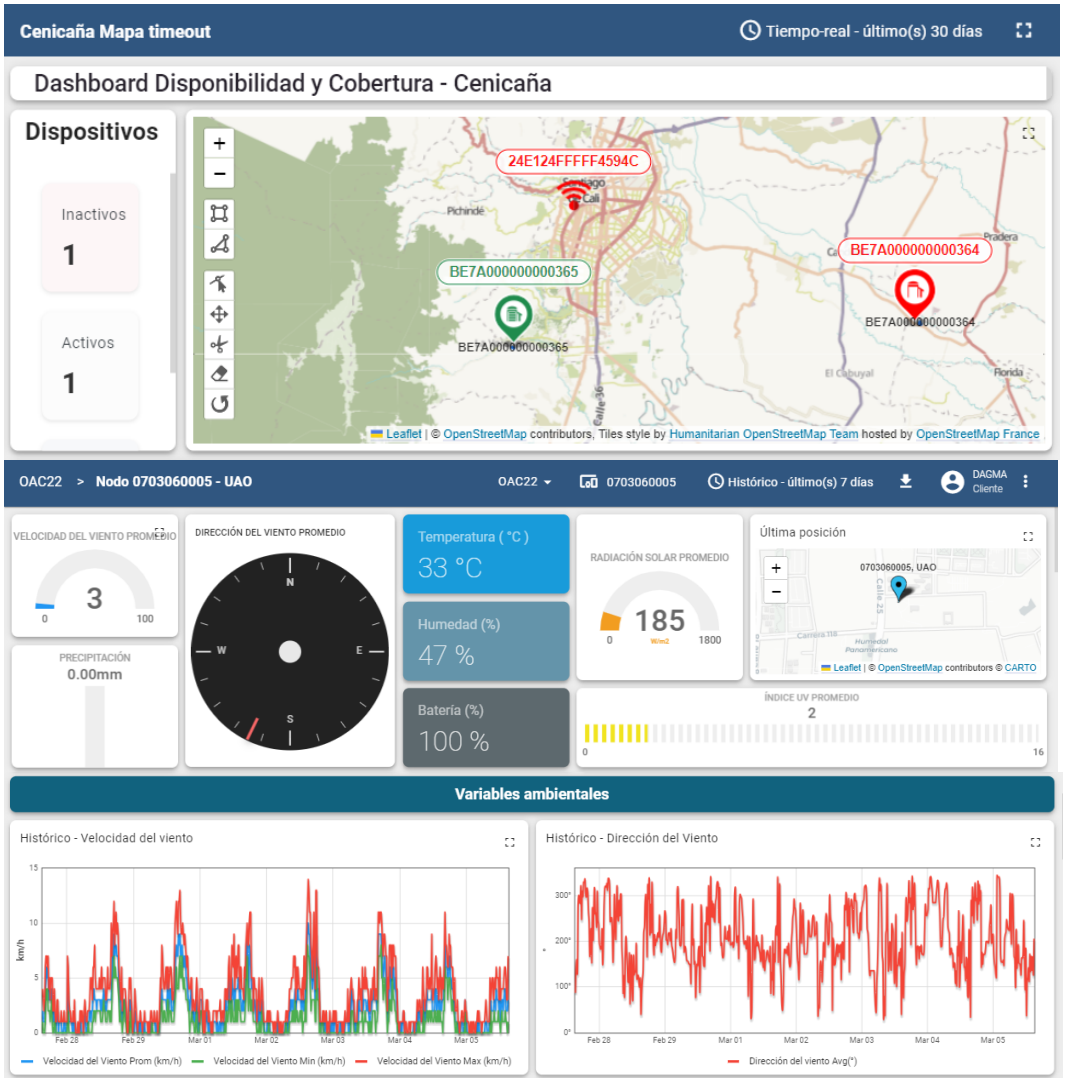


1.4.2 FrontEnd

Conformado por el dashboard y la integración con telegram para notificación de eventos

DASHBOARD

Aunque COLBITS está en capacidad de desarrollar un Dashboard altamente personalizado, para la prueba piloto se propone hacer uso de una herramienta tipo open source denominada ThingsBoard que no requiere licenciamiento recurrente para su uso, lo que contribuye al sostenimiento del proyecto a largo plazo. Esta plataforma ofrece un nivel de personalización suficiente para generar gráficos históricos de todas las variables monitoreadas así como reportar el estado operativo de los nodos de monitoreo.



TELEGRAM

La solución propuesta considera la notificación de eventos a través de una herramienta de uso gratuito como Telegram, de tal forma que se crea un grupo con el personal de riesgos o medio ambiente del municipio, quienes serán notificados en tiempo real cuando alguna variable exceda los umbrales donde no representa riesgo para el ser humano.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS SERVICIOS

Dentro de este grupo de actividades se encuentran:

- Visitas de campo e Ingeniería de detalle
- Puesta en marcha conectividad IoT
- Instalación y configuración Nodos IoT de monitoreo
- Integración con Dashboard Web
- Capacitación y transferencia de conocimiento
- Soporte técnico

1.5.1 Visitas de campo e Ingeniería de Detalle

Esta actividad hace referencia a visitar todos los pisos de cada uno de los predios que se consideran en la propuesta para identificar los sitios adecuados para la instalación de los repetidores y sensores IoT, de tal forma que se garantice su correcto funcionamiento de acuerdo a las características particulares de cada uno de ellos.

Para aquellos sensores IoT que requieren alimentación AC, se debe identificar los puntos de conexión a la red eléctrica y las obras requeridas para extender el cableado hasta el sitio de interés. Aquellos que funcionan con batería interna, se pueden colocar libremente donde sea necesario.

1.5.2 Puesta en marcha conectividad IoT

Para garantizar la comunicación inalámbrica de los sensores IoT con el Dashboard, se deben instalar los repetidores IoT necesarios para cubrir con un buen nivel de señal de RF, todos los pisos donde se desplegará la solución.

Como se mencionó anteriormente, se dispone de un modelo para funcionamiento a la intemperie (outdoor) que será instalado en la azotea de cada edificio y un modelo para funcionamiento interno (indoor) que garantiza que no se tengan zonas oscuras (sin cobertura).

Ambos tipos de repetidores requieren conexión a la red eléctrica AC y cableado de datos a un punto de acceso a la red LAN del predio, con acceso a internet.

1.5.3 Instalación y configuración Nodos IoT de Monitoreo

Esta actividad hace referencia a la instalación de los diferentes nodos de monitoreo requeridos para cada una de las líneas de acción de la solución propuesta. Los detalles de la instalación quedaran consolidados en el documento de ingeniería de detalle de cada predio, donde se tendrá también el registro fotográfico pertinente.

Este ítem considera todos los accesorios de instalación requeridos para dejar los sensores IoT en correcto funcionamiento.

1.5.4 Integración con Dashboard web

Esta actividad hace referencia a la puesta en servicio de los elementos de hardware y software para que trabajando conjuntamente, se materialice la solución propuesta. En este ítem se incluyen las pruebas de aceptación de cada sensor IoT donde se debe validar que el Dashboard refleje la misma información que se mide en sitio y que la comunicación inalámbrica tiene la calidad necesaria para garantizar la integridad y frecuencia de transmisión correctas.

1.5.5 Capacitación

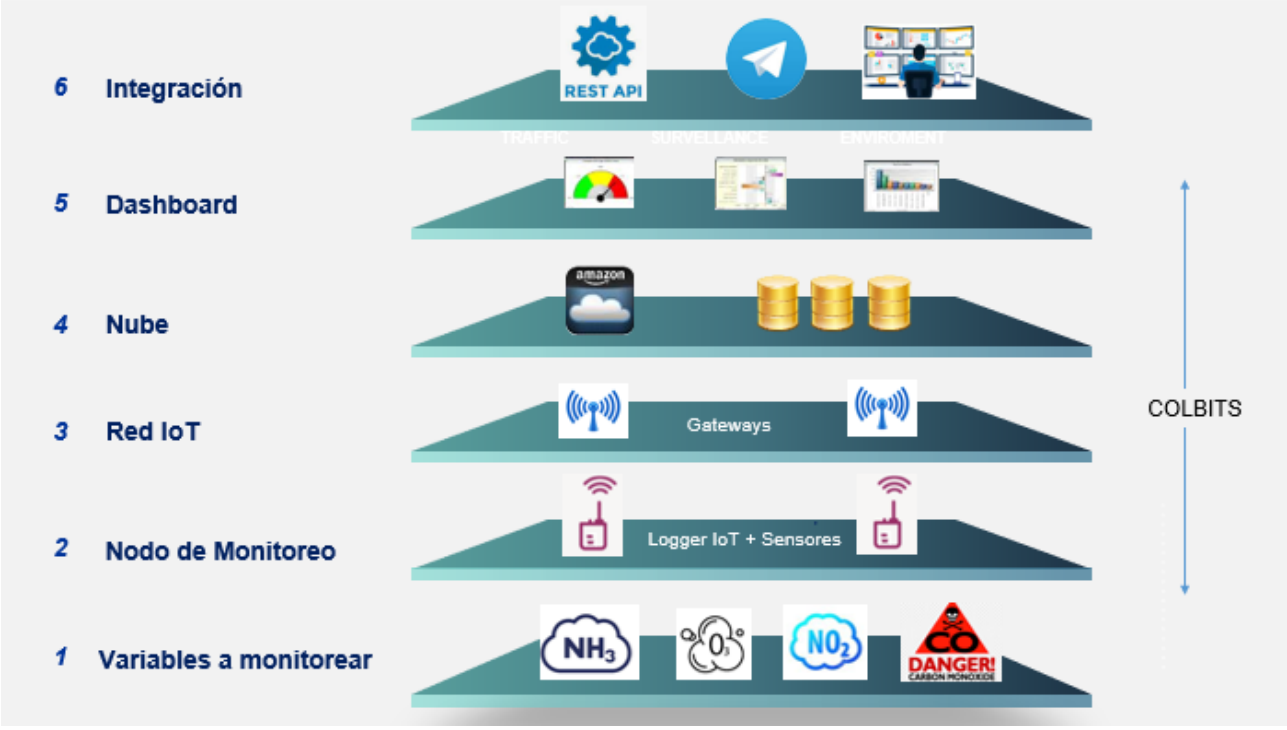
Esta actividad hace referencia a la transferencia de conocimiento mediante un curso que será dictado al personal de la dependencia, para que adquieran el conocimiento detallado de que elementos hacen parte de la solución, la función de cada uno de ellos, como se consultan los datos históricos en el Dashboard y como se acciona al fabricante en caso que se requiera soporte técnico.

1.5.6 Soporte Técnico

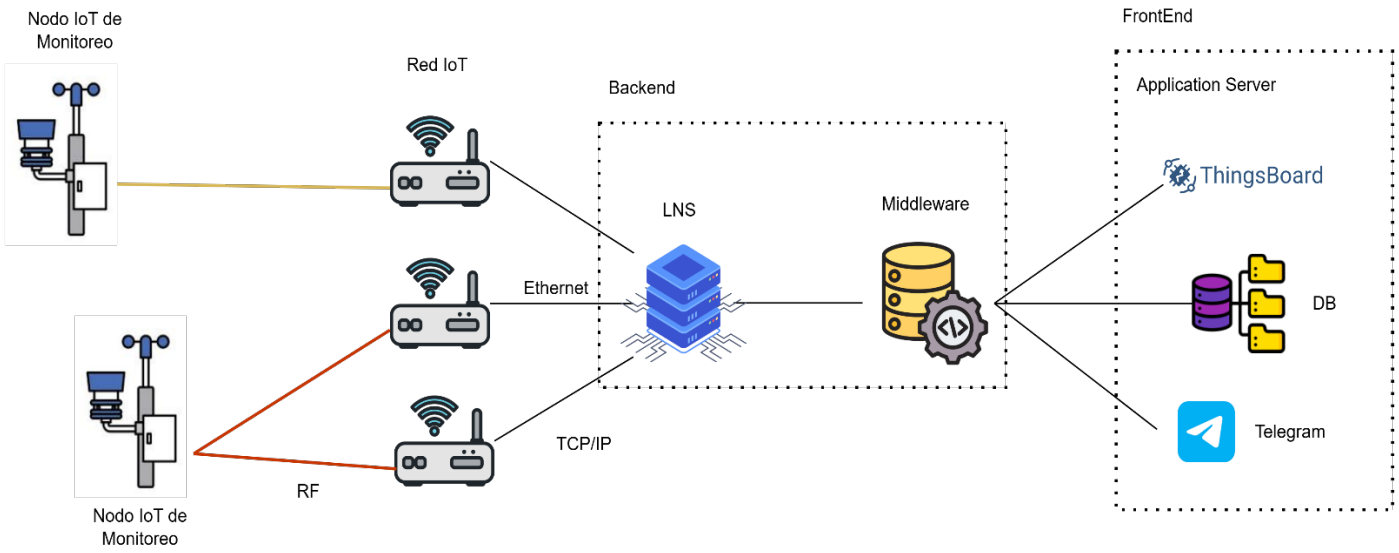
Esta actividad hace referencia que durante un año después de la aceptación de los equipos, se tiene soporte técnico y garantía sobre los mismos, mientras no se presenten situaciones de hurto o vandalismo, las cuales están excluidas de la garantía contra defectos de fábrica.
El soporte técnico será principalmente remoto, donde el cliente puede contactar a COLBITS a través del email info@colbits.com.co bajo un horario de atención de 5x8.
Eventualmente, si la falla no puede ser resulta en forma remota, COLBITS enviara personal técnico hasta el sitio de instalación para verificar las condiciones de funcionamiento de los equipos.

2 ARQUITECTURA Y TOPOLOGÍA

2.1.1 Arquitectura de la Solución



2.1.2 Topología de la Solución



3 PROPUESTA ECONÓMICA

3.1 PRESUPUESTO REQUERIDO

ÍTEM	NODOS DE MONITOREO GASES CONTAMINANTES MUNICIPIO DE CANDELARIA 2025	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	**HARDWARE**			
1.1	Nodo IoT para monitoreo de gases criterio + Amoniaco + H2S	2	18.600.000	37.200.000
2	**SOFTWARE**			
2.1	BackEnd x 1 año	1	6.120.000	6.120.000
2.2	FrontEnd x 1 año	1	6.360.000	6.360.000
3	**SERVICIOS**			
3.1	Visitas de campo e Ingeniería de detalle	1	2.500.000	2.500.000
3.2	Puesta en marcha conectividad IoT	1	4.000.000	4.000.000
3.3	Instalación y configuración Nodos IoT de monitoreo	2	4.000.000	8.000.000
3.4	Integración con Dashboard Web	1	4.000.000	4.000.000
3.5	Capacitación y transferencia de conocimiento	1	4.000.000	4.000.000
3.6	Soporte técnico x 1 año	1	5.040.000	5.130.924
	SUBTOTAL			77.310.924
	IVA (19%)			14.689.076
	TOTAL			**92.000.000**

3.2 CONDICIONES COMERCIALES

La presente propuesta comercial se rige por las siguientes consideraciones comerciales:

- Vigencia cotización: 60 días calendario
- Modo de Pago: actas parciales conforme avance en las cronograma
- Garantía y Soporte: 1 año calendario a partir de la entrega

3.3 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

NODOS DE MONITOREO GASES CONTAMINANTES MUNICIPIO DE CANDELARIA 2025	DIC
Proceso de Contratación Directa	
Acta de Inicio	
Visitas de campo e Ingeniería de detalle	
Fabricación de Equipos	
Implementación de BackEnd + FronEnd	
Implementación de conectividad IoT	
Instalación Nodos IoT Monitoreo Gases	
Integración con Dashboard	
Capacitación	
Cierre del Proyecto	