



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**TEMA: CREACION DE PROTOTIPO DE SENSOR DE AIRE CON
CONEXIÓN A BASE DE DATOS BASADO EN ARDUINO**

Autores:

Sr. ALTAMIRANO RETTO JHON ANTONY

Sr. CHÁVEZ RAMOS JULIO FRANCISCO

Acompañante:

Mgr. Freddy Lenin Bravo Duarte

Milagro, Octubre 2019

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Yo, JHON ANTONY ALTAMIRANO RETTO, como requisito previo para la obtención del Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Propuesta Tecnológica, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de Agosto de 2019



JHON ANTONY ALTAMIRANO RETTO
Autor 1
CI: 0929130391

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, JULIO FRANCISCO CHÁVEZ RAMOS, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación PROPUESTA TECNOLÓGICA, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de Agosto de 2019



JULIO FRANCISCO CHÁVEZ RAMOS


Autor 2

CI: 0922983986

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Yo, Ing. Freddy Lenin Bravo Duarte Mgtr. en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por Jhon Antony Altamirano Retto y Julio Francisco Chávez Ramos, cuyo título es Creación de prototipo de sensor de aire con conexión a base de datos basado en arduino, que aporta a la Línea de Investigación Propuesta Tecnológica previo a la obtención del Grado INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES ;considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 23 de Agosto de 2019



Ing. Freddy Lenin Bravo Duarte Mgtr.

Tutor
C.I: 0913170528

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Freddy Lenin Bravo Duarte

Mgtr. Mirella Azucena Correa Peralta

Mgtr. Jhonny Darwin Ortiz Mata

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el estudiante: JHON ANTONY ALTAMIRANO RETTO

Con el tema de trabajo de Titulación: "CREACIÓN DE PROTOTIPO DE SENSOR DE AIRE CON CONEXIÓN A BASE DE DATOS BASADO EN ARDUINO"


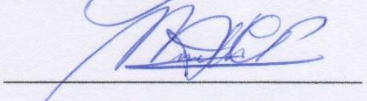

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[80]
Defensa oral	[20]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: 10 de octubre del 2019

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos					Firma
Presidente	Freddy	Lenin	Bravo	Duarte.	
Secretario /a	Mirella	Azucena	Correa	Peralta.	
Integrante	Jhonny	Darwin	Ortiz	Mata.	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Freddy Lenin Bravo Duarte

Mgtr. Mirella Azucena Correa Peralta

Mgtr. Jhonny Darwin Ortiz Mata

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el alumno: JULIO FRANCISCO CHAVEZ RAMOS

Con el tema de trabajo de Titulación: "CREACIÓN DE PROTOTIPO DE SENSOR DE AIRE CON CONEXIÓN A BASE DE DATOS BASADO EN ARDUINO"



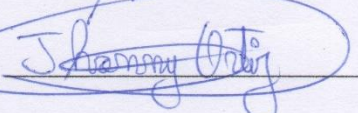
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[80]
Defensa oral	[20]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: 10 de octubre del 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos				Firma
Presidente	Freddy	Lenin	Bravo	Duarte.	
Secretario /a	Mirella	Azucena	Correa	Peralta.	
Integrante	Jhonny	Darwin	Ortiz	Mata.	

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a Dios por brindarme la fuerza y las ganas de luchar por mis sueños y sobre todo por estar siempre conmigo en la realización de este trabajo, a mis padres por todo el esfuerzo y el apoyo incondicional que han hecho para que logre alcanzar mis metas profesionales y nunca dejarme caer y a mi novia por darme también el esfuerzo y en todo momento y así ser una persona productivo para la sociedad.

Jhon Antony Altamirano Retto

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haber sido mi guía en todo momento, cuidándome y dándome fortalezas para seguir adelante, a mis padres, quienes siempre han velado por mi bienestar, educación y sobre todo por el apoyo incondicional para cumplir con mis metas, a mi novia por su deseo de alcanzar mis metas. A mi tutor Ing. Freddy Bravo Duarte por su gran apoyo y motivación para la culminación nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

Jhon Antony Altamirano Retto

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primero a Dios ya que siempre está conmigo en todo momento, brindándome salud y fuerza para poder superar cualquier obstáculo que se me pongan en mi camino, posterior dedico este proyecto a mis padres ya que son el pilar fundamental siempre brindándome su apoyo incondicional para lograr cumplir mis metas siendo mis grandes guías.

Julio Francisco Chávez Ramos

AGRADECIMIENTO

Agradezco este proyecto primero a Dios por brindarme salud y fuerza para poder superar todos los obstáculos que se me pongan en mi camino, posterior estoy muy agradecido con mis padres ya que son el pilar fundamental siempre brindándome su apoyo incondicional para lograr cumplir mis metas y por estar ahí siempre conmigo además a mi hermano, tías, y en especial a mi abuelito por darme valiosos consejos los cuales me formaron como ser humano, agradezco a los Ingenieros por transmitir sus grandes conocimientos que me formaron como profesional y un agradecimiento especial al mi tutor Ing. Freddy Bravo por todo el apoyo brindado para realizar el presente proyecto de grado.

Julio Francisco Chávez Ramos

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	II
DERECHOS DE AUTOR	III
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	6
2.1. Contaminación Del Aire.	6
2.2. Gestión De La Contaminación Atmosférica.	7
2.3. Clases y Tipos de contaminantes atmosféricos	10
2.4. Plataforma Arduino	13
2.5. Sensor de Calidad de Aire	14
CAPÍTULO 3	15
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	15
3.1. Sensores MQ.	15
3.2. Sensores para monitoreo de calidad de aire.	16
DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	18
4.1. Codificación para generar permisos para conexión a base de datos.	20
4.2. Codificación en Arduino de sensores MQ	20
4.3. Esquema de conexiones de placa Arduino.	24
4.3.1. Base de datos de elementos.	24
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	28
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES	31
ANEXOS	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Cuadro de Índice de Calidad del Aire con valores permitidos	9
Ilustración 2: Tabla de rangos de los contaminantes presentes en el aire.	10
Ilustración 3: Sensor MQ-2 Fuente: Sensores Arduino	15
Ilustración 4: Sensor MQ-3.....	15
Ilustración 5: Sensor MQ-3.....	16
Ilustración 6: Sensor MQ-3.....	16
Ilustración 7: Sensor de medición de calidad de aire (humo/polvo)	17
Ilustración 8: Sensor para medición de CO2	17
Ilustración 9: Placa Arduino Uno	18
Ilustración 10: Placa Arduino Ethernet.....	18
Ilustración 11: Sensor MQ-7 Fuente: Elaboración Propia	19
Ilustración 12: Sensor MQ-135	19
Ilustración 13: Codificación de Permisos para conexión a base de datos.	20
Ilustración 14: Conexión a base de datos de Mysql	20
Ilustración 15: Codificación de Librerías.....	20
Ilustración 16: Codificación de inicialización de Arduino.....	21
Ilustración 17: Codificación de Arduino para establecer conexión	21
Ilustración 18: Codificación para verificaciones de sensor y valores	22
Ilustración 19: Esquema de conexiones de la placa Arduino con los sensores.....	24
Ilustración 20: Esquema de base de datos de los sensores	25
Ilustración 21: Grafico de captura de datos en tiempo real.	26
Ilustración 22: Ubicación geográfica del lugar del donde se capturaron los datos.....	27
Ilustración 23: Soldado de los sensores y demás conexiones a la baquelita para posterior verificación de interacción entre sensores y tarjeta arduino.	32
Ilustración 24: Baquelita con los sensores MQ 135 y MQ 7.....	32
Ilustración 25: Revisión de la codificación de los sensores y calibración de los mismos.	33
Ilustración 26: Pruebas de los sensores MQ integrados con la tarjeta Arduino	33
Ilustración 27: Revisión de la codificación de los sensores y calibración de los mismos.	34
Ilustración 28: Verificación final del prototipo.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de los contaminantes presentes en el ambiente.....	8
Tabla 2: Materiales usados para la construcción del prototipo para medir calidad del aire.....	28
Tabla 3: Plan de Actividades.....	29

CREACION DE PROTOTIPO DE SENSOR DE AIRE CON CONEXIÓN A BASE DE DATOS BASADO EN ARDUINO

RESUMEN

El aire es la parte fundamental para la vida en el planeta, si esta se deteriora todo el ecosistema sufre graves daños, por lo que mantener un control de la misma es de extrema importancia, las alteraciones que ha sufrido el mundo durante estos años han dejado secuelas tanto en el planeta como en las personas, dando cabida a nuevas enfermedades amenazantes para la sociedad, los avances tecnológicos han sido causantes de varias de estas consecuencias que hoy en día se viven, a causa de un mal manejo de los desperdicios tecnológicos, a causa de las emanaciones que los inventos producidos por el hombre han dejado, los cuales se han ido acumulando año tras año.

La tecnología ha sido aplicada para facilitar la vida de la sociedad pero no se ha tomado en cuenta de los riesgos ecológicos que conllevo ofrecer comodidades al ser humano, por lo que aplicar la tecnología con fines innovadores en el ámbito ambiental que involucre la mejora del mismo produciendo equipos y demás tecnologías que sean renovables y que no afecten más al ecosistema ya contaminado, reduciendo así los niveles de contaminación haciendo del mundo un lugar más habitable y que deje una huella de sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: calidad de aire, contaminación, sensores, arduino

CREATION OF AIR SENSOR PROTOTYPE WITH DATA-BASED CONNECTION BASED ON ARDUINO

ABSTRACT

The air is the fundamental part for life on the planet, if it deteriorates the entire ecosystem suffers serious damage, so maintaining control of it is extremely important, the alterations that the world has suffered during these years have left Aftermath both on the planet and in people, giving rise to new threatening diseases for society, technological advances have been the cause of several of these consequences that are experienced today, due to a mishandling of technological waste, to because of the emanations that the inventions produced by man have left, which have accumulated year after year.

The technology has been applied to facilitate the life of society but it has not taken into account the ecological risks that come with offering comfort to the human being, so applying the technology for innovative purposes in the environmental field that involves its improvement producing equipment and other technologies that are renewable and that no longer affect the already polluted ecosystem, thus reducing pollution levels making the world a more habitable place and leaving a mark of sustainability.

KEY WORDS: air quality, pollution, sensors, arduino

INTRODUCCION

El aire es vital para la vida humana, es la parte principal de la subsistencia en todo el mundo tanto para la vegetación como para todo ser vivo, la exposición a los contaminantes que se presentan hoy en día en el ambiente están ocasionando serios daños al planeta y a la vida del mismo, las alteraciones en los componentes atmosféricos ya sea por los cambios en las tecnologías de transporte, de producción han provocado que se genere contaminantes que van reduciendo la pureza del aire que respiramos.(Querol, Viana, & Moreno, 2010)

En décadas antiguas ya se venía produciendo contaminación por combustibles, ya que arqueólogos evidenciaron en una momia del desierto del GOBI que data del año 1800 A.C. que debido a la quema de madera y el humo que inhalaban de esta combustión, además de inhalación de polvo mineral le había generado problemas respiratorios lo cual a largo plazo le pudo causar la muerte, también se evidencio que en los años 300 D.C. los romanos iniciaron con regulaciones para todo lo que generaba contaminación en los procesos diarios que hacían.

Con todos los inventos que ha tenido la sociedad intentando hacer la vida diaria más sencilla fueron generando problemas ambientales ya que todo lo que se creaba generaba desechos y estos residuos no se le daba un correcto tratamiento para que no afectaran al medio ambiente, por lo cual se empezaron a ver problemas en el suelo, en las aguas y sobre todo en el aire de todo el planeta, estos problemas iniciaron con una serie de sucesos climáticos que jamás se habían presenciado como fue lluvias acidas en determinadas ciudades del mundo debido a la excesiva contaminación que se estaba acumulando en el ambiente(Querol et al., 2010)

Debido a la deficiencia en la calidad del aire en los países en desarrollo se empezaron a fijar normativas a nivel mundial para poder reducir los contaminantes que se utilizaban y también dar un buen tratamiento a los desechos que se producían de las industrias al fabricar sus diversos productos, pretendiendo reducir los problemas ambientales que se han ocasionado durante muchos años por las industrias y también el parque automotriz que comenzó a incrementar a gran velocidad, lo cual se convirtió en una necesidad urgente para la sociedad trayendo consigo más inconvenientes atmosféricos por la combustión de todos estos vehículos empeorando la calidad del aire que de por sí ya era poco aceptable.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

La evolución humana ha traído consigo muchos beneficios para el estilo de vida de la sociedad, a través de los años se ha conseguido hacer más eficiente el trabajo de las personas en su día a día por medio de los avances tecnológicos, pero a estos grandes avances se les han sumado también grandes problemas a nivel ambiental, ya que la trata de desechos que la sociedad consume no poseen un adecuado tratamiento para su reutilización o incluso la destrucción de los mismo de forma que no cause daños al medio ambiente.(Romero Placeres, Manuel; Diego Olite, Francisca; Álvarez Toste, 2006)

El medio ambiente se ha visto afectado desde años(Estrada A, Gallo M, 2016), pero se ha incrementado el grado de deterioro en la superficie del planeta, debido a que los factores de contaminación van en incremento por el poco cuidado que se tiene al tratamiento de los desechos que la sociedad utiliza en su vida diaria, pero estas deficiencias afectan en varias formas a la sociedad, problemas que recién se están haciendo notorios para los ojos de la humanidad.

El aire se ha contaminado con varios químicos desde que el hombre comenzó a inventar formas de trasladarse más fácilmente de un lugar a otro, es decir desde los inicios de la producción industrial, la cual fue dejando cada vez más residuos como monóxido de carbono, plomo, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro, benceno, butadieno y humo de motores diésel, todos esto favorece al deterioro de la capa de ozono.(García, 2011)

Según estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud indica que en los países industrializados alrededor del 20% de las enfermedades se deben a factores medioambientales, y la cantidad de muertes que se atribuyen, además de discapacidades superan el 30%, las enfermedades que hoy en día se viven como son asma y demás alergias son atribuidas a los niveles de contaminación que se presentan en el aire, el cambio climático contribuye a que más enfermedades surjan cada día, incluso enfermedades que antes eran desconocidas para los médicos, con las cuales hoy en día deben tratar con más frecuencia.

Debido a todos los factores climáticos que se están presentando se han creado nuevas tecnologías que permitan ayudar al planeta con el nivel de contaminación que se ha

suministrado durante tantos años, desde inicios del siglo XX se generó una sensibilización sobre los estragos que estaba produciendo la contaminación a nivel mundial, surgieron varias entidades de protección ambiental que intentaban regularizar el nivel de contaminación en el ambiente, con este auge se dio lugar a la creación de metodologías para poder reducir los efectos que viene causando el poco interés que ha dado la sociedad al tratamiento de los desechos y de la cantidad de químicos que se expulsan al aire.(Jimenez & Pulgar, 2010)

Por la contaminación ambiental que surge en todo el mundo y debido a las industrias que hacen caso omiso a las normativas y regulaciones que presentan la organización para protección del ambiente es que ciudades pequeñas por ejemplo la ciudad de Milagro se ve afectada por olores poco agradables que provienen de una de las compañías que se encuentran alojadas en esta localidad, la cual no ha sido oficialmente identificada puesto que la negligencia de las autoridades de esta ciudad ha sido más notoria desde que apareció este inconveniente.

Por tal motivo surge la necesidad de poder medir el nivel de contaminación que posee la ciudad de Milagro, verificar cuales son los niveles de toxicidad que se poseen y sobre todo el efecto que tendrá esto en la salud de los pobladores, con el objetivo de poder presentar formas en las que se puedan aplicar los reglamentos ya establecidos para el mejoramiento de la calidad de aire que se debería poseer en el planeta.(EMOV, 2017)

Objetivo general

Crear un prototipo de sensor de aire mediante un dispositivo basado en Arduino para medir la calidad del aire de la ciudad de Milagro.

Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de sensores que se pueden usar en un sistema para medir la calidad del aire.
- Desarrollar un sistema que detecte el nivel de contaminación que tiene el aire de la ciudad.
- Determinar los tipos de conexiones que tiene el sensor con la base de datos.
- Realizar un diagnóstico de los niveles de contaminación que posee el aire.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1. Contaminación Del Aire.

Uno de los problemas que mayor importancia representa en el mundo es la contaminación ambiental, este problema se encuentra presente en todas partes del mundo ya que se han generado grandes cambios en el mundo, se han empezado a evidenciar cambios radicales en el clima acompañado de fenómenos naturales que antes no se presenciaban con tanta frecuencia como hoy en día y que han tenido repercusiones en la seguridad y sobre todo en la salud de la población.(Gaviria, Carlos, Muñoz, Juan, & Gabriel, 2012)

A medida que pasan los años millones de personas desarrollan nuevas enfermedades respiratorias debido a la cantidad de contaminación que se encuentra presente en el aire, ya sea por las industrias que al expulsar sus desechos o gases por combustiones generan más contaminación por tanto químico que se utiliza para realizar todos los productos que se comercializan y se distribuyen a la sociedad, aun mas las industrias automovilísticas que no controlan los gases que emanan los vehículos por la combustión de estos , se contamina el ambiente ya que todos esos residuos quedan en el aire y la acumulación de los mismos son los que están provocando tantos daños en el ser humano.(Abrutzky, Dawidowski, Murgida, & Natenzon, 2014)

Como las industrias no controlan todas las emanaciones de químicos y de gases que están produciendo comienzan a infringir en varias normas regulatoria que las organizaciones encargadas de preservar el nivel de pureza del aire han predispuesto para la regularización de todas estas organizaciones, por lo cual al no tomar medidas de control sobre estas emanaciones se sigue causando severos daños al ecosistema que acoge a la vida humana y a su vez atentamos contra nuestra propia salud.(Moreno, Francisco, & Toste, 2005)

La sociedad en general por querer generar mayor crecimiento económico y mayor desarrollo de actividades industriales en todos los campos que requieren generar producción de forma más rápida para poder abastecer el mercado demandante que se tiene hoy en día, estas

industrias son minería, agricultura e industria, todas estas industrias están consumiendo más combustibles con el fin de acelerar su producción, han alterado las practicas agropecuarias y por consiguiente han incrementado el uso de químicos para que su producción se encuentre en el mercado en el menor tiempo posible, haciendo que este problema que hemos creado desde hace varios años atrás sea más y más grande cada día.(Pellicer, 2013)

2.2. Gestión De La Contaminación Atmosférica.

Una administración adecuada de la contaminación atmosférica, junto con iniciativas e incorporación de tecnologías permitirían realizar reducciones en los niveles de contaminantes que se están arrojando al ambiente por nuestra propia negligencia, como son gases y agentes biológicos que son aquellos que más afecciones a la salud ocasionan ya que se encuentran grandes acumulaciones de estos en el aire día a día, de ahí que se generan aquellas enfermedades como son problemas respiratorios sobre todo en niños de corta edad, cáncer y enfermedades cardiacas por consecuencia de inconvenientes respiratorios.(WHO, 2012)

La vida animal y de las plantas se ha visto afectada también por nuestra contaminación tanto en la tierra como a nivel de aire, ya que la contaminación está presente en todo el planeta, estos problemas de desechos tóxicos arrojados sin precauciones han ocasionado que la vida vegetal y animal no logren el desarrollo adecuado que por naturaleza le corresponde, la importancia de la gestión ambiental debe convertirse en una prioridad para poder mejorar el mundo en el que vivimos.(Celis, 2008)

Los países que más involucrados se ven en estos excesos de contaminaciones son aquellos países que se encuentran en vías de desarrollo e innovaciones tecnológicas, al ser de esta forma surge más contaminación porque quieren incorporar sistemas y procesos con el fin de que todo esto en conjunto hagan que su producción y comercialización sean más eficiente, pero al hacer todo esto no tienen las debidas precauciones sobre el manejo y despojo de los residuos que estos pueden generar tanto durante su fabricación e incluso aún más después con su uso cotidiano en la sociedad.

Pero a todo esto existe una gran interrogante y es como se puede calcular la cantidad de contaminación que se tiene en el aire, y desde hace pocos años se han creado estaciones meteorológicas en cada país del mundo, estas estaciones permiten hacer un seguimiento de los niveles de contaminación que se encuentran en el aire, ya que miden todas las concentraciones de agentes contaminantes que son expulsados día a día por industrias y demás residuos químicos no administrados adecuadamente posterior a su uso. (Rosales-Castillo, Torres-Meza, Olaiz-Fernández, & Borja-Aburto, 2001)

Estas estaciones utilizan métodos geo estadísticos para predecir incluso que niveles de contaminación de dióxido de nitrógeno se acumularan en el ambiente, ya que este es una de las sustancias más peligrosas que se encuentran para la vida humana, y es una de las más expulsadas por consecuencia de los combustibles que utilizan los vehículos.

Para saber qué grado de contaminación posee el aire que respiramos existe el índice de calidad del aire, el índice de calidad es una escala numérica entre 0 y 500 con rangos intermedios que se representan en varios colores, mientras más altos sean los valores del índice mayor es el nivel de contaminación que se presente en determinada ciudad donde se haya realizado la prueba, los valores de Índice de Calidad del Aire (ICA) son valores que se toman para medir índices de contaminación diaria, el rango máximo asignado acorde a cada ciudad suele ser de un valor de 100 para cada contaminante en el aire y esto significa que los niveles ya son considerados altos y se deben tomar medidas para la reducción de los mismos, por lo cual el rango manejado en ciudades pequeñas esta entre 0 a 100.

Según el autor (Corvalán, 1998) los contaminantes que más se consideran son:

Tabla 1: Tabla de los contaminantes presentes en el ambiente
Fuente: (Corvalán, 1998)

CONTAMINANTES	NOMECLATURA
• Dióxido de Nitrógeno	(NO ₂)
• Dióxido de azufre	(SO ₂)
• Partículas sedimentables	(PS)
• Material particulado con diámetro menor a 10µm	(MP ₁₀)
• Material particulado con diámetro menor a 2.5µm	(MP _{2.5})
• Monóxido de carbono	(CO)
• Ozono	(O ₃)

Si los valores de estas sustancias se encuentra entre 0 a 50 se considera que las condiciones son aceptables, el rango de 51 a 100 se consideran medidas de reducción de contaminación puesto que este rango es regulable, de 101 a 150 el nivel de contaminación se considera dañino para la salud y superando el rango de 151 son niveles tóxicos de contaminación.(Gaitán, Cancino, & Behrentz, 2007)

Contaminante	Norma Vigente
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Promedio anual 40 µg/m ³ Promedio en 1 hora 200 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	Promedio en 24 horas 125 µg/m ³ Promedio anual 60 µg/m ³ Promedio en 10 minutos 500 µg/m ³ 1 mg/cm ² durante 30 días
Partículas sedimentables (PS)	
Material particulado con diámetros menor 10 µm (MP ₁₀)	Promedio anual 50 µg/m ³ Promedio en 24 horas: 100 µg/m ³
Material particulado con diámetros menor 2.5 µm (MP _{2.5})	Promedio anual 15 µg/m ³ Promedio en 24 horas: 50 µg/m ³
Monóxido de carbono (CO)	Promedio en 8 horas:10 000 µg/m ³ Promedio en 1 hora: 30 000 µg/m ³
Ozono (O ₃)	Promedio en 8 horas: 100 µg/m ³

Ilustración 1: Cuadro de Índice de Calidad del Aire con valores permitidos
Fuente: Informe del índice de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca (pag.32)
(Ortiz, 2018)

En la ilustración 1 del informe anual correspondiente al 2015 extraído del informe del índice de calidad de la ciudad de Cuenca del autor (Ortiz, 2018), donde se detallan todos los contaminantes que se presencian en el ambiente y la norma permitida para cada uno de ellos, aquí se mide partículas de Ozono (O₃), partículas sedimentables (PS), material particulado con diámetro menor a 10 µm (PM₁₀), material particulado con diámetro menor a 2,5 µm (PM_{2.5}), partículas de monóxido de carbono (CO), partículas de dióxido de azufre (SO₂), partículas de dióxido de nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), todos estos contaminantes son medidos en microgramos/metro cúbico (ug/m³) ya que así se mide la concentración o un rango de tolerancia de dichas componentes para conocer la toxicidad del ambiente y sus efectos en la salud humana. (Suarez, 2018, p. 20)

Rango	Categoría	CO ^a	O ₃ ^b	NO ₂ ^c	SO ₂ ^d	PM _{2.5} ^e	PM ₁₀ ^f
0-50	Nivel deseable	0-5000	0-50	0-100	0-62.5	0-25	0-50
51-100	Nivel aceptable	5001-10000	51-100	101-200	63.5-125	26-50	51-100
101-200	Nivel de precaución	10001-15000	101-200	201-1000	126-200	51-150	101-250
201-300	Nivel de alerta	15001-30000	201-400	1001-2000	201-1000	151-250	251-400
301-400	Nivel de alarma	30001-40000	401-600	2001-3000	1001-1800	251-350	401-500
401-500	Nivel de emergencia	>40000	>600	>3000	>1800	>350	>500

Ilustración 2: Tabla de rangos de los contaminantes presentes en el aire.
Fuente: Índice de Calidad del Aire
(Ortiz, 2018)

En la ilustración 2 extraída del Informe de Índice de Calidad del Aire del autor (Ortiz, 2018) podemos presenciar los rangos de cada contaminante en los cuales se denota que al Monóxido de Carbono (CO) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 8 horas, Ozono (O₃) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 8 horas, Dióxido de Nitrógeno (NO₂) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 1 hora, Dióxido de Azufre (SO₂) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 24 horas, material particulado con diámetro menor a 2,5 µm (PM_{2.5}) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 24 horas, material particulado con diámetro menor a 10 µm (PM₁₀) se mide por concentraciones máxima en un promedio de 24 horas.

2.3. Clases y Tipos de contaminantes atmosféricos

Para poder determinar los índices de contaminación que existen en el aire, primero se deben detallar las clases de contaminación a la que se enfrenta la sociedad y el planeta en el que habitamos, los contaminantes atmosféricos se clasifican en partículas de suspensión como son polvo, humo y se clasifican también en contaminantes gaseosos como son los gases y vapores que se emanan de diversos químicos. (Gómez Pérez, Manzanillo, Vásquez Frías, & Quintana Pérez, 2014)

Los contaminantes más frecuentes que se presentan en el aire son gases de motores, cenizas de quema de productos, humo de metales para construcción, niebla acida producida del ácido sulfúrico, niebla de pesticidas usados en el sector agrícola, todas estas partículas como ya se

mencionó anteriormente produce muchos daños a la salud como son problemas respiratorios, cáncer y destrucciones a la vida animal y vegetal. (Spiegel & Maystre, 1998)

Según los resultados arrojados por el Ministerio del Ambiente en su informe de Índice de Calidad del Aire (EMOV, 2017) se presentan diversos contaminantes que son producidos y arrojados al aire como son Ozono, Monóxido de Carbono, Plomo, Partículas suspendidas, Arsénico, Asbestos, entre otras sustancias y están son producidas gracias a:

- **Ozono:** el ozono proviene del tráfico de los vehículos, de las industrias y de los sistemas de climatización (aire acondicionado).(Aránguez et al., 1999)
- **Monóxido de carbono:** el monóxido de carbono es un gas que carece de olor y color, está presente en la combustión de los automóviles, cocina de gas y sistemas de calefacción.(Aránguez et al., 1999)
- **Plomo:** el plomo se encuentra en forma de partículas finas en el aire y se encuentra en pilas, baterías y residuos industriales que no se han manejado adecuadamente al momento de desecharlos(Aránguez et al., 1999)
- **Partículas suspendidas:** las partículas suspendidas son residuos de cuerpos solidos o incluso líquidos que se encuentran esparcidos en la atmosfera, y son generadas por la quema de carbón, o incluso por actividades volcánicas(Aránguez et al., 1999)
- **Arsénico:** el arsénico es una sustancia tóxica que se encuentra en las cortezas de determinados árboles y que se esparce de forma natural al aire.(Aránguez et al., 1999)
- **Asbestos:** el asbesto se encuentra en la naturaleza y esta sustancia es resistente al calor y corrosión y al ser inhalado por el ser humano presenta varios problemas respiratorios.(Aránguez et al., 1999)
- **Benceno:** el benceno es una de las sustancias químicas que más se utilizan ya que a través de esta se producen productos como resinas, plásticos, lubricantes, gomas, detergente, pesticidas y ciertos medicamentos. (Aránguez et al., 1999)

- **Metano:** el metano se encuentra en las explotaciones agropecuarias ya que por lo general se encuentra presente en los rumiantes.(Aránguez et al., 1999)
- **Dióxido de azufre:** el dióxido de azufre se genera en la combustión de fósiles y derivados del petróleo. (Aránguez et al., 1999)
- **Dióxido de carbono:** el dióxido de carbono es un gas incoloro y soluble en agua que se compone de átomos de carbón y de oxígeno, está presente en diversos componentes orgánicos como son hidrocarburos o el aire que exhalamos. (Aránguez et al., 1999)

En cuanto a los tipos de contaminantes atmosféricos encontramos varias actividades que realiza la sociedad que dejan residuos de químicos mencionados anteriormente, los cuales se van acumulando en el aire y producen inconvenientes a largo plazo.(López et al., 2014)

- **Hogares:** parece el menor lugar donde se produciría contaminación pero es una de las principales fuentes donde se produce contaminación de aire, puesto que en determinados hogares aún se realiza la preparación de alimentos con hornos de leña y la quema de estas maderas producen sustancias químicas que a ser inhaladas de forma frecuente producen problemas de salud, según estudios se detallan que alrededor de 3 millones de personas fallecen por problemas respiratorios o cardiacos a causa de fallas en su sistema respiratorio por la inhalación de químicos presentes en el aire.
- **Industrias:** la generación de energía para dar comodidad a la sociedad es un factor que ocasiona contaminación, debido a que las centrales eléctricas realizan la quema de árboles como combustibles para la generación de electricidad y otras utilizan combustibles para el mismo propósito dejando residuos de gases contaminantes en el ambiente que provocan problemas de salud, debido a los daños que se han ocasionado en el planeta es que ahora 82 de 193 países han optado por el uso de energías renovables que administran energía eficiente, limpia que permite controlar la contaminación existente.(Rosenthal, Adjunto, & Massad, n.d.)

- **Transporte:** el transporte también es uno de los medios que más contaminación generan debido a que el consumo de los vehículos es combustible y al quemar el motor este combustible produce residuos y gases que poseen químicos de la combustión que realizan ocasionando daños severos al medio ambiente. .(WHO, 2012)
- **Agricultura:** el sector agrícola produce beneficios para la vida humana, pero para la obtención de los productos que se consumen se utilizan varios químicos ya sea para preservación de las cosechas como para una mejor producción de las mismas, la emisión de metano produce ozono que es una de las sustancias que hace que se proliferen las enfermedades asmáticas en la población. .(del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, & Palacio Estrada, 2014)

Pero no toda la contaminación que se presenta es producida por el ser humano ya que hay varios fenómenos naturales que producen residuos que se quedan en el aire como son las erupciones volcánicas, y varios procesos naturales que también afectan la calidad de aire que se respira día a día, el fenómeno que más inquietante puede resultar son las tormentas de arena, puesto que están pueden viajar millas y millas de distancia llevando consigo agentes patógenos y sustancias que pueden resultar dañinas para la salud humana.

2.4. Plataforma Arduino

Arduino es una plataforma de código abierto basado en hardware y software fáciles de adquirir y de usar, con diversos tipos de sensores que pueden realizar diversas funciones en el entorno que los rodea, al ser de código abierto este tipo de lenguaje permite realizar varios sistemas acorde a la imaginación del usuario, esta plataforma posee varias tarjetas programables que pueden ser detectadas por una computadora mediante un cable USB para inserción de código que será cargado en la misma.(Vargas-Manuel, Castillo-Georgina, & Brambila-Alfredo, 2015)

2.5. Sensor de Calidad de Aire

El sensor de calidad permite realizar un control de calidad debido a que detecta la contaminación que se encuentra en el medio ambiente, se lo suele instalar en sistemas de control de hogares, oficinas, e industrias de producción de químicos con el fin de detectar y evitar contaminaciones aeróbicas que resultan dañinas para la salud humana.

El funcionamiento de este sensor es detectar concentraciones de gases en los porcentajes que se encuentran en el ambiente, los principales gases que se detectan con este sensor son Amoniaco (NH_3), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), alcohol, benceno, humo, los cuales son los más nocivos para la salud.(Zuvirie, 2017)

El sensor que se utilizara para este proyecto será el sensor MQ-135 este posee un microtubo de cerámica recubierto de óxido de aluminio con dióxido de estaño, además integra un electrodo de medida y un calentador que se encuentran fijados a la estructura del sensor de forma física, dando así la facilidad que el sensor se active y detecte los gases en su expresión de partes por millón (ppm), todos estos datos son tomados por los pines que posee el sensor, los cuales 4 son los que captan la información y los dos pines restantes obtienen la energía que hará que el microtubo se logre elevar de temperatura.(Zuvirie, 2017)

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.1. Sensores MQ.

Los sensores MQ son sensores electroquímicos que dependiendo de la resistencia que tengan detectaran diversos gases que se encuentren en el ambiente, posee un calentador que aumenta la temperatura del sensor de forma interna y con esto el sensor va a detectar los gases que se encuentren en el ambiente generando una variación en el valor de la resistencia, variando entre 5 y 2 voltios dependiendo del modelo del sensor, los diversos tipos de sensores MQ-2, MQ-3, MQ-7, MQ-135. (Palacios, Jesús; Falcón, Nelson; Muñoz, 2015)

- **Sensor de gas combustible MQ-2:** este sensor detecta gases de Gas Licuado de Petróleo (GLP), Propano, Metano (CH₄), Humo.(ARDUINO, 2013a)



Ilustración 3: Sensor MQ-2
Fuente: Sensores Arduino(ARDUINO, 2013b)

- **Sensor de Alcohol MQ-3:** este sensor detecta alcohol con mayor sensibilidad que los demás sensores, además detecta de Gas Licuado de Petróleo (GLP), Hexano, Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH₄) en sensibilidad baja. (Oficial Arduino, 2015)



Ilustración 4: Sensor MQ-3
Fuente: Sensores Arduino (ARDUINO, 2013b)

- **Sensor de Monóxido de Carbono MQ-7:** este sensor es muy sensible al Monóxido de Carbono (CO) y al Hidrogeno (H₂). (ARDUINO, 2013b)



Ilustración 5: Sensor MQ-3
Fuente: Sensores Arduino (ARDUINO, 2013b)

- **Sensor de Calidad de aire MQ-135:** este sensor controla la calidad del aire en los ambientes interiores como oficinas, industrias donde se crean químicos entre otros, detectan Amoniac (NH₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Carbono (CO₂), alcohol, benceno, humo.(ARDUINO, 2013b)



Ilustración 6: Sensor MQ-3
Fuente: Sensores Arduino(ARDUINO, 2013b)

3.2. Sensores para monitoreo de calidad de aire.

Hay diversos sensores que permiten a los usuarios controlar niveles de contaminantes presentes en determinados espacios físicos ya sean casas, departamentos o áreas industriales que requieran monitoreo de forma permanente de los componentes que se encuentran en el ambiente, para estos requerimientos se encuentran varios sensores que cumplen con la detección de componentes específicos y otros más completos para personas o industrias que lo requieran así, entre los cuales tenemos:

- **Sharp GP2Y1010 :** El Sharp es un sensor de detección de polvo/humo que no posee un coste elevado, cuenta con un led infrarrojo que emite una luz y que gracias a esto puede detectar mediante un fototransistor y por medio del pulso de la tensión que se produce en la salida y así percibir las partículas finas como es el humo y las partículas de polvo que se encuentren presentes en el ambiente, posee muchas

aplicaciones pero entre las principales está presente en los purificadores de aire, en aire acondicionados y en los monitores de calidad de aire (Sharp, 2015)



Ilustración 7: Sensor de medición de calidad de aire (humo/polvo)
Fuente: Aplicación de sensor de medición de contaminantes (Advanced Sensors, 2000)

- **El Telaire T6613:** Es un módulo de sensor que detecta CO₂, es un sensor diseñado para poder realizar estas detecciones en espacios externos, mide las concentraciones de dióxido de carbono hasta 2000 y 5000 ppm, si se requiere mediciones más amplias de este contaminantes se deberá usar otro sensor de la misma marca pero una serie más expandible.(Advanced Sensors, 2000)

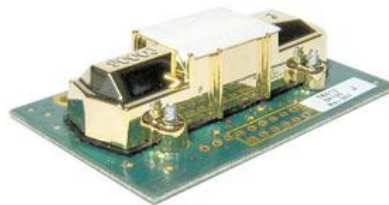


Ilustración 8: Sensor para medición de CO₂
Fuente: Módulo de sensor de CO₂

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Los instrumentos que se requieren para la realización de este proyecto son:

- **Tarjeta Arduino Uno:** es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328, esta placa cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas de Modulación por ancho de pulsos y otras 6 son entradas analógicas, esta placa incluye un resonador cerámico de 16 MHz, conector USB, conector de alimentación y botón de reseteo, para poder usarlo se lo conecta por medio de cable USB al ordenador y se puede empezar a interactuar con él.



Ilustración 9: Placa Arduino Uno
Fuente: Elaboración Propia

- **Tarjeta Arduino Ethernet:** la diferencia entre la placa Arduino Uno y Arduino Ethernet es que esta permite que se pueda conectar el Arduino a una red Ethernet, ya que este chip posee una pila de red que soporta TCP y UDP, inclusive logra soportar hasta 4 conexiones de sockets de forma simultánea, esto permite leer y escribir los flujos de datos que pasaran por el puerto Ethernet.

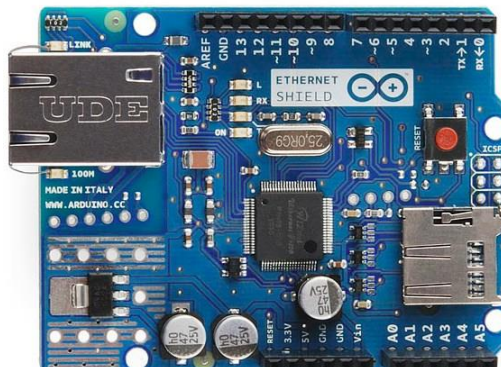


Ilustración 10: Placa Arduino Ethernet
Fuente: Elaboración Propia

- **Sensor MQ-7:** el MQ-7 es un sensor que se utiliza para la detección de monóxido de carbono (CO) ya que con él se puede medir la concentración de este gas en el aire.



Ilustración 11: Sensor MQ-7
Fuente: Elaboración Propia

- **Sensor MQ-135:** El MQ-135 es un sensor que se utiliza para medir y controlar la calidad de aire ya que permite la detección de NH₃ (amoníaco), NO_x, alcohol, benceno, humo, CO₂, todos estos elementos son gases tóxicos que provocan daños a la salud de las personas y que deben mantenerse bajo control.



Ilustración 12: Sensor MQ-135
Fuente: Elaboración Propia

Se eligieron estos sensores debido a que según el autor (Corvalán, 1998) los contaminantes que se presentan en el aire determinados en la Tabla 1 pueden ser detectados por el sensor MQ-135 y el MQ-7, ya que estos sensores captan todos los componentes que se requieren para analizar la calidad del aire.

4.1. Codificación para generar permisos para conexión a base de datos.

Con este fragmento de codificación en el lenguaje de Arduino se da acceso a la interacción entre Arduino Uno y Mysql.

```
-----  
-- PERMISOS DE CONEXION A LA BASE DE DATOS  
-----  
  
CREATE USER 'awsp'@'localhost' IDENTIFIED BY 'secret-pwsd';  
CREATE USER 'awsp'@'%' IDENTIFIED BY 'secret-pwsd';  
GRANT ALL PRIVILEGES on *.* to 'awsp'@'localhost' WITH GRANT OPTION;  
GRANT ALL PRIVILEGES on *.* to 'awsp'@'%' WITH GRANT OPTION;
```

Ilustración 13: Codificación de Permisos para conexión a base de datos.
Fuente: Elaboración Propia

Este fragmento genera la conexión a la base de datos de Mysql

```
module.exports = {  
  database: {  
    host: 'localhost',  
    user: 'awsp',  
    password: 'secret-pwsd',  
    database: 'DB_ELEMENT'  
  },  
}
```

Ilustración 14: Conexión a base de datos de Mysql
Fuente: Elaboración Propia

4.2. Codificación en Arduino de sensores MQ

Se incorporan las librerías con el include y se detallan los parámetros para que pueda funcionar el Arduino Ethernet, con el char ServerName se establece el IP para el funcionamiento de la placa Ethernet, con el ServerPort se establece el puerto para la conexión con la placa Ethernet.

```
#include <SPI.h>  
#include <Ethernet.h>  
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };  
char serverName[] = "192.168.1.124";  
int serverPort = 80;  
EthernetClient client;
```

Ilustración 15: Codificación de Librerías
Fuente: Elaboración Propia

Con este fragmento de código se establece la inicialización del Arduino con el serial.begin (9600) y se inicia la verificación con el mac que se estableció en 0 en la parte de arriba, en el void loop se inician y se establecen los valores en el puerto analógico para los sensores que se utilizarán en este proyecto.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    while (true);
  } else {
    Serial.println(Ethernet.localIP());
  }
  Serial.println("iniciando Sistema");
}

void loop() {
  int adc_MQ135 = analogRead(A1);
  int adc_MQ7 = analogRead(A0);
  insertToDb(1, adc_MQ135);
  insertToDb(2, adc_MQ7);
  delay(5000);
}
```

Ilustración 16: Codificación de inicialización de Arduino.
Fuente: Elaboración Propia

Con este fragmento de código se realiza la captura de los valores que se encuentran establecidos en sensor y value, posterior a la obtención de estos valores hace una comparación entre la url que se encuentra en el sensor con la url que extrajo en la parte de arriba de la codificación, luego hace la verificación y arroja un mensaje de conexión establecida o viceversa mediante el monitor serial, con el IF verifica si el ServerName y el ServerPort son correctos y luego de estos se imprimirá el HTTP, ServerName, PostData, para saber que la conexión es correcta caso contrario enviara mensaje de error.

```
void insertToDb(int sensor, int value) {
  String postData = "sensor=";
  postData = postData + sensor ;
  postData = postData + "&valor=" ;
  postData = postData + value ;
  Serial.println(postData);
  String url = "POST /elemento/api/event/";
  Serial.println("connecting...");
  if (client.connect(serverName, serverPort)) {
    Serial.println("connected");
    client.print(url);
    client.println(" HTTP/1.1");
    client.print("Host: ");
    client.println(serverName);
    client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");
    client.println("Connection: close");
    client.println("User-Agent: Arduino/1.0");
    client.print("Content-Length: ");
    client.println(postData.length());
    client.println();
    client.println(postData);
    Serial.println("insert complete");
  } else {
    Serial.println("connection failed");
  }
  client.stop();
}
```

Ilustración 17: Codificación de Arduino para establecer conexión
Fuente: Elaboración Propia

Posterior a la verificación de la Url, se realiza la verificación del sensor, valor, creador, luego por medio de una sentencia de la tabla elemento se verifica los rangos para los sensores, posterior a esto se extrae el nombre del elemento para así realizar la inserción a la tabla elemento evento.

```
router.post('/api/event/', async (req, res) => {
  let sensor = req.body.sensor;
  let valor = req.body.valor;
  let createdBy = 'mac';
  let createdAt = new Date();
  if (!valor) {
    console.log("No se envia valor");
    return res.send({ error: true, message: 'No se envia valor' });
  }
  if (!sensor) {
    console.log("No se envia sensor");
    return res.send({ error: true, message: 'No se envia sensor' });
  }
  const element = await pool.query('SELECT * FROM ELEMENT where ? >= init and ? <= end and sensor = ?', [valor, valor, sensor]);
  if (element.length > 0) {
    for (var i = 0; i < element.length; i++) {
      elemento = element[i].ID_ELEMENT;
      let elementEvento = {
        element_id: elemento,
        value: valor,
        created_by: createdBy,
        created_at: createdAt
      };
      console.log("inserta: " + elementEvento);
      if (!elementEvento) {
        return res.status(400).send({ error: true, message: 'Debe enviar un elemento evento' });
      }
      const insert = await pool.query("INSERT INTO ELEMENT_EVENT SET ? ", elementEvento);
    }
    return res.send({ error: false, message: 'Evento ha sido creado' });
  }
  return res.send({ error: true, message: 'Sin evento' });
});
```

Ilustración 18: Codificación para verificaciones de sensor y valores
Fuente: Elaboración Propia

Fragmento de codificación completa

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
char serverName[] = "192.168.1.124";
int serverPort = 80;
EthernetClient client;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    while (true);
  } else {
    Serial.println(Ethernet.localIP());
  }
}
void loop() {
  int adc_MQ135 = analogRead(A0);
  int adc_MQ7 = analogRead(A1);
  insertToDb(1, adc_MQ135);
  insertToDb(2, adc_MQ7);
  delay(8000);
}
void insertToDb(int sensor, int value) {
  String postData = "sensor=";
  postData = postData + sensor ;
  postData = postData + "&valor=" ;
  postData = postData + value ;
  Serial.println(postData);
  String url = "POST /elemento/api/event/";
  Serial.println("connecting...");
  if (client.connect(serverName, serverPort)) {
    Serial.println("connected");
    client.print(url);
    client.println(" HTTP/1.1");
    client.print("Host: ");
    client.println(serverName);
    client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");
    client.println("Connection: close");
    client.println("User-Agent: Arduino/1.0");
    client.print("Content-Length: ");
    client.println(postData.length());
    client.println();
    client.println(postData);
    Serial.println("insert complete");
  } else {
    Serial.println("connection failed");
  }
  client.stop();
}
```

4.3. Esquema de conexiones de placa Arduino.

Para los sensores que se integran a la placa Arduino se presenta la siguiente conexión:

- Para el sensor MQ-7 se conectó al puerto analógico 0.
- Para el sensor MQ-135 se conectó al puerto analógico 1.
- El sensor MQ-7 genera un puenteo GND/VCC al sensor MQ-135 en la misma entrada del sensor MQ-7.
- Posterior al puenteo de los sensores, el MQ-135 se conecta al Arduino.

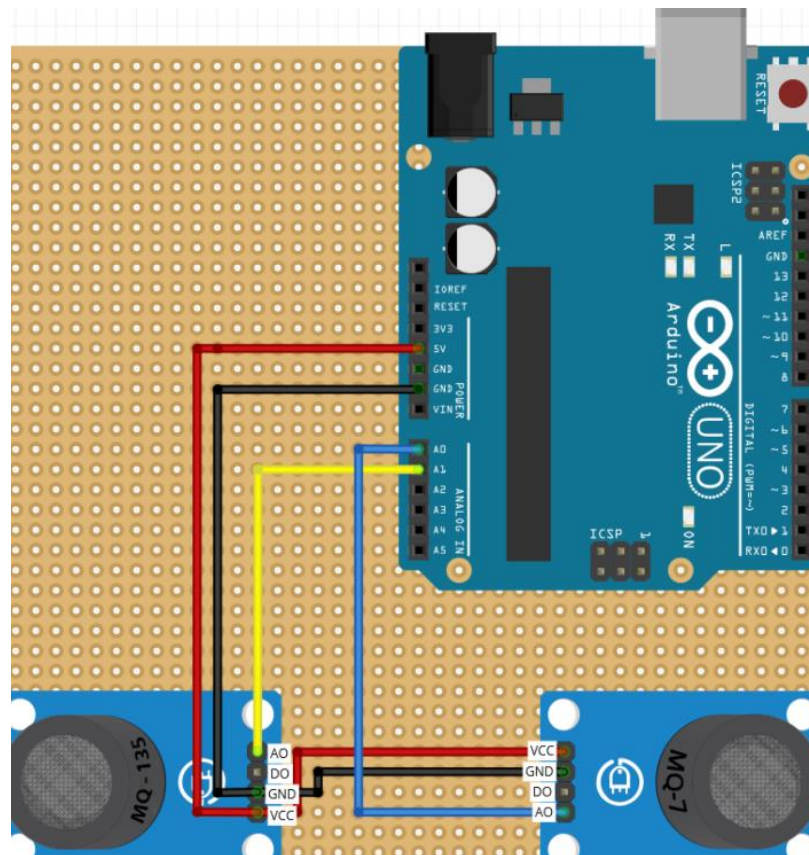


Ilustración 19: Esquema de conexiones de la placa Arduino con los sensores.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Base de datos de elementos.

En el esquema que se presenta a continuación se establecen las tablas donde se alojara la información que los sensores recabaran durante su interacción con el medio ambiente, en la tabla db_element element_history se almacenan los elementos registrados al momento que se aplica guardar en el sistema, la tabla db_element element registra los elementos que captan los sensores, tabla db_element element_evente capta y almacena los valores de los sensores con su respectivo elemento.

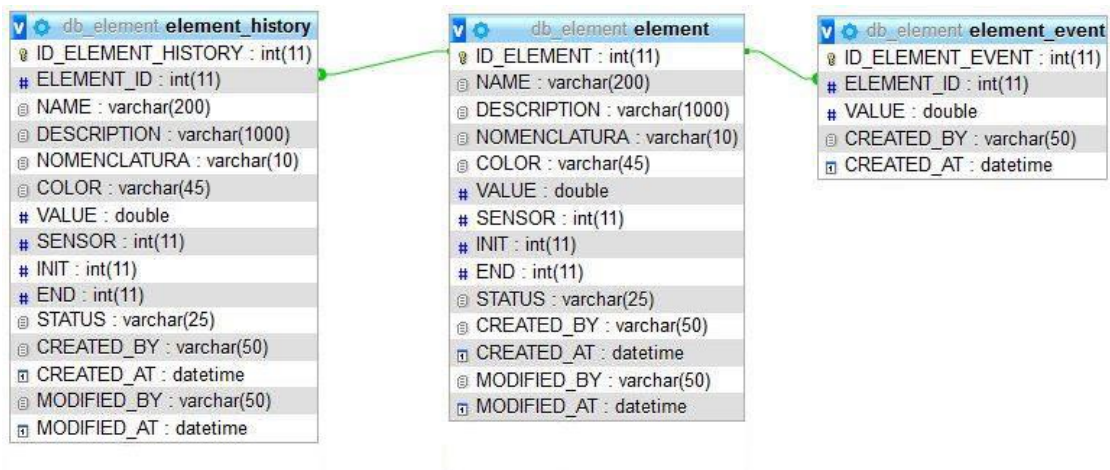


Ilustración 20: Esquema de base de datos de los sensores
 Fuente: Elaboración Propia

Lenguajes y programas usados para la elaboración del proyecto.

- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación que se utiliza del lado del cliente que forma parte de un navegador web permitiendo así que se puedan dar mejoras a la interfaz del usuario y a las páginas web dinámicas, además de crear programas que son orientas a objetos complejos y así poder interactuar con el usuario de mejor forma.(Menéndez, 2013)
- **Lenguaje Arduino:** El lenguaje Arduino tiene bases de lenguaje C++, por lo cual sus referencias pueden ser usadas por Arduino al igual que ejecutar comando de C++.
- **Framework Node js:** Node.js es un código abierto que pertenece al lenguaje de JavaScript, fue diseñado principalmente para generar aplicaciones web para poder ser altamente optimizadas, este es un entorno que trabaja del lado del servidor y se basa en eventos, Node ejecuta al lenguaje de JavaScript por medio del motor V8 para navegadores que fue desarrollo por la empresa Google, proporcionando así un entorno de ejecución del lado del servidor que compila a grandes velocidades.(López, 2016)
- **Visual code:** Visual Code es un editor de texto de versión gratuita que permite interactuar con diversos lenguajes de programación y es compatible con todos los

sistemas operativos y es personalizable a gusto del programador para que el entorno sea customizado a sus preferencias.(Aeschlimann, 2018)

- **MySQL:** este es un sistema de gestión de base de datos, es un software de código abierto que posee contenidos dinámicos, sencillo de usar y de entender por cualquier programador, posee conexión con múltiples aplicaciones que permiten que sea funcional en la creación de base de datos para aplicativos, posee robustez y velocidad de procesamiento de datos, siendo portable y aprovechando el potencial de los sistemas de multiprocesos de forma óptima.(Toledo, 2015)

Gráfico de los datos capturados por los sensores

En el grafico se detalla los datos obtenidos en tiempo real de los contaminantes como son dióxido de carbono, monóxido de carbono, en el cual se puede observar que hay grandes cantidades de monóxido de carbono (CO), y un rango considerable de dióxido de carbono (CO2)

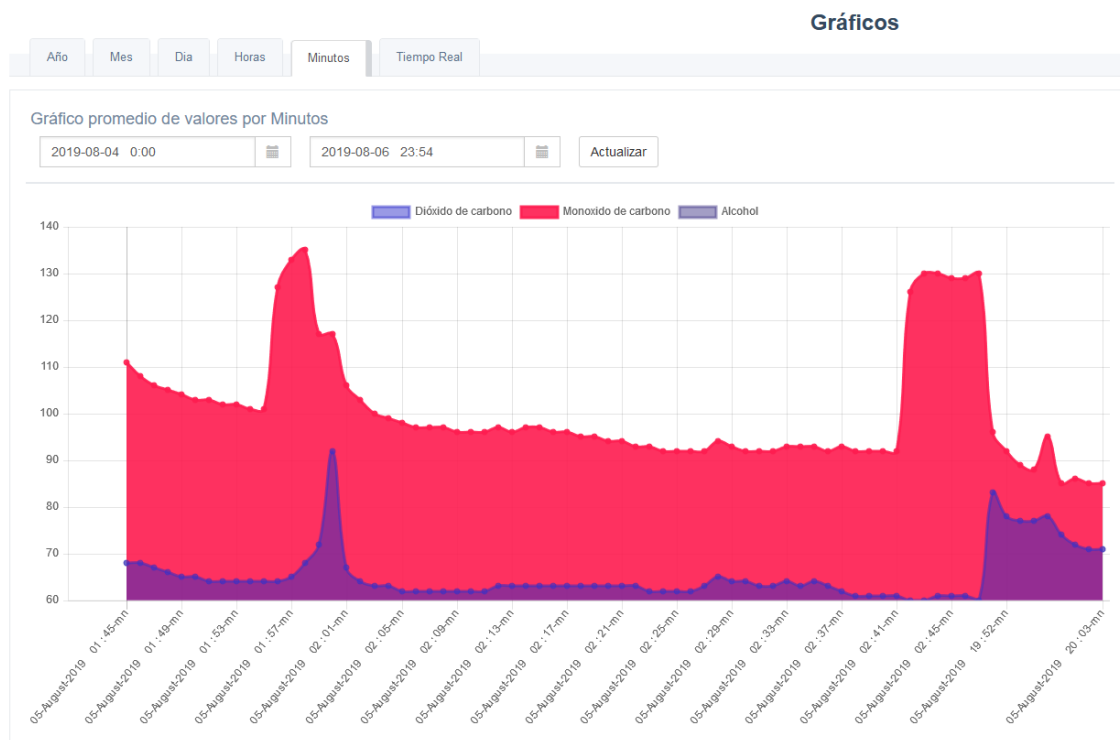


Ilustración 21: Grafico de captura de datos en tiempo real.
Fuente: Elaboración Propia

Los datos fueron capturados en la ciudad de Milagro Avenida Rafael Valdez y Emilio Valdez, aquí se presenciaron niveles altos de monóxido de carbono, se adjunta ubicación en el Google Maps.

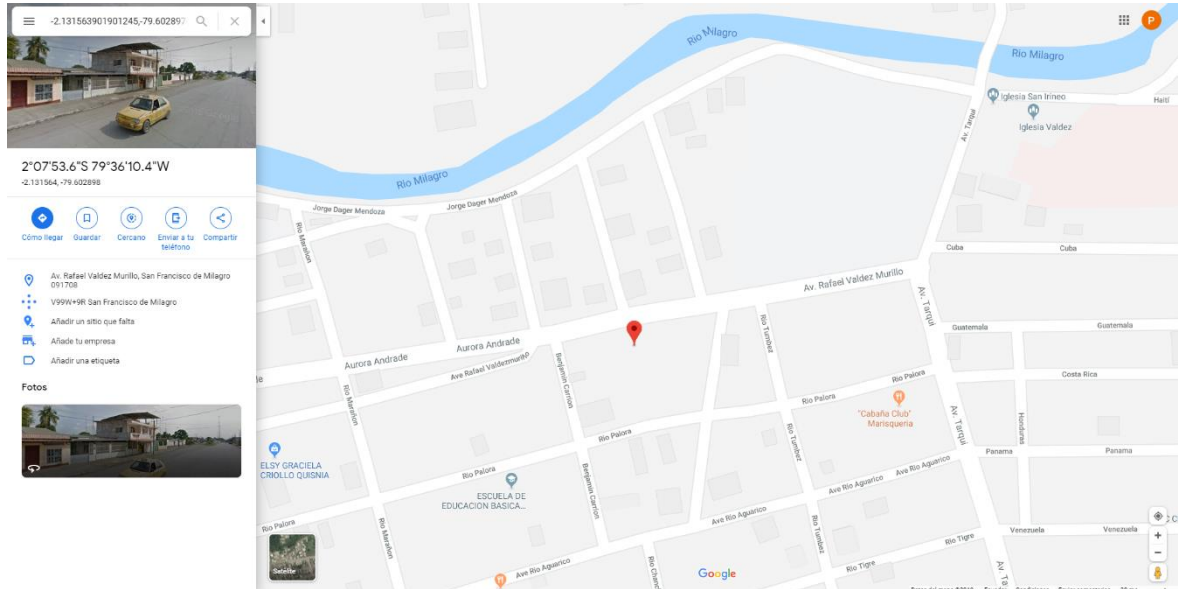


Ilustración 22: Ubicación geográfica del lugar del donde se capturaron los datos
Fuente: Elaboración Propia

A través de este sistema se puede medir la calidad de aire, percibiendo contaminantes que los seres humanos no detectan, se puede establecer rangos óptimos para que los contaminantes se reduzcan mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para el desarrollo de esta propuesta se usaron diversos componentes que permiten que se integren los sistemas y que se pueda desarrollar la aplicación de forma eficiente y funcional, estos costos que se detallaron fueron para la construcción del prototipo del sensor para medición de la calidad del aire.

Tabla 2: Materiales usados para la construcción del prototipo para medir calidad del aire.

Cantidad	Producto	Valor
1	Placa Arduino Uno	\$ 16
1	Placa Arduino Ethernet	\$18
1	Sensor MQ-7	\$7.5
1	Sensor MQ -135	\$7.5
1	baquelita perforada	\$0.80
1	Cable de conexión	\$0.25
TOTAL		\$50.05

Posteriormente presentamos los rubros que el prototipo de calidad de aire consume conectado a una fuente de poder por un periodo aproximado de un mes (30 días) en el cual estuvo conectado las 24 horas, la formula a utilizar fue la siguiente:

$$P = V * I$$

$$P = (110 V)(0.3A)$$

$$P = 33 W$$

$$Pm = P * h * d$$

$$Pm = (33w)(24h)(30)$$

$$Pm = 23760 w/h$$

Donde especificamos:

P= Potencia

V= Voltaje

I= Intensidad

Pm= Promedio al mes

h= Hora

d= Días

Podemos observar que el prototipo consume alrededor de 23760 w/h al mes (30 días);

donde en el Ecuador el costo de 1kw/h es de \$0,09 para lo cual 23760 w/h tenemos que transformar a kw/h.

$$Pm = \left(\frac{23760w}{h}\right) \left(\frac{1kw}{1000w}\right) = 23,76kw/h$$

$$Costo \text{ al mes} = (23,76)(0.09) = \$2,13$$

Tabla 3: Plan de Actividades

PLAN DE ACTIVIDADES			
Actividades	Duración	Comienzo	Fin
Creación de prototipo de sensor de aire con conexión a base de datos basado en Arduino	44 días	lun 10/6/19	jue 8/8/19
Reunión con tutor de propuesta	1 día	lun 10/6/19	lun 10/6/19
Definición de tema de Propuesta Tecnológica	3 días	mar 11/6/19	jue 13/6/19
Establecer objetivos de propuesta tecnológica	7 días	vie 14/6/19	lun 24/6/19
Compra de materiales para prototipo	4 días	mar 25/6/19	vie 28/6/19
Armar prototipo y página web	30 días	sáb 29/6/19	jue 8/8/19
Código Arduino y pruebas	10 días	sáb 29/6/19	jue 11/7/19
Ensamblaje de prototipo	5 días	vie 12/7/19	jue 18/7/19
Levantamiento de la base de datos y pagina web	15 días	vie 19/7/19	jue 8/8/19
Desarrollo de documentación de propuesta tecnológica	30 días	sáb 29/6/19	jue 8/8/19
Introducción, Planteamiento del problema y objetivos	5 días	sáb 29/6/19	jue 4/7/19
Marco Teórico	15 días	vie 5/7/19	jue 25/7/19
Análisis de alternativa de solución	2 días	vie 26/7/19	lun 29/7/19
Desarrollo de propuesta tecnológica	5 días	mar 30/7/19	lun 5/8/19
Análisis técnico y económico de la propuesta	1 día	mar 6/8/19	mar 6/8/19
Correcciones	2 días	mié 7/8/19	jue 8/8/19

CONCLUSIONES

- Posterior al análisis y de determinar los sensores que se usaron para la creación del prototipo para medir la calidad del aire, se analizaron todos los componentes y las características que se requerían para poder integrarlos con los demás componentes del proyecto, logrando así que los sensores cumplan con la función objetivo que es detección de contaminantes en el medio ambiente.
- Se creó un sistema que en conjunto con los sensores MQ integrados permiten detectar y analizar todos los contaminantes que se encuentran en el medio ambiente que se le asigne analizar y de esta forma se puede emitir un diagnóstico de contaminación ambiental para poder tomar medidas que contrarresten estos resultados obtenidos.
- Con la obtención de los datos que recaben los sensores se los alojara en una base de datos para posterior a esto poder analizarlos y tomar acciones ambientales, por lo cual se determinó las conexiones que el sensor tenía con la base de datos para poder así extraer los datos del sistema y alojarlos en la base de datos predeterminada.
- Con los datos alojados en la base de datos se procede a realizar un diagnóstico de los niveles de contaminación que posee el aire de la ciudad de milagro ya que esto interviene en la salud de la población, logrando así cumplir los objetivos entablados en el proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar correctamente los sensores que se usen para la creación de estos sistemas ya que no todos los sensores que se presentan son propicios para la medición de los niveles de calidad del aire, por consiguiente, sin una correcta selección de los mismos no se podrá obtener los contaminantes del ambiente, sino otros tipos de componentes.
- Se recomienda que se analicen adecuadamente los rangos de los contaminantes que se encuentran en el ambiente para así poder establecer cuáles son los niveles de contaminación que se presentan en tiempo real, los rangos de los contaminantes ya se encuentran establecidos por el EMOV, y el Instituto Meteorológico del Ecuador.
- Se recomienda analizar cuál es la base de datos que mejor funcione para poder alojar todos los datos que se recabaran de los sensores, puesto que este monitoreo es constante y los datos son en tiempo real por lo cual es un almacenamiento de grandes cantidades de datos.
- Se recomienda que con los datos obtenidos se compare con la tabla de los rangos aceptables para la calidad del aire óptimo de la ciudad, información dada por el Instituto Meteorológico del Ecuador.

ANEXOS

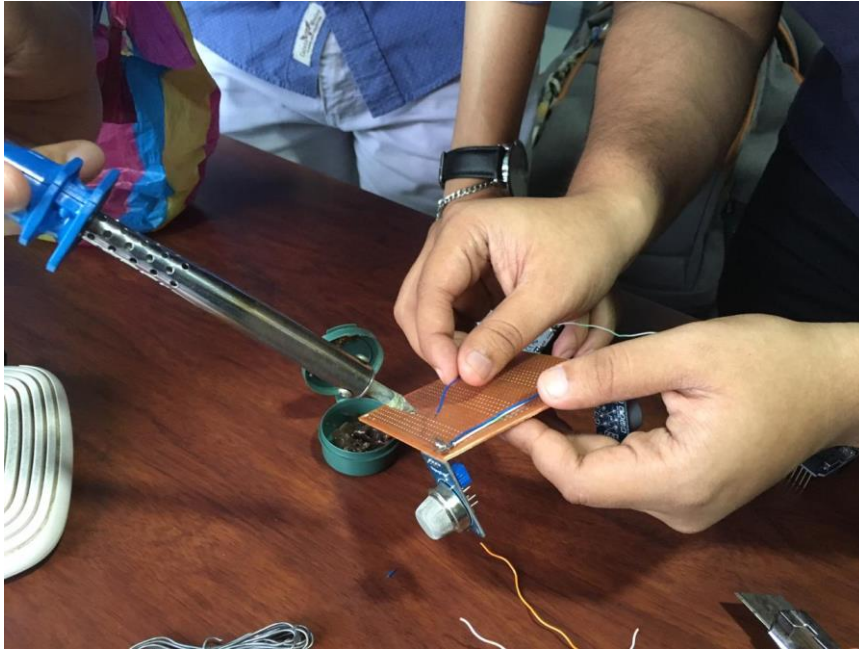


Ilustración 23: Soldado de los sensores y demás conexiones a la baquelita para posterior verificación de interacción entre sensores y tarjeta Arduino.
Fuente: Elaboración Propia

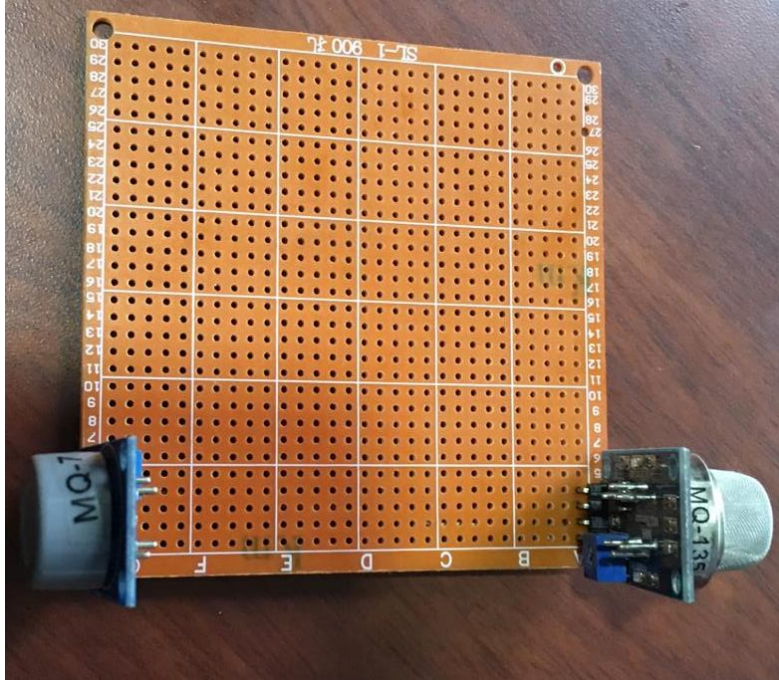


Ilustración 24: Baquelita con los sensores MQ 135 y MQ 7
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 26: Pruebas de los sensores MQ integrados con la tarjeta Arduino
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 25: Revisión de la codificación de los sensores y calibración de los mismos.
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 27: Revisión de la codificación de los sensores y calibración de los mismos.
Fuente: Elaboración Propia

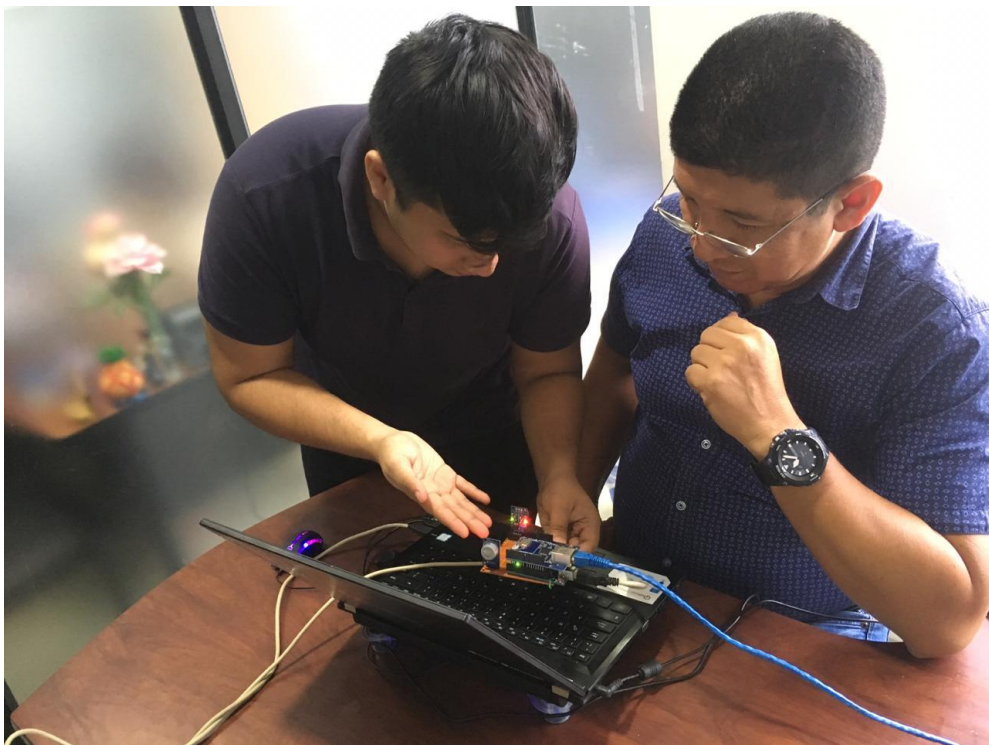


Ilustración 28: Verificación final del prototipo
Fuente: Elaboración Propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrutzky, R., Dawidowski, L., Murgida, A., & Natenzon, C. E. (2014). Contaminación del aire en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: el riesgo de hoy o el cambio climático futuro, una falsa opción. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(9), 3763–3773. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.07472014>
- Advanced Sensors, A. (2000). *Telaire 6613 CO 2 Module*.
- Aeschlimann, M. (2018). *Visual Studio Code*.
- Aránguez, E., María Ordóñez, J., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SU VIGILANCIA. In *Rev Esp Salud Pública* (Vol. 73).
- ARDUINO. (2013a). Arduino - ArduinoBoardUno- Sensores MQ.
- ARDUINO. (2013b). Tutorial sensores de gas MQ2, MQ3, MQ7 y MQ135.
- Celis, A. (2008). *las estaciones meteorológicas, los satélites y las boyas oceánicas a la actividad agropecuaria*.
- Corvalán, R. (1998). Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Santiago. *Ciencia Al Dia*, 1(1), 1–13.
- del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Revista cubana de higiene y epidemiología. In *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* (Vol. 52). Editorial Ciencias Médicas.
- EMOV. (2017). *Informe de calidad de aire*. 2017.
- Estrada A, Gallo M, N. E. (2016). Environmental pollution, it's influence on human begins, in particular: the female reproductive system. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 80–86.
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería #26 Universidad de Los Andes ISSN 0121-4993*, 81–92. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a11.pdf>

- García, B. (2011). Los Índices de Calidad del Aire: Alcances y Limitaciones. *Conciencia Tecnológica*, 74–76. Retrieved from <http://documat.unirioja.es/descarga/articulo/3832437.pdf>
- Gaviria, G., Carlos, F., Muñoz, M., Juan, C., & Gabriel, J. (2012). Contaminación del aire y vulnerabilidad de individuos expuestos : un caso de estudio para el centro de Medellín Air pollution and vulnerability of exposed individuals : the case of. *Contaminantes Del Aire Y Vulnerabilidad De Individuos Expuestos*, 30, 316–327.
- Gómez Pérez, A., Manzanillo, L. A. G., Vásquez Frías, J., & Quintana Pérez, C. E. (2014). Contaminación atmosférica en puntos seleccionados de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana. *Ciencia y Sociedad*, 39(3), 533–557. <https://doi.org/10.22206/cys.2014.v39i3.pp533-557>
- Jimenez, F., & Pulgar, D. E. (2010). Sistema de indicadores de la calidad del aire para puertos marítimos colombianos Air quality indicators system for colombian sea port areas. *Revista Gestión y Ambiente*, 13(3), 37–50.
- Lopez, J. P. (2016). *JavaScript en el Servidor: Node.js*.
- López, M., Reynaldo, A., Autónoma, U., Misael, J., Dirección, S., Molina, A., ... Sánchez De Echazu, V. (2014). *ENVIRONMENTAL IMPACT PRODUCED BY TRANSPORT DURING THE CONSTRUCTION OF ROADS* (Vol. 1).
- Menéndez, R. (2013). *JavaScript*.
- Moreno, M. R. P., Francisco, D. O., & Toste, Á. (2005). La Contaminación Del Aire: Su Repercucion Como Problema De Salud. *Revista Española de Salud Publica*, 79(22), 159–175.
- Oficial Arduino. (2015). Grove - Sensor de gas (MQ3) - Sensores - Componentes.
- Ortiz, P. (2018). *Indice de Calidad del Aire*.
- Palacios, Jesús; Falcón, Nelson; Muñoz, E. (2015). *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*. 14, 21–29. <https://doi.org/10.17163/ings.n14.2015.03>
- Pellicer, A. F. (2013). *LA CONTAMINACIÓN Y LA SALUD Análisis de los determinantes ambientales de la salud : contaminación química interna , radiaciones no ionizantes , la contaminación del agua , la producción industrial de alimentos y la salud , patologías emergentes y cáncer d.*

- Querol, X., Viana, M., & Moreno, T. (2010). *Xavier Querol / Mar Viana / Teresa Moreno / Andres Alastuey (eds.)*. Retrieved from [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD_AIRE\(alta\)_tcm30-187886.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD_AIRE(alta)_tcm30-187886.pdf)
- Romero Placeres, Manuel; Diego Olite, Francisca; Álvarez Toste, M. (2006). Higiene y epidemiología. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44, 15.
- Rosales-Castillo, J. A., Torres-Meza, V. M., Olaiz-Fernández, G., & Borja-Aburto, V. H. (2001). Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: Evidencias de estudios epidemiológicos. *Salud Publica de Mexico*, 43(6), 544–555.
- Rosenthal, G., Adjunto, S. E., & Massad, C. (n.d.). *Revista de la CEPAL Secretario Ejecutivo NACIONES UNIDAS COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE*.
- Sharp. (2015). *Application note of Sharp dust sensor GP2Y1010AU0F*.
- Spiegel, J., & Maystre, L. Y. (1998). 55 - Control de la contaminación ambiental. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*, 55.1-55.59.
- Suarez, V. (2018). *Indice de Calidad del Aire de la ciudad de Quito*. (4). <https://doi.org/10.1590/s1809-98232013000400007>
- Toledo, E. (2015). *MySQL*.
- Vargas-Manuel, Castillo-Georgina, S.-J. & Brambila-Alfredo. (2015). Arduino una Herramienta Accesible para el Aprendizaje de Programación. In *Artículo Revista de Tecnología e Innovación Septiembre* (Vol. 2).
- WHO. (2012). *Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012 - Description of method*. (1), 2012–2014. Retrieved from http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1
- Zuvirie, A. (2017). Internet de las cosas para generar una cocina segura. In *Diciembre* (Vol. 3).