

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



TESIS

**“SISTEMA DE TELEMETRÍA QUE MONITOREA EL
CONTAMINANTE MONÓXIDO DE CARBONO EN PUNTOS MÁS
CONCURRIDOS DEL DISTRITO DE HUANCAYO, PARA
ALERTAR SU INCREMENTO – AÑO 2015”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
OMAR DEYVI, SALAZAR LAUREANO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

HUANCAYO – PERÚ

2015

ASESORES

Mg. Ing. Miguel Camarena Ingaruca

Dr. Alberto Patiño Rivera

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por acompañarme a lo largo de mi carrera profesional, permitiendo alcanzar cada una de las metas que me propuse.

A mi abuelita Antonia y Emiliana, quien me dedico mucho tiempo en enseñarme y cuidarme con mucho amor.

A mis padres Pedro y Adelina, quienes se esforzaron durante todos estos años para que yo pueda culminar mi carrera, por ser mí apoyo incondicional, por su cariño, su comprensión, su generosidad y nobleza.

A mis hermanos Merly y Earl que este logro les sirva como un ejemplo positivo en sus vidas.

Omar D. Salazar Laureano.

AGRADECIMIENTO

“Uno de los gestos más sublimes y nobles del ser humano es la gratitud”

Mis agradecimientos al Ing. William Mormontoy Farfan e Ing. Juan Carlos Marca Delgado, Directores; quienes a lo largo de todo el desarrollo de esta investigación supieron aconsejarme, ganándose de esta manera mi admiración.

A mis padres, que dieron todo de sí en provecho mío; por el ejemplo de valor, de constancia, perseverancia y de lucha que me han demostrado a lo largo de la vida.

A los docentes de la Universidad Alas Peruanas, que contribuyeron en mi formación profesional.

A mis compañeros que día a día se convirtieron en mis amigos incondicionales que marcaron una huella en mi vida, amigos con quienes he compartido anécdotas inolvidables.

Así mismo, mi agradecimiento a todos aquellos amigos o familiares, que de una u otra forma, hicieron posible se realice este proyecto.

Omar D. Salazar Laureano

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2. Delimitaciones y definición del problema	9
1.2.1. Delimitaciones.....	9
1.2.2. Definición del problema.....	10
1.3. Formulación del problema	11
1.3.1. Problema general.....	11
1.3.2. Problemas específicos	11
1.4. Objetivo de la investigación	11
1.4.1. Objetivo general.....	11
1.4.2. Objetivos específicos	11
1.5. Hipótesis de la investigación.....	11
1.5.1. Hipótesis general	11
1.5.2. Hipótesis específicos	12
1.6. Variables e indicadores.....	12
1.6.1. Variable independiente	12
1.6.2. Variable dependiente	12
1.7. Justificación e importancia de la investigación	12
1.7.1. Justificación de la investigación	12

1.7.2.	Importancia de la investigación	13
1.8.	Limitaciones de la investigación.....	13
1.8.1.	Limitación teórica	13
1.8.2.	Limitación metodológica.....	14
1.9.	Tipo y nivel de investigación	14
1.9.1.	Tipo de investigación	14
1.9.2.	Nivel de investigación	14
1.10.	Método y diseño de la investigación	14
1.10.1.	Método de la investigación.....	14
1.10.2.	Diseño de la investigación.....	16
1.11.	Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos.....	16
1.11.1.	Técnicas	16
1.11.2.	Instrumentos	16
1.11.3.	Fuentes.....	17
1.12.	Cobertura de estudio	17
1.12.1.	Población	17
1.12.2.	Muestra.....	18
CAPITULO II.....		19
MARCO TEÓRICO		19
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	19
2.2.	Marco conceptual	23
2.2.1.	Contaminación atmosférica.....	23
2.2.2.	Sensores de gases	28
2.2.3.	Telemetría.....	32
2.2.4.	Redes inalámbricas.....	33
2.2.5.	Red GSM y GPRS	35
2.2.6.	Comandos AT	40

2.2.7. Servicio SMS	41
2.2.8. Microcontrolador PIC18F2550.....	44
CAPITULO III.....	53
MATERIALES Y MÉTODOS	53
3.1. Ubicación del área de estudio	53
3.1.1. Límites	54
3.1.2. Coordenadas geográficas	54
3.2. Materiales y métodos.....	54
3.2.1. Materiales y métodos para el centro de monitoreo	55
3.2.2. Materiales y métodos para la unidad de adquisición remota	73
3.2.3. Prototipo final del sistema	88
CAPITULO IV	91
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	91
4.1. Presentación de resultados	91
4.2. Análisis de Resultados	120
4.3. Prueba de hipótesis	121
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES.....	124
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	125
ANEXOS.....	128
ANEXO A.....	129
ANEXO B.....	135
ANEXO C	136
ANEXO D	138
GLOSARIO DE TÉRMINOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1:	Resultados de la estimación de emisiones en Huancayo	6
Tabla N° 1.2:	Valores límites permisibles de las variables del aire	8
Tabla N° 1.3:	Definición Operativa de las variables e indicadores	12
Tabla N° 1.4:	Muestra las técnicas e instrumentos a utilizar.....	17
Tabla N° 1.5:	Muestra los valores que toma Z y E	18
Tabla N° 2.1:	Valores límites y tiempo de muestreo de diversos países.....	24
Tabla N° 2.2:	Velocidad de transferencia entre GSM y GPRS	39
Tabla N° 2.3:	Comandos AT más utilizados	41
Tabla N° 3.1:	Sensibilidad de recepción del módulo	67
Tabla N° 3.2:	Rango de frecuencias de funcionamiento del módulo.....	67
Tabla N° 3.3:	Detalle de los comandos AT utilizados	68
Tabla N° 3.4:	Descripción que realiza el PIC y su codificación SMS	71
Tabla N° 3.5:	Recursos y pines utilizados por el PIC18F2550.....	72
Tabla N° 3.6:	Muestra efectos del monóxido de carbono	80
Tabla N° 3.7:	Muestra efectos del monóxido de carbono	81
Tabla N° 3.8:	Recursos del PIC usados en la unidad de adquisición	85
Tabla N° 3.9:	Codificación SMS en la unidad de adquisición	86
Tabla N° 4.1:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 1	93
Tabla N° 4.2:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 2.....	94
Tabla N° 4.3:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 3.....	95
Tabla N° 4.4:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 4.....	96
Tabla N° 4.5:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 5.....	97
Tabla N° 4.6:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 6.....	98
Tabla N° 4.7:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 7	99
Tabla N° 4.8:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 8.....	100
Tabla N° 4.9:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 9.....	101
Tabla N° 4.10:	Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 10.....	102
Tabla N° 4.11:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 1	109
Tabla N° 4.12:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 2	110
Tabla N° 4.13:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 3	111
Tabla N° 4.14:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 4	112
Tabla N° 4.15:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 5	113

Tabla N° 4.16:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 6	114
Tabla N° 4.17:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 7	115
Tabla N° 4.18:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 8	116
Tabla N° 4.19:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 9	117
Tabla N° 4.20:	Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 10	118
Tabla N° 4.21:	Procesamiento de los datos para la v. dependiente para el punto 1	119
Tabla N° 4.22:	Procesamiento de los datos de la variable dependiente	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.1:	Desarrollo global de las TICS.....	1
Gráfico N° 1.2:	Participación de tecnologías móviles en occidente.....	2
Gráfico N° 1.3:	Trillones de envíos de SMS en el mundo, con estimación al 2010.....	3
Gráfico N° 1.4:	Mapa de cobertura de telefonía móvil en el Perú.....	4
Gráfico N° 1.5:	Emisiones totales en la cuenca atmosférica en Huancayo.....	7
Gráfico N° 1.6:	Emisión de monóxido de carbono.....	7
Gráfico N° 1.7:	Esquema general de la metodología de investigación.....	15
Gráfico N° 2.1:	Agentes contaminantes del aire.....	26
Gráfico N° 2.2:	Esquema de un sensor electroquímico.....	29
Gráfico N° 2.3:	Esquema de un sensor de estado solido.....	30
Gráfico N° 2.4:	Esquema de un sensor infrarrojo.....	31
Gráfico N° 2.5:	Esquema del concepto de telemetría.....	33
Gráfico N° 2.6:	Cobertura y estándares de las redes inalámbricas.....	34
Gráfico N° 2.7:	Estructura de la Red GSM.....	37
Gráfico N° 2.8:	Tarjeta SIM.....	38
Gráfico N° 2.9:	Estructura del servicio SMS.....	42
Gráfico N° 2.10:	Servicios básicos SMMO y SMMT.....	43
Gráfico N° 2.11:	Configuración de pines del microcontrolador PIC18F2550.....	45
Gráfico N° 2.12:	Arquitectura del microcontrolador PIC18F2550.....	46
Gráfico N° 2.13:	Memoria de programa del PIC18F2550.....	48
Gráfico N° 2.14:	Memoria de datos del PIC18F2550.....	50
Gráfico N° 2.15:	Registros de función especial de la memoria de datos.....	52
Gráfico N° 3.1:	Puntos más concurridos en donde se realiza la investigación.....	53
Gráfico N° 3.2:	Diagrama de bloques general del sistema diseñado.....	55
Gráfico N° 3.3:	Esquema general del sistema que fue diseñado e implementado.....	56
Gráfico N° 3.4:	Diagrama de bloques del centro de monitoreo.....	57
Gráfico N° 3.5:	Panel frontal del programa MoniSoft_CO desarrollado en LabVIEW.....	58
Gráfico N° 3.6:	Icono de solicitud de datos y su respectivo indicador.....	59
Gráfico N° 3.7:	Icono de alerta y su respectivo indicador.....	60
Gráfico N° 3.8:	Ventana y VI de medida de valor de CO.....	60
Gráfico N° 3.9:	Esquema electrónico del circuito del centro de monitoreo.....	62
Gráfico N° 3.10:	Aspecto físico del módulo Arduino GSM/GPRS shield.....	63

Gráfico N° 3.11: Conexión típica del módulo Arduino GSM/GPRS shield.....	64
Gráfico N° 3.12: Circuito para encender por hardware el módulo SIM900.....	65
Gráfico N° 3.13: Aspecto físico del módulo GSM SIM900	67
Gráfico N° 3.14: Diagrama de flujo del circuito del centro de monitoreo	70
Gráfico N° 3.15: Diagrama de bloques de la unidad de adquisición	74
Gráfico N° 3.16: Esquema electrónico del circuito de la unidad de adquisición	75
Gráfico N° 3.17: Aspecto físico y la asignación de pines del sensor MQ-7	76
Gráfico N° 3.18: Diagrama de tiempo para la alimentación del sensor MQ-7	76
Gráfico N° 3.19: Esquema electrónico del circuito de acondicionamiento del sensor	77
Gráfico N° 3.20: Relación de (R_s/R_o) y nivel de CO para el sensor.....	78
Gráfico N° 3.21: Instalación de la unidad de adquisición	79
Gráfico N° 3.22: Medidor de nivel de monóxido de carbono	82
Gráfico N° 3.23: Fuente de alimentación de la unidad de adquisición	83
Gráfico N° 3.24: Diagrama de flujo del programa de la unidad de adquisición.....	84
Gráfico N° 3.25: Centro de monitoreo implementado	89
Gráfico N° 3.26: Unidad de adquisición implementado.....	89
Gráfico N° 3.27: Vista 3D del circuito del centro de monitoreo	90
Gráfico N° 3.28: Vista 3D del circuito de la unidad de adquisición remota.....	90
Gráfico N° 4.1: Selección de punto de monitoreo y envío de solicitud.....	92
Gráfico N° 4.2: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 1.....	103
Gráfico N° 4.3: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 2.....	103
Gráfico N° 4.4: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 3.....	104
Gráfico N° 4.5: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 4.....	104
Gráfico N° 4.6: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 5.....	105
Gráfico N° 4.7: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 6.....	105
Gráfico N° 4.8: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 7.....	106
Gráfico N° 4.9: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 8.....	106
Gráfico N° 4.10: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 9.....	107
Gráfico N° 4.11: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 10.....	107
Gráfico N° 4.12: Selección de entidad, Icono e indicador para alerta	108
Gráfico N° 4.13: La curva gaussiana, que muestra el valor crítico.....	122

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado **“Sistema de telemetría que monitorea el contaminante monóxido de carbono en puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento – año 2015”**; se desarrolló basado a que la contaminación del aire está directamente relacionada con los niveles de gases tóxicos y material particulado, que pueden causar enfermedades, y que a futuro pudiera comprometer la existencia y calidad de la vida de los habitantes. La contaminación del aire de Huancayo es generada por el crecimiento del parque automotor, la industrial, minería, comercio, quema de basura, y otras formas de contaminación atmosférica. Así mismo, nuestro país, en la actualidad tiene más del 86% del total en cobertura y/o disponibilidad de telefonía móvil. De este sistema no se aprovecha sus mejores características, como los SMS en diversos servicios que la ciudadanía podría usarlo. Es así la necesidad de diseñar un sistema de telemetría para monitorear el CO. El sistema desarrollado es esencialmente, un sistema digital basado en microcontrolador orientado al control, que monitorea remotamente el nivel del gas tóxico monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, y alerta su incremento al superar el valor límite permisible.

El tipo de investigación es tecnológica, se utilizó el método experimental, con muestras que son los niveles de CO, para los 10 puntos más concurridos.

A la variable nivel de monóxido de carbono, se le realizaron la telemetría de 960 pruebas, fallando 42, cada 10 minutos, en las 24 horas del día, durante 10 días, en los diez puntos de mayor concurrencia; se observó que estos valores eran cercanos y tienen una diferencia máxima de uno de los valores obtenidos con el equipo TENMARS TM-801; lo que indica que los valores medidos son homogéneos.

Los niveles medidos de CO, presentaron los promedios de 19.1, 6.9, 28.5, 28.4, 14, 19.3, 13.3, 41.8, 28.4 y 14.0ppm respectivamente; en los diez puntos más concurridos del distrito de Huancayo. A la variable alertar su incremento, se le realizaron 960 pruebas, de las cuales 42 no llegaron, presentando una efectividad de 95.52%. Esta se activó al superar el valor límite permisible de 26 ppm de CO en una hora y al hacer clic en el icono ¡ALERTA!, se transmite un SMS al móvil de las autoridades los que recibieron el mensaje: “Nivel de Monóxido de carbono, supero valor límite permisible de 26 ppm”.

Palabras claves: Contaminación del aire, Monóxido de carbono, Telemetría, monitoreo, GSM, módulo GSM SIM900, servicio de mensajes cortos, microcontrolador PIC18F2550, LabVIEW 2014.

ABSTRACT

The put a title to research work Sistema of telemetry that you monitor the contaminating carbon monoxide in more popular points of Huancayo district, stops to alert his increment – year 2015; You developed based to that air pollution is directly related with the levels of poison gases and material particles, that they can cause diseases, and the fact that you may appoint the existence and quality of the life of the inhabitants to future. The air pollution of Huancayo is generated by the growth of the automotive park, the industrial, mining, commerce, burning of trash, and another forms of atmospheric contamination. Likewise, our country, as of the present moment you have over 86 % of the total in coverage and or availability of movable telephony. Better characteristics, like the SMS in various services do not forgo of this system that citizenship would be able to use it. The developed system is the need to design a system of telemetry to monitor the CO. that way he is essentially, a digital system based in microcontroller once the control was guided, that the level of the poison gas monitors carbon monoxide in more popular points of Huancayo district remotely, and alert his increment to surpass the value permissible limit.

The kind of investigation is technological, it was utilized the experimental method, with signs that the levels come from CO, for the 10 more popular points.

To the variable level of carbon monoxide, to him the telemetry of 960 proofs, failing 42, each 10 minutes, in the 24 hours of the day during 10 days, in older audience's ten points came true; It was noticed that these moral values were close and TENMARS have a maximum difference of one of the moral values obtained with the team TM 801; What indicates that the measured moral values are homogenous.

The levels measured of CO, the averages of 19,1, 6,9, 28,5, 28,4, 14, 19,3, 13,3, 41,8, 28,4 and 14.0ppm presented respectively; In the ten more popular points of Huancayo district. To the variable to alert his increment, to him 960 proofs, the ones that 42 did not arrive of came true, presenting 95,52 %'s effectiveness. This activated when 26 ppm's permissible limit of CO in an hour surpassed the value and when doing click in the ALERT icon! A SMS transmits to the authorities motive the ones that received the message: “Level of Carbon Monoxide, I surpass value limit permissible of 26ppm”.

Keywords: Air Pollution, Carbon monoxide, Telemetry, monitoring, GSM, GSM module SIM900, short message service, PIC18F2550 microcontroller, LabVIEW 2014.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de la atmósfera se está incrementado notablemente en los últimos años y constituye uno de los problemas más serios que enfrenta la humanidad. Ya no es una situación limitada a algunos lugares, el viento se ha encargado de convertirlo en un problema global.

La atmósfera es esencial para la vida por lo que sus alteraciones tienen una gran repercusión en el hombre y otros seres vivos, y en general en todo el planeta. Es un medio extraordinariamente complejo y la situación se hace todavía más complicada y difícil de estudiar cuando se le añaden emisiones de origen humano en gran cantidad, como está sucediendo en estas últimas décadas.

Según la información obtenida del primer estudio desarrollado por DIGESA (Dirección General de Salud) al año 2003, la principal fuente de contaminación la constituye el parque automotor; los resultados de los estudios de DIGESA muestran de manera puntual el estado de la calidad del aire, teniendo el contaminante monóxido de carbono un 56.45% de las 32656 TM/año de contaminantes.

Según la página web de Radio Capital, el parque automotor genera el 70% de la contaminación en Perú y el porcentaje restante se le atribuye a las industrias estacionarias, advirtió la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM), lo cual influye directamente en la salud de los pobladores del distrito de Huancayo porque el monóxido de carbono (CO) inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células, causa mareos, dolor de cabeza, náuseas y estado de inconciencia.

Así mismo según el diario Correo de julio 2014, señala que, por la circulación de vehículos muy viejos, Huancayo siga manteniéndose en uno de los primeros lugares de contaminación en el Perú, por tal razón debemos tener conocimiento permanente de estos niveles. Es así que se desarrollara un sistema de telemetría que realiza el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo.

En el capítulo I; se realiza el planteamiento del problema, los objetivos, y la justificación de la investigación, se describe las razones por las cuales se desarrolló el presente estudio.

En el capítulo II; se presentarán las evidencias más importantes o antecedentes relacionados con la presente investigación en el ámbito internacional y nacional, motivo por el cual la tesis tendrá bases sólidas. Además, se presentará la revisión bibliográfica y las fuentes como base para el desarrollo del software.

En el capítulo III se describirá el ámbito de la investigación, población, muestra; así como el procesamiento de la información, en este capítulo se detallará como se llegan a determinar los niveles de monóxido de carbono, las condiciones de operación, condiciones que serán utilizadas como parámetros de operación para el software.

Finalmente, en el capítulo IV se puntualizará detalladamente el funcionamiento y los resultados experimentales obtenidos directamente de los datos almacenados en el programa MoniSoft_CO, con las condiciones de operación determinadas en el capítulo III.

Omar D. Salazar Laureano.

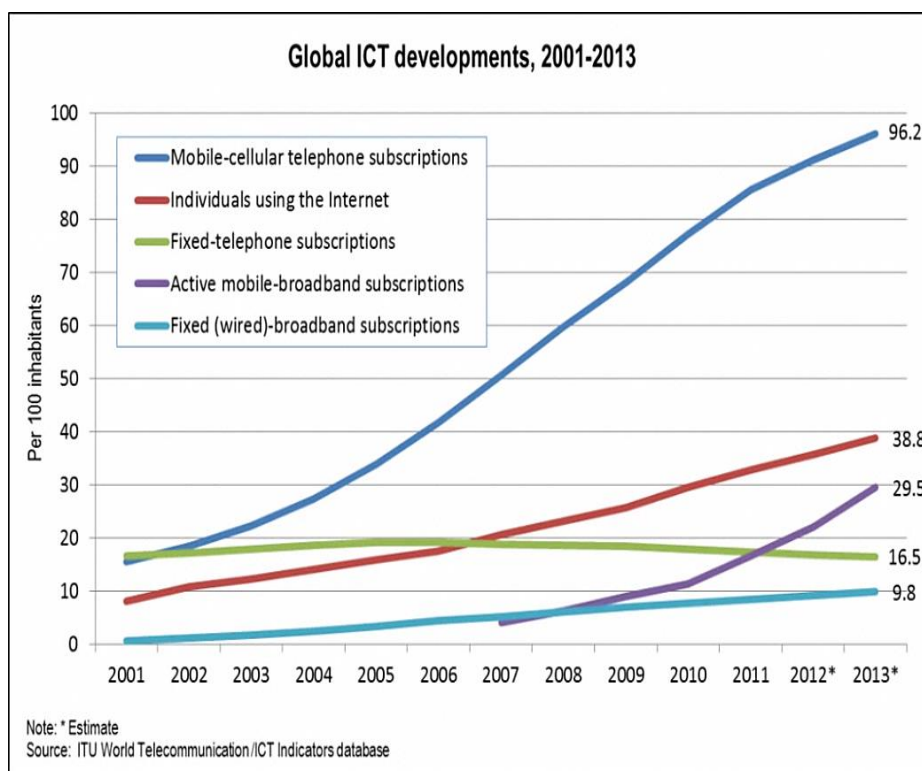
CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente vivimos una etapa plena del desarrollo de las telecomunicaciones y el acceso a la información, con los diferentes tipos de tecnologías tanto cableadas como inalámbricas. Precisamente la comunicación móvil, ha tenido gran expansión en uso e interconexión con otras tecnologías a tal punto de crecer en forma exponencial a nivel mundial, tal como lo muestra el gráfico N° 1.1, proporcionado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), sobre estadísticas que comprende la evolución entre los años 2001 al 2013, según se señala (ITU, Global ICT developments, 2001-2013, 2012).

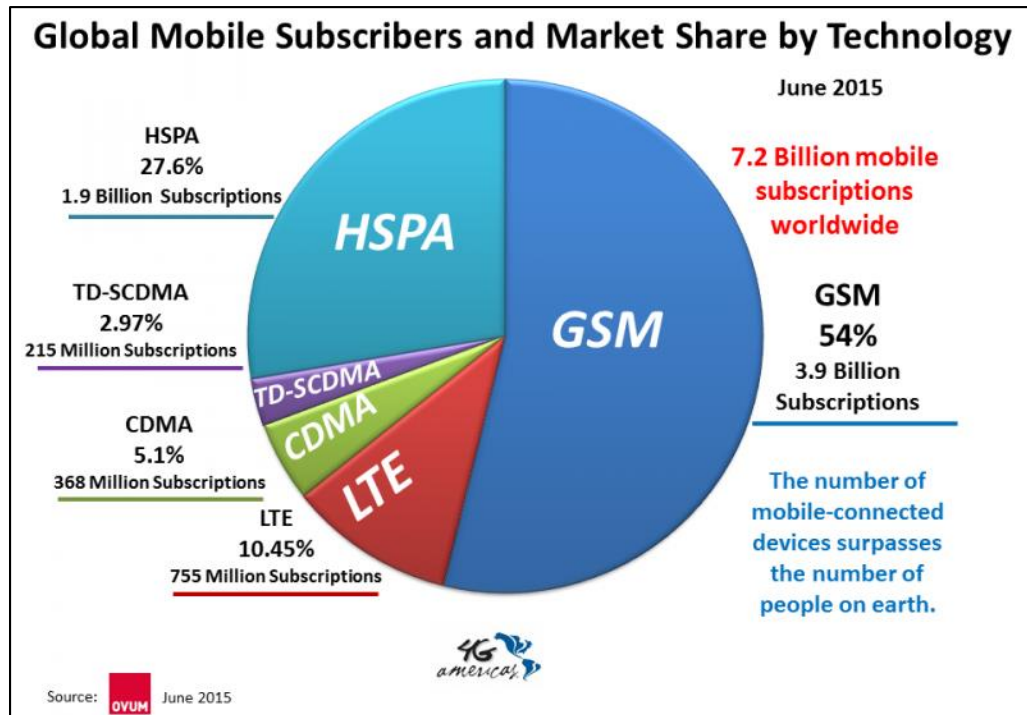
Gráfico N° 1.1: Desarrollo global de las TICS



Fuente: (ITU, Global ICT developments, 2001-2013, 2012)

En el ámbito occidental según (4gamerica.org, 2015), se muestra que la penetración de la tecnología del Sistema Global de Comunicaciones Móviles, que a lo largo de la tesis será llamada GSM (Global System for Mobile Communications); es la tecnología móvil de mayor consumo y como consecuencia de mayor participación en el mercado, tal como lo muestra el gráfico N° 1.2.

Gráfico N° 1.2: Participación de tecnologías móviles en occidente



Fuente: (4gamerica.org, 2015)

Una consecuencia del auge del uso de las comunicaciones móviles GSM en cuanto al envío de datos, se ve reflejado en la cantidad de mensajes de texto SMS (Short Message Service) que se envía por segundo a nivel mundial. En el gráfico N° 1.3, según informe de la ITU (ITU, The World in 2010, 2010), se muestra la tendencia de envío de mensajes de texto para el año 2010 tomando como referencia datos provenientes del año 2007 al 2009.

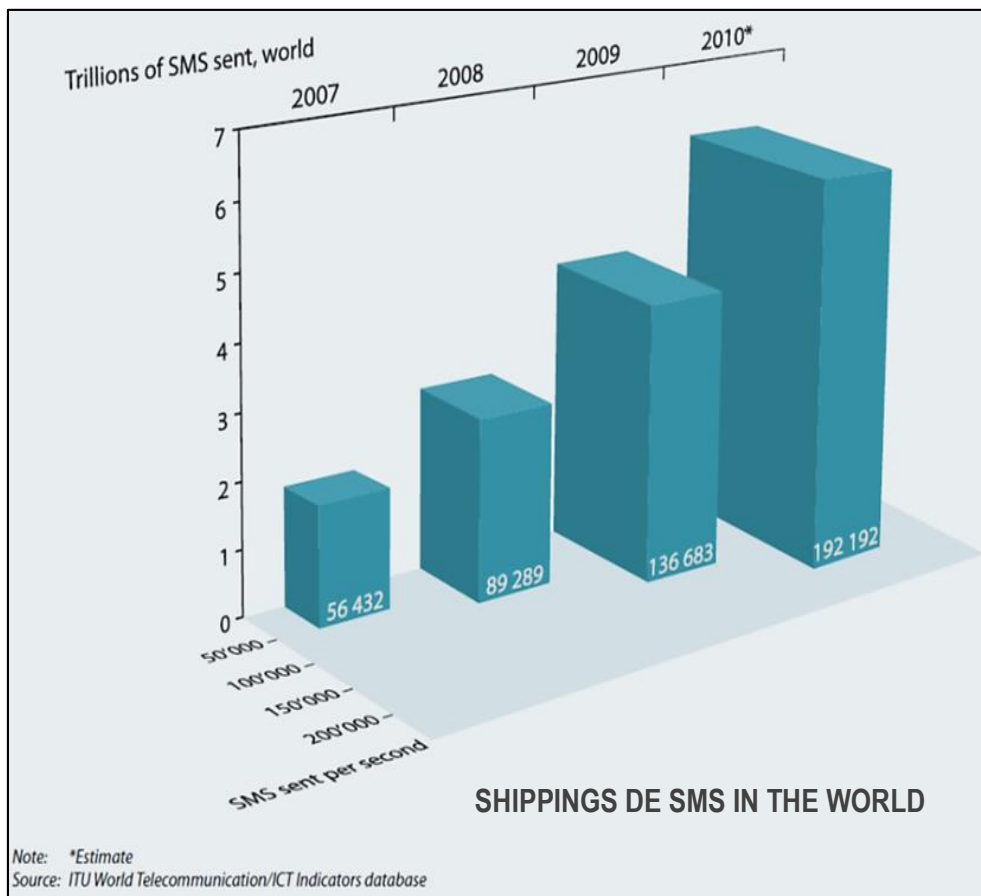
En el Perú, según la oficina de estadísticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la cobertura y/o disponibilidad de telefonía móvil al año 2011 ha alcanzado 1577 distritos, representando más del 86% del total; los cuales son atendidos con las cuatro operadoras: Movistar, Claro, Entel y Bitel, que cuenta en la actualidad nuestro país.

En el mapa del gráfico N° 1.4 sobre la cobertura de telefonía móvil, se observa que para la región de Junín está disponible en 112 distritos.

El mercado de telefonía móvil en nuestro país enfrenta un nuevo desafío, gracias a la llegada de los operadores móviles virtuales, como Tuenty.

De dos a cuatro y pronto, quizá, ocho. Éramos dependientes de solo dos gigantes con las puertas casi cerradas pero, ahora que las puertas están abiertas de par en par, se podría duplicar el número de operadores de telefonía móvil, dentro de un año. Eso que era difícil de imaginar hace un par de años atrás, cuando las quejas de una presunta concentración del mercado eran recurrentes.

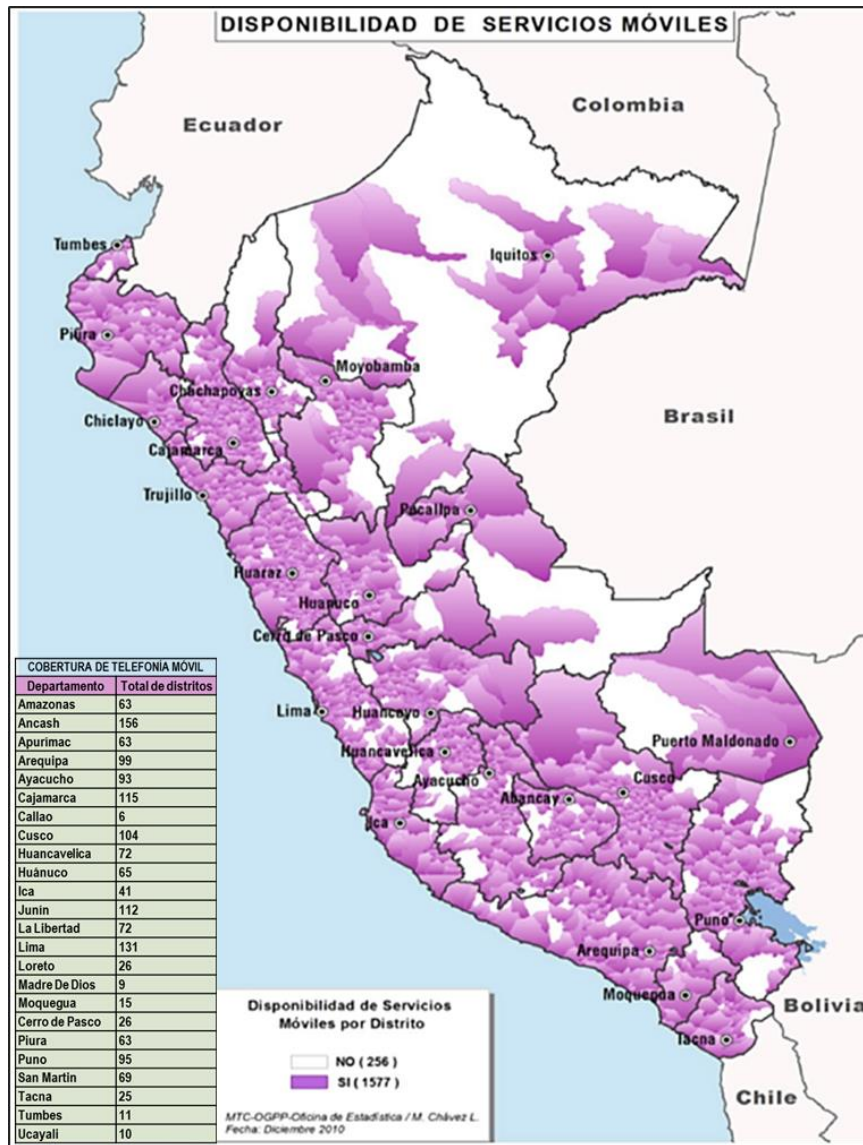
Gráfico N° 1.3: Trillones de envíos de SMS en el mundo, con estimación al 2010



Fuente: (ITU, The World in 2010, 2010)

En nuestro país, a fines del año pasado se promulgó la Ley N° 30083 que permite la existencia de operador móvil virtual (OMV: es un operador de telecomunicaciones que no cuenta con espectro radioeléctrico, pero sí suele contar con otros elementos de una red móvil de telecomunicaciones; por ejemplo: plataformas de conmutación, facturación, etc. o con una marca comercial y canales de distribución propios) y desde entonces empezaron a aparecer los interesados en entrar a competir. Virgin Mobile; padre de los OMV a nivel mundial, que anunció formalmente su deseo de ingresar y cautivar al menos 4% del mercado.

Gráfico N° 1.4: Mapa de cobertura de telefonía móvil en el Perú



Fuente: (Mtc.gob.pe, 2010)

El aire de la troposfera (UNMSM, 2009) que interviene en la respiración; por volumen está compuesto, aproximadamente por: 78,08 % de nitrógeno (N₂), 20,94 % de oxígeno (O₂), 0,035 % de dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua (0-7 %), y 0,93 % de gases inertes, como argón, kriptón y neón. Cuando hablamos de contaminación del aire, nos referimos a la alteración de esta composición, producida por causas naturales o provocadas por el hombre, las primeras no se pueden evitar, pero las segundas, es nuestra obligación evitarlas.

La contaminación de la atmósfera (UNMSM, 2009) se ha incrementado notablemente en los últimos años y constituye uno de los problemas más serios que enfrenta el ser humano. Ya no es una situación circunscripta a algunos lugares, el viento se ha encargado de convertirlo en un problema global.

El problema de la contaminación atmosférica comenzó hace aproximadamente 200 años con la revolución industrial. Hoy la contaminación atmosférica se debe a la combustión de combustibles fósiles que utiliza el parque automotor, la industrial, minería, comercio, quema de basura y calefacción residencial, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes que provocan gran parte de las enfermedades respiratorias.

La atmósfera es esencial para la vida, por lo que sus alteraciones tienen una gran repercusión en el hombre y otros seres vivos, y en general en todo el planeta. Es un medio extraordinariamente complejo y la situación se hace todavía más complicada y difícil de estudiar cuando se le añaden emisiones de origen humano en gran cantidad, como está sucediendo en estas últimas décadas.

Según el Organismo Mundial de la Salud, cada vez son más frecuentes los casos de poblaciones vulnerables que se ven afectados por la contaminación atmosférica del lugar donde viven. También se evidencia la importancia que ha venido tomando conciencia, que se va generando entre la población. Pues es la población misma quien se ve afectada con la contaminación y que a futuro comprometerá sin duda la existencia y calidad de vida.

A continuación, se pone en evidencia la necesidad de monitorear el nivel de monóxido de carbono en la atmósfera:

Observemos la problemática a nivel nacional:

- Según informe digital de radio Capital (Radio Capital, 2012) del domingo, 18 de Marzo 2012 -10:46 a.m.

El parque automotor es el responsable del 70% de la contaminación existente en el Perú y el porcentaje restante se le atribuye a las industrias estacionarias, advirtió hoy la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM).

La emisión de gases contaminantes, que contienen, por ejemplo, dióxido de azufre (SO₂), puede provocar broncoconstricción o estrechamiento de las vías aéreas, lo cual disminuye o bloquea el flujo de aire; y traqueítis o infección de la tráquea, que une laringe y bronquios. Además, ese mismo agente contaminante agrava los males respiratorios y cardiovasculares existentes; mientras que el monóxido de carbono (CO) inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células, causa mareos, dolor de cabeza, náuseas y estado de inconciencia.

En tanto, el dióxido de nitrógeno (NO₂) puede irritar las vías respiratorias, causar bronquitis y pulmonía, además de reducir de forma significativa la resistencia respiratoria a las infecciones.

Otros dos componentes contaminantes son el benceno y el plomo, el primero de ellos produce efectos nocivos en la médula ósea, daña el sistema inmunológico y se asocia a la leucemia mieloide; mientras que el segundo retrasa el aprendizaje y altera la conducta.

El principal perjuicio ocasionado por la presencia de estos contaminantes se orienta, sobre todo, a aquellas personas que realizan actividades al aire libre, cerca de zonas industriales y de alto tráfico vehicular.

Problemática a nivel local:

- Según el primer estudio desarrollado por (DIGESA, 2004) del 27 de mayo al 4 de Junio de 2003. Al año 2003, la principal fuente de contaminación la constituye el parque automotor quienes emitieron 32656 TM/año de contaminantes.

Los resultados de los estudios de DIGESA (Dirección General de Salud) muestran de manera puntual el estado de la calidad del aire durante la temporada secas y de lluvias. En la tabla N° 1.1, y el gráfico N° 1.5, se aprecia los resultados de ambos estudios, resaltando los principales contaminantes generados por las fuentes móviles como el monóxido de carbono, óxido de azufre, óxido de nitrógeno y las partículas totales en suspensión.

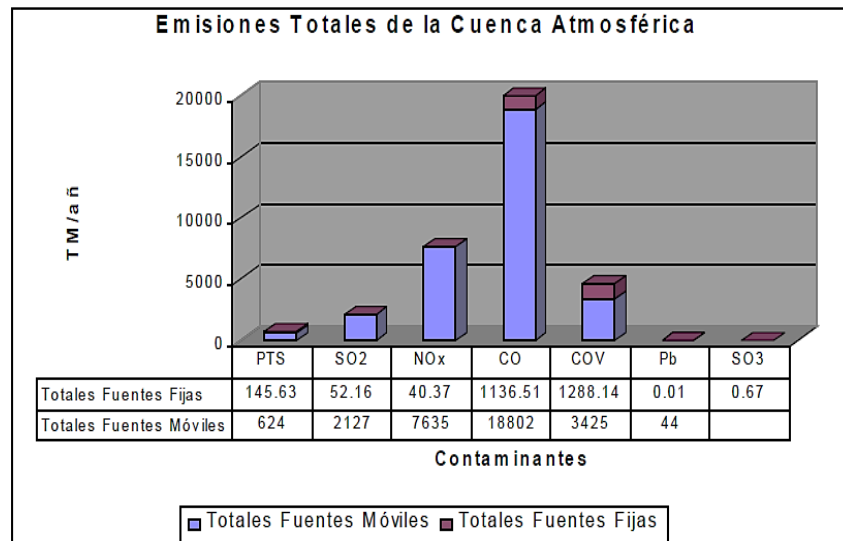
- Según Correo de Huancayo (Diario Correo, 2014) de fecha 12 de julio 2014-09:41. Los carros viejos todavía infestan la ciudad. La llenan de humo, de suciedad, contaminan y encima hasta caos en el tráfico causan. Estas conocidas “carcochas” todavía abundan en Huancayo. Son autos, ómnibus y combis que contribuyen a que Huancayo siga manteniéndose en uno de los primeros lugares de contaminación en el Perú (hasta el 2007 era la ciudad más contaminada del país junto con Chimbote, según la CONAM, y en 2012 superaba los estándares de calidad ambiental para el aire).

Tabla N° 1.1: Resultados de la estimación de emisiones en Huancayo

Totales	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb	SO ₃	Total
	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año
Fuentes Móviles	623,8	2126,7	7634,9	18 802,0	3 424,9	43,6	-	32 656
Fuentes Fijas	145,6	52,2	40,4	1 136,5	1 288,1	0,0	0,7	2 664
De la cuenca atmosférica	769,4	2178,9	7675,3	19 939,0	4 713,0	43,6	0,7	35 320
Porcentaje	2,18 %	6,17 %	21,73 %	56,45 %	13,34 %	0,12 %	0,002 %	100 %

Fuente: (DIGESA, 2004)

Gráfico N° 1.5: Emisiones totales en la cuenca atmosférica en Huancayo



Fuente: (DIGESA, 2004)

Según manifiesta el gerente de transportes de la comuna huanca, Jesús Zapata, “todas pasan su revisión técnica y las ordenanzas municipales están orientadas a una renovación de la flota”. ¿Las cúster que tienen más de 30 años de empresas como Transporte Alfa, ETASSA se habrán enterado de esto?

En la ciudad hay cuatro puntos para pasar la revisión técnica: una en Pilcomayo, Huaripampa, Cajas y Chilca. Hasta allí llegan las "carcochas" que luego siguen ofreciendo servicio público. Sí, esas que su motor produce un sonido espantoso y cuando pasan por las calles dejan una larga humareda negra capaz de matar por asfixia a un recién nacido. Ver el gráfico N° 1.6.

Gráfico N° 1.6: Emisión de monóxido de carbono



Fuente: (Diario Correo, 2014)

CONTAMINACIÓN. En el Perú, según el Ministerio del Ambiente, son 7 ciudades cuyo aire está más perjudicado por los vehículos automotores: Piura, Iquitos, Chiclayo, Trujillo, **Huancayo**, Cusco e Ilo. Y aunque la Incontrastable no figura en un ranking mundial de contaminación, una provincia vecina, La Oroya sí lo está. Según especialistas de SENAMHI, esta contaminación contribuye al aumento de temperaturas en la región, "aunque no sea mucho".

De las informaciones de DIGESA sobre la contaminación de CO en Huancayo realizado en el 2003; de radio Capital, que el parque automotor es el responsable del 70% de la contaminación existente en el Perú para el año 2012 y del diario Correo que las conocidas "carcochas" contaminan las calles de Huancayo y seguramente en los últimos años trajo consigo a incrementar los niveles de los gases contaminantes de la atmosfera de las principales avenidas del distrito de Huancayo; debemos tener conocimiento constante de estos niveles de contaminación, saber si son permisibles según los valores límites mostrados en tabla N° 1.2, que permita tomar medidas y fiscalizar los procesos que ocasionan la contaminación. Si bien no podemos frenar el avance del parque automotor, el crecimiento minero y otras actividades que contaminan la atmosfera, se podría generar estrategias que puedan reducir la contaminación.

Tabla N° 1.2: Valores límites permisibles de las variables del aire

Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (D.S N° 074-2001-PCM)				
Parámetros	Periodo	Forma del Estándar		Método de Análisis ⁽¹⁾
		Valor (µg/m ³)	Formato	
Partículas PM ₁₀	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	Inercial/filtración (Gravimetría)
	8 horas	10 000	Promedio móvil	
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30 000	NE más de 1 vez/año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR)
	24 horas	365	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	Fluorescencia UV
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)				Quimiluminiscencia

⁽¹⁾: O método equivalente aprobado
NE Significa No Exceder.

Fuente: (MTC Perú, 2001)

Nuestro país, a pesar de contar con una cobertura de más del 86% de telefonía móvil (GSM-GPRS, EDGE, 3G y 4G) y en 112 distritos de Junín; como Huancayo cuenta con este servicio; muy poco se utiliza para prevenir, evitar o afrontar diversos problemas como contaminación ambiental, pérdidas humanas, materiales y otros. Dentro de este contexto, se pretende monitorear el nivel de monóxido de carbono remotamente, para alertar su incremento sobre valores límites permitidos en 1 hora o 24 horas, utilizando SMS vía GSM.

1.2. Delimitaciones y definición del problema

1.2.1. Delimitaciones

A. Delimitación espacial

El lugar donde se desarrolla la investigación es el distrito de Huancayo de la provincia de Huancayo, Departamento de Junín, ubicado a 3271 m.s.n.m. con una población aproximada de 116953 (INEI, 2015). Se monitorea los niveles de CO en los puntos a donde concurren gran cantidad de personas que se encuentran expuestos a la contaminación ambiental por los gases tóxicos; es decir en los lugares donde se encuentran los centros de diversión, de abastos, financieros, comerciales, universidades, etc; como la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, etc.

B. Delimitación temporal

El proceso de investigación comprende su caracterización, el diseño y construcción del sistema, el cual se ha venido desarrollando desde el mes de marzo del año 2015 y termina con la obtención y análisis de datos experimentales en el mes de noviembre del año en curso es decir abarca un periodo de 8 meses. La adquisición propiamente dicha de los datos se realizará en los meses de setiembre y octubre.

C. Delimitación social

La investigación consistirá en monitorear el nivel de monóxido de carbono en los lugares más concurridos por personas de diversos niveles socio económico. En esta investigación no se considera el nivel socio económico, se considera a la población en general.

1.2.2. Definición del problema

De la información obtenida sobre el primer estudio desarrollado por DIGESA (Dirección General de Salud) del 27 de mayo al 4 de Junio de 2003; al año 2003, la principal fuente de contaminación la constituye el parque automotor; los resultados de los estudios de DIGESA muestran de manera puntual el estado de la calidad del aire, teniendo el contaminante monóxido de carbono un 56.45% de las 32656 TM/año de contaminantes (Este hecho muestra el interés sobre la contaminación atmosférica en Huancayo por parte del ente encargado de vigilar la salud de la población). Según la página web de Radio Capital el parque automotor genera el 70% de la contaminación en Perú y el porcentaje restante se le atribuye a las industrias estacionarias, advirtió hoy la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM), lo cual influye directamente en la salud de los pobladores del distrito de Huancayo porque el monóxido de carbono (CO) inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células, causa mareos, dolor de cabeza, náuseas y estado de inconciencia. Así mismo Según el diario Correo de fecha 12 de julio 2014, señala que, por la circulación de vehículos muy viejos, Huancayo siga manteniéndose en uno de los primeros lugares de contaminación en el Perú (hasta el 2007 era la ciudad más contaminada del país junto con Chimbote, según la CONAM, y en 2012 superaba los estándares de calidad ambiental para el aire); por tal razón debemos tener conocimiento permanente de estos niveles, saber si son permisibles (Ver tabla N° 1.2).

También, a pesar de contar con telefonía móvil (GSM-GPRS, EDGE, 3G y 4G) de las operadoras Movistar, Claro, Entel y Bitel; en el distrito Huancayo casi no se utiliza el servicio de mensajes cortos (SMS) para prevenir, evitar o afrontar diversos problemas como contaminación ambiental, pérdidas humanas, materiales y otros.

Si bien no podemos frenar el avance del parque automotor, el crecimiento minero y otras actividades que producen la contaminación atmosférica; pero conociendo los niveles de monóxido de carbono podemos alertar a las autoridades sobre su incremento de este tipo de contaminación, para que tomen las medidas y fiscalicen los procesos que la ocasionan, y que a futuro pudiera comprometer sin duda la existencia y calidad de la vida de los habitantes del valle del Mantaro; si estas no fueran corregidas.

Dentro de este contexto, se realizó la investigación, para monitorear el nivel de monóxido de carbono remotamente en tiempo real, en los puntos de mayor

conurrencia de personas. Si los niveles de CO, monitoreados en los puntos de mayor concurrencia, superan el valor límite permisible; se alerta su incremento utilizando el servicio de mensajes cortos (SMS) vía GSM.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo monitorear el contaminante monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Qué equipo electrónico permite monitorear los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?
- ¿Cuáles son los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Monitorear el contaminante monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de telemetría para monitorear los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento.
- Determinar los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El diseño de un sistema de telemetría utilizando sensores electroquímicos permite mejorar el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo con una efectividad mayor al 95%, para alertar su incremento.

1.5.2. Hipótesis específicos

- El uso de un microcontrolador PIC 18F2550 adaptado al sistema global de comunicaciones móviles GSM SIM900 permite leer los datos y enviar al servidor.
- Los niveles promedios de monóxido de carbono son 19.1, 6.9, 28.5, 28.4, 14, 19.3, 13.3, 41.8, 28.4 y 14.0 ppm; en las interacciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, de la Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica y Paseo La Breña y Calle Real, respectivamente.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variable independiente

X1: Diseño de un sistema de telemetría (*DST*)

X2: Nivel de monóxido de carbono (*NMC*)

1.6.2. Variable dependiente

Y: Alertar su incremento (*AI*)

Indicadores

Para la selección y representación por variables se requiere definir operativamente a estas, con sus respectivos indicadores y unidades de medida, lo cual se presenta en la tabla N° 1.3, siguiente:

Tabla N° 1.3: Definición Operativa de las variables e indicadores

Operacionalización de las variables	Variables		Indicadores	Unidad de medida
$AI=f(DST,NMC)$	Dependiente	Y: Alertar su incremento	Valores de nivel CO superado	26, 8 ppm
	Independiente	X1: Diseño de un sistema de telemetría X2: Nivel de monóxido de carbono	Efectividad del sistema Valores medidos de CO	% ppm o $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Propio del investigador

1.7. Justificación e importancia de la investigación

1.7.1. Justificación de la investigación

Patológicamente la contaminación atmosférica pone en manifiesto enfermedades respiratorias, tales como el asma y las alergias. Si bien la contaminación atmosférica

en altos niveles desencadena la muerte del ser humano, el CO se combina rápidamente con la hemoglobina de la sangre, contenida en los glóbulos rojos o eritrocitos, produciendo carboxihemoglobina la cual reduce, a veces a niveles fatales, la capacidad de transporte de oxígeno de los pulmones a las células del organismo. La función normal de la hemoglobina es transportar el oxígeno de los pulmones a las células y recoger el CO₂ para evacuarlo por los pulmones.

1.7.2. Importancia de la investigación

La necesidad de información, es esencialmente urgente para el caso del monitoreo de CO en la ciudad de Huancayo, debido a que los habitantes están expuestos a la contaminación, no solo de los contaminantes emitidos por los procesos industriales locales sino también regionales y nacionales. Concedores de la actividad minera en nuestro país y que no necesariamente la ciudad ha de localizarse cerca de un foco contaminante, puesto que el viento se ha encargado de transportar los contaminantes y a hacer de esto un problema nacional y global. El monóxido de carbono (CO); gas extremadamente venenoso, posee una vida media en la atmósfera de 2 a 4 meses, una concentración mayor a 750 ppm en el aire causa la muerte; es uno de los gases más peligrosos que existe. Por lo tanto, es importante determinar el valor de CO como contaminante en el aire de la ciudad.

Esta investigación utiliza la tecnología electrónica de lógica programada para el monitoreo remoto del nivel de CO, desde un programa desarrollado en LabVIEW 2014 con comunicación GSM a través de la interface USB. Los niveles de monóxido de carbono son medidos utilizando sensores y circuitos de adaptación de señal y transmitidos para mostrarlos en la pantalla de la laptop.

1.8. Limitaciones de la investigación

1.8.1. Limitación teórica

El proceso de monitoreo remoto de los niveles del monóxido de carbono, es un proceso en el cual no se considera los tiempos de retardo de transmisión y recepción de los mensajes de texto, que se presenta desde la adquisición hasta que llega al centro de monitoreo, pasando por las antenas, los centros de conmutación, amplificadores, las bases celulares; es decir el tiempo utilizado en la utilización de toda la infraestructura del sistema de comunicación GSM, las investigaciones a nivel internacional constituyen propuestas sin considerar la problemática presentada en el

retardo de comunicación de datos en las redes GSM, lo que constituye una limitación teórica para el presente trabajo de investigación.

1.8.2. Limitación metodológica

Dentro de las limitaciones metodológicas de la investigación no consideraremos los fenómenos que generan la contaminación ambiental en el distrito de Huancayo de forma independiente, que son: Parque automotor, comercio, pollerías-restaurantes, minería, fábricas, basura de los habitantes, etc. Solo se pretende monitorear remotamente el nivel de CO de áreas donde se concentra la población.

1.9. Tipo y nivel de investigación

1.9.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo Aplicada-tecnológica, porque se aplica los recursos tecnológicos y de conocimientos existentes dentro del campo de la ingeniería electrónica, telecomunicaciones, ambiental, de software, además una serie de dispositivos hardware y software como parte de un sistema de monitoreo remoto inalámbrico de los niveles de CO en el distrito de Huancayo.

1.9.2. Nivel de investigación

Se desarrollará el nivel de investigación explicativo. Los estudios explicativos están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Van más allá de la descripción y la correlación.

Se explica el proceso de medición remota inalámbrica, utilizando el programa desarrollado en LabVIEW 2014, el PIC18F2550 con interface USB, y los módulos GSM, que adquiere los datos de los niveles del contaminante CO en el distrito de Huancayo.

1.10. Método y diseño de la investigación

1.10.1. Método de la investigación

Se tendrá en consideración el método científico como método general. El método científico según Van Dalen (1986) citado por Carrasco (2008) “es el modo ordenado de proceder para el conocimiento de la verdad, en el ámbito de determinada disciplina científica” (p. 48). El método de investigación científico es un procedimiento de actuación general que se sigue en el conocimiento científico; por lo tanto, el procedimiento científico se concreta en un conjunto de fases o etapas.

El método específico es experimental porque es el proceso de investigación que genera las condiciones necesarias y suficientes para medir los niveles de monóxido de carbono en la ciudad de Huancayo, mediante el diseño de un sistema de telemetría para la adquisición de datos, niveles de Co, que enviará la data a un centro de monitoreo o servidor mediante tecnología GSM.

Metodología de diseño:

Dentro del contexto del planteamiento del problema y los antecedentes, para la investigación se utilizó tres elementos metodológicos: Fundamento teórico, desarrollo del hardware y desarrollo del firmware, como se muestra en el gráfico N° 1.7.

El fundamento teórico se basó en la recopilación de información de conceptos y esquemas sobre telemetría, red GSM y GPRS, comandos AT, servicio SMS, información técnica del módulo Arduino GSM/GPRS shield, microcontrolador PIC18F2550, introducción al puerto USB y sensores de gases; siendo importante el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono (CO).

Gráfico N° 1.7: Esquema general de la metodología de investigación



Fuente: Propio del investigador

En el desarrollo del hardware, son tres los principales componentes del sistema: Dos microcontroladores PIC18F2550 con sus respectivos componentes electrónicos adicionales, los módulos GSM SIM900 y el sensor de CO con su circuito de acondicionamiento de señal. Se realizó la simulación y el diseño de los esquemas de los circuitos electrónicos y las tarjetas de circuito impreso en el programa CAD Proteus Design Suite 8.3.

Para el desarrollo del firmware se utilizarán dos lenguajes de programación: LabVIEW 2014, en el cual se realizó el aplicativo MoniSoft_CO, que se ejecuta en la laptop, el cual se encarga del monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo; y en el lenguaje C de CCS se realizará la edición, compilación, depuración, simulación y se genera los archivos para la grabación de los microcontroladores del circuito de la estación de monitoreo y del circuito de la unidad de adquisición.

1.10.2. Diseño de la investigación

En la investigación se ha utilizado el diseño experimental, para proporcionar la máxima cantidad de información pertinente al problema bajo investigación. El diseño específico es ex post facto porque se asume que la variable independiente ya ha actuado.

$$G_1 \dots X \dots O_1$$
$$G_2 \dots X \dots O_2$$

Dónde:

G_1, G_2 = Grupos de estudio.

X = Variable independiente que no ha sido manipulada

O_1, O_2 = Mediciones realizadas.

1.11. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

1.11.1. Técnicas

Se evidenciará el estudio con el registro de datos en tiempo real sobre la obtención de los niveles de CO; los datos leídos se guardarán en una tabla de datos previa codificación y organización en: Número de dato, nivel de CO, hora, fecha. Las acciones de lectura de datos se efectuarán según la necesidad de los experimentos. Se usarán las técnicas e instrumentos que se muestran en la tabla N° 1.4.

1.11.2. Instrumentos

Para monitorear en tiempo real el nivel de CO lo cual constituye nuestra variable independiente se utilizarán sensores instalados en los puntos más concurridos en el distrito de Huancayo, posteriormente se almacena toda la información en una base de datos del software desarrollado en LabVIEW 2014, esto permitirá recolectar de manera automática la información. Se utilizó el equipo **TENMARS TM-801** para medir el nivel y de **CO**.

Tabla N° 1.4: Muestra las técnicas e instrumentos a utilizar

Técnicas	Instrumentos	Aplicación
Observación	Ficha de observación. Cámara video/fotográfica.	Tablas. Fotos de actividades.
Análisis Documental	Fichas de investigación. Archivo electrónico.	Tesis anteriores. Archivo: datos.xlsx
Experimentación	Análisis matemático. Análisis electrónico. Criterios de diseño. Prueba de ensayo-error.	Cálculos para obtener los niveles de CO. Simulación con Proteus ISIS. Diagrama de flujo del programa, esquemas de circuitos electrónicos. Pruebas.

Fuente: Propio del investigador

1.11.3. Fuentes

Se utilizó como referencia tesis internacionales y nacionales, revistas electrónicas, tratados y manuales de: GSM, módulo SIM900, tarjeta SIM, puerto USB, LabVIEW 2014, sensor de CO, PIC18F2550, LM380, etc. y manual del equipo TENMARS TM-801.

Para el análisis de datos, los cálculos y la elaboración del informe final de la tesis, se tomarán como referencia datos históricos de la Dirección General de Salud (DIGESA), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y Dirección de Calidad ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM); igualmente información obtenida de las diversas páginas web desde Internet, sobre contaminación ambiental con CO, etc.

1.12. Cobertura de estudio

1.12.1. Población

El universo de datos o población de estudio lo constituyen los datos de los niveles de monóxido de carbono monitoreados por el sistema de telemetría, el cual utiliza sensores, la unidad de adquisición será instalado en las intersecciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica, y Paseo La Breña y Calle Real; como estos datos son adquiridos continuamente se trata de una población infinita.

1.12.2. Muestra

El tamaño de la muestra, para una población N infinita, se establece de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * (p)(1 - p)}{e^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra (mediciones).

Z = Nivel de confianza. Se toma 95%, luego $Z=1.96$.

e = Error de la muestra. Para la investigación realizada se tomó: 3.5%

p = Proporción de unidades que poseen el atributo de interés en la población.

Reemplazando los valores en la ecuación anterior, según los valores tomados de la tabla N° 1.5, obtenemos como resultado:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(0.035)^2} \quad n = \frac{0.9604}{0.001225} \quad , \quad n = 784$$

Entonces el número mínimo de muestras para la prueba de hipótesis es de 784, tanto para la toma de medida del nivel de monóxido de carbono y si fuese el caso, enviar la alerta a las autoridades, cuando el nivel supere el valor límite permisible.

Para la investigación tomamos 960 muestras adquiridas con nuestro sistema de telemetría, en los 10 lugares más concurridos del distrito de Huancayo.

Tabla N° 1.5: Muestra los valores que toma Z y E

Los valores Z más utilizados y sus niveles de confianza son:							
Z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%
Error (e)	25%	20%	15%	10%	5%	4.5%	1%

Fuente: (Bejarano, Mormontoy, & Tipacti, 2006)

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Como parte de la investigación preliminar en bibliotecas digitales, se ubicó un conjunto de tesis conteniendo aspectos importantes para su desarrollo.

Estrada, J. & Reinoso, D., (2009). En su tesis: ***“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO REMOTO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL UTILIZANDO TECNOLOGÍA GSM”***; presenta el desarrollo de un sistema que permite monitorear gases de contaminación atmosférica a través de un prototipo que realiza mediciones de forma automática, el cual utiliza un sistema basado en microprocesador para adquirir los datos de sensores de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), temperatura y humedad. Los datos adquiridos son enviados en formato SMS, a través de un teléfono celular, a una aplicación de monitoreo. La información generada en cada uno de los puntos monitoreados es enviada utilizando un SMS a través de teléfonos celulares de tecnología GSM. Se utiliza esta tecnología ya que en el país existe una red celular GSM con una amplia cobertura.

Esta investigación señala lo importante de monitorear los gases contaminantes con sensores, a su vez las muestras son enviadas vía SMS. Se diseña una aplicación que recibe los datos, los almacena y permite visualizarlos en forma de gráficas o reportes.

Mínguez, D., (2009). En su tesis: ***“MONITOREO DE PARÁMETROS A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA”***; presenta un sistema que hace uso de varias tecnologías de transmisión de datos que en los últimos años a han evolucionado de manera importante. El sistema utilizo el microcontrolador de freescale MC9S08QE128 para el muestreo de datos tomados de la salida de un sensor de temperatura (LM35), el microcontrolador también se encarga de la comunicación serial bajo el estándar RS-232, con un dispositivo transceptor Starlert ST-1 (está basado en la plataforma Siemens MC55/56 y además contiene un chipset

GPS/A-GPS Marlin y dos antenas internas omnidireccionales que sirven para conectarse a las redes GSM/GPRS y GPS. Las bandas GSM/GPRS en las que funciona son 900 1800 1900 MHz y 850 1800 1900 MHz. Admite los protocolos UDP y TCP/IP de comunicación a través del Internet) el cual usa el protocolo de paquetes UDP para realizar el envío de datos a través de la red de Internet por medio de la red celular GSM utilizando el servicio de paquetes GPRS.

Esta investigación indica lo importante que es el desarrollo de la telemetría, la red GSM proporciona una arquitectura fácil de utilizar para envío de datos usando los SMS, es una red que todos tenemos acceso y permite otros usos relevantes.

Guagchinga, L., & y Guamaní, E., (2012). En su tesis **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO DE GASES CONTAMINANTES Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN DOS LUGARES DE LA CIUDAD DE LATACUNGA UTILIZANDO UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE”**, en el proyecto desarrolla un sistema que permite medir los niveles de los gases contaminantes y la cantidad de ruido sonoro en el ambiente. Se basa en la utilización de un microcontrolador para la adquisición de los datos; y de sensores de monóxido de carbono, dióxido de carbono, de un medidor del nivel de ruido sonoro.

El software programado en el microcontrolador se encarga de procesar la información recibida de los sensores para obtener por medio de cálculos los valores correspondientes a cada parámetro de medición, esta información es mostrada a través de una pantalla de LCD y almacenada en una memoria SD. Para la transmisión se utiliza dispositivos de tecnología Zigbee ya que son elementos de bajo costo, bajo consumo de energía, seguros e ideales para el desarrollo de aplicaciones con redes de sensores y también porque es un reto el aprendizaje del funcionamiento de estos dispositivos.

Esta investigación resalta los diversos tipos de sensores de gas entre ellos están el electroquímico, catalíticos, de estado sólido, infrarrojos, entre sus características generales esta: la sensibilidad, rango de medición y tiempo de vida.

Maldonado, A., (2010). En su investigación titulado: **“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA QUE PERMITA CONTROLAR Y MONITOREAR DE MANERA AUTOMÁTICA LOS PARÁMETROS DE TEMPERATURA, PRESIÓN, HUMEDAD Y DE EMISIÓN DE GASES EN EL LABORATORIO DE COCINAS DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)”**; presenta un sistema automatizado en el

laboratorio de cocinas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) que controla y monitorea los parámetros de Gas Licuado de Petróleo (GLP), Monóxido de Carbono (CO), temperatura, humedad relativa y presión atmosférica mediante un PLC específico, 2 pantallas visualizadores con alerta de fugas de GLP, una PC con una Interfaz Humano Máquina (HMI) en LabVIEW, 2 extractores y un aire acondicionado instalados dentro del laboratorio.

Debido a las pruebas realizados en el laboratorio, aumenta la temperatura, se acumula GLP, reduciéndose los niveles de aire limpio e incrementa el nivel de CO, gas venenoso e inodoro que en ciertas cantidades ya se vuelve peligroso para los técnicos que realizan las pruebas, el sistema se ha diseñado para monitorear estos 3 parámetros y controlarlos mediante un aire acondicionado en caso de incrementarse la temperatura o con dos extractores y el aire acondicionado en caso de existir fugas de GLP y/o acumulación de GLP o CO.

Esta investigación resalta el uso de softwares como LabVIEW y ISIS Proteus para el desarrollo de aplicaciones que nos permitirá interactuar con el sistema, la interfaz humano maquina (HMI) permite al operador la visualización del comportamiento de la variable a medir en tiempo real.

Tacuri, F., (2011). En su tesis: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ALERTA TEMPRANA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”; trata sobre el diseño e implementación de un sistema de monitorización y alerta temprana ante emergencias o desastres que puedan ocurrir en la Escuela de Ingeniería en Electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica.

El sistema utiliza el microcontrolador PIC16F877A, sensor MQ-6 de GLP, sensor de temperatura LM35, el sensor de humo QRD1114; los módulos de radio frecuencia Tx FST-4 y Rx CSZ-3; display de cristal líquido; cable de datos dku-5, celular Nokia 3220; diodos leds; sirenas DC. Además de los programas Proteus Isis, microcode. Los sensores se comunican con módulos de radio frecuencia a la central, de esta se envían mensajes de texto utilizando la tecnología celular al usuario, destacándose el uso de los comandos AT para comunicarse con el equipo celular.

La monitorización y el envío de avisos de alerta, tanto a la central como al usuario, permitirá anticiparse al evento, es por eso, que se podrá controlar de alguna manera o minimizar los efectos de los eventos adversos, como el poder evitar o controlar incendios, prevenir inundaciones, activar sistemas de señalización en rutas de evacuaciones, evacuar a personas de lugares de alto riesgo.

Esta investigación enfatiza el uso del pic y del sensor MQ-6, el microcontrolador es fácil de utilizar y de bajo costo, la señal analógica del sensor es recibida por el pic y convertida a digital para su posterior visualización en un lcd.

Gutiérrez, C., (2010). En su tesis: **“MONITOREO Y CONTROL REMOTO USANDO LA RED DE TELEFONÍA CELULAR GSM”**; señala que el sistema electrónico consiste de un microcontrolador PIC18F97J60 que se comunica con un circuito integrado encargado del envío y recepción de mensajes SMS SIM300. Se desarrolló el hardware y software para implementar un sistema de control remoto con base en mensajes SMS utilizando la red GSM para controlar un sistema electrónico mediante un teléfono celular. La aplicación para teléfono celular desarrollada en Android realiza las siguientes tareas:

- Al presionar los botones, genera y envía los mensajes SMS para instruir al sistema electrónico para activar o desactivar las salidas digitales 1 y 2 respectivamente. Espera la respuesta de confirmación para actualizar la gráfica.
- Al presionar opciones específicas del menú, da de alta o baja a usuarios registrados por el sistema electrónico.
- Al presionar la opción específica del menú, realiza una llamada de voz para escuchar lo que sucede en la localidad del sistema electrónico.

El microcontrolador en el sistema electrónico se comunica con el circuito integrado SIM300 por medio de un enlace RS232 y comandos en protocolo AT. El circuito integrado SIM300 es un circuito de radio frecuencia que soporta el enlace con la red GSM. Adicionalmente, el sistema electrónico cuenta con una memoria EEPROM en donde se administra una pequeña base de usuarios registrados para acceder al sistema. El programa en el microcontrolador, desarrollado en lenguaje C para el PIC, espera a recibir mensajes SMS para de ahí extraer el número de celular que le envió el mensaje y el contenido del mensaje que le indicará la acción a ejecutar.

Esta investigación refuerza los conocimientos de la red GSM a su vez presenta el módulo SIM300, que permite adaptarnos a la red por donde podemos transmitir y recibir datos.

Torres, C. (2009). En su trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA PARA EL MONITOREO DESDE UN TERMINAL MÓVIL MEDIANTE LA RED GSM UTILIZANDO MENSAJES DE TEXTO PARA LA EMPRESA DE SEGURIDAD SIDEPRO”**; detalla el desarrollo y la implementación de un sistema de alarma y monitoreo mediante la red GSM utilizando mensajes de texto SMS una aplicación basada en el

microcontrolador PIC la misma que está dedicada a monitorear alarmas provocadas en el lugar donde se instala este servicio.

El desarrollo de tal aplicación es realizado empleando códigos AT disponibles para teléfonos móvil es 3G, los cuales permiten realizar una interacción entre el celular y PIC con el fin de enviar y recibir los mensajes de texto. Para lo cual se emplea el teléfono NOKIA 3220 (utilizándolo como terminal receptor), mediante el uso de su puerto de comunicaciones, y por medio del manejo de dichos comandos el sistema descarga el mensaje para decodificarlo y ejecutarlo.

Aprovechando las facilidades de la tecnología GSM en telefonía celular y el servicio de mensajería SMS, el sistema de monitoreo comunica al usuario por medio de mensajes de texto el estado de cada uno de los dispositivos como pueden ser sensores de movimiento, contactos magnéticos, sensores de humo, así como también enviar mensajes para la activación de aparatos o equipos electrónicos.

La interacción por medio de mensajería SMS entre el sistema de monitoreo con el usuario, ofrece un medio de fácil uso para la recepción de reportes de alarma y automatización, para que usuario se sienta seguro y confiado.

En las investigaciones consideradas como antecedentes, coinciden que para realizar un sistema de telemetría es posible el empleo de redes GSM, podemos aprovechar esta infraestructura para diversas aplicaciones, las investigaciones también ayudaron en la adaptación al sistema GSM, utilización de comandos AT, procesar las señales de los sensores para luego enviarlos por la red GSM. Para la adquisición y el proceso de los datos adquiridos por los sensores se utilizan microcontroladores, en algunos casos los investigadores utilizaron los servicios SMS de la red GSM. El monitoreo se observa en una PC con una Interfaz Humano Máquina (HMI) en LabVIEW el cual será utilizado para el monitoreo de monóxido de carbono (CO).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Contaminación atmosférica

Introducción (Organización Panamericana para la Salud, 1999)

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. El origen de nuestros problemas modernos de contaminación del aire puede remontarse a la Inglaterra del siglo XVIII y al nacimiento de la revolución industrial. La industrialización comenzó a reemplazar las actividades agrícolas y las poblaciones se desplazaron del campo a la ciudad. Las

fábricas para producir requerían energía mediante la quema de combustibles fósiles, tales como el carbón y el petróleo.

El principal problema de contaminación del aire a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX fue el humo y ceniza producidos por la quema de combustibles fósiles en las plantas estacionarias de energía. La situación empeoró con el creciente uso del automóvil. Con el tiempo, se presentaron episodios importantes de salud pública a causa de la contaminación del aire en ciudades como Londres, Inglaterra y Los Ángeles en USA.

En años recientes, en respuesta a las recomendaciones de la Agenda 21 de la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, realizada en 1992 y los compromisos asumidos en la Cumbre de las Américas de 1994, la OPS junto con los esfuerzos de otros organismos multilaterales y bilaterales, ha promovido, coordinado y apoyado varias actividades relacionadas con la mejora de la calidad del aire, como por ejemplo, la eliminación del plomo en la gasolina. A pesar de los grandes esfuerzos llevados a cabo para controlar la contaminación del aire, ésta sigue siendo un importante motivo de preocupación ambiental en el mundo. En la tabla N° 2.1, se observa algunos valores límites.

Tabla N° 2.1: Valores límites y tiempo de muestreo de diversos países

	Tiempo muestreo	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Chile	Estados Unidos	México	Venezuela	Guías OMS
Ozono	1 hora	195	236	160	170	160	235	216	240	
	8 horas						160			120
SO ₂	24 horas		365	365	400	365	365	341	80 365 ^{/1}	125
	Mensual	70 ^{/2}								
	Anual ^{/3}		80	80	100	80	80	79		50
NO ₂	1 hora	846 ^{/4}	400	320		470		395		200
	24 horas		150						100-300 ^{/5}	
	Anual ^{/3}			100	100	100	100			40
CO	1 hora	57.000	30.000	40.000	50.000	40.000	40.000			30.000
	8 horas	11.000	10.000	10.000	15.000	10.000	10.000	13.000	10.000 40.000 ^{/5}	10.000
PTS	24 horas		260	240	400	260		260	75 260 ^{/1}	/6
	Mensual	150								/6
	Anual ^{/7}		75	80	77	75		75		/6
PM10	24 horas			150		150	150 ^{/8}	150		/6
	Anual ^{/3}			50			50 ^{/9}	50		/6
Plomo	24 horas								1,5 2,0 ^{/5}	
	Mensual									
	3 meses		1,5				1,5	1,5		
	Anual ^{/3}									0,5

/1 El valor bajo se puede exceder en 50% de las mediciones y el alto en 0,5% /2 Promedio aritmético mensual /3 Promedio aritmético anual /4 NOx expresado como NO2 /5 El valor bajo se puede exceder en 50% de las mediciones y el alto en 5% /6 No se ha establecido ningún valor de referencia para PTS y PM10 porque no existe un umbral evidente en cuanto a sus efectos en la salud. /7 Promedio geométrico anual /8 Estados Unidos también tiene una norma para PM2,5 de 65 ug/m3 /9 Estados Unidos también tiene una norma para PM2,5 de 15 ug/m3

Fuente: (Organizacion Panamericana para la Salud, 1999)

Aire (UNMSM, 2009)

Se denomina aire a la mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad.

La troposfera es la capa delgada de aire relativamente denso más cercana a la superficie de la tierra. La troposfera contiene el aire que todos los seres vivos necesitan para respirar. La estratosfera es la capa protectora de aire que ayuda a absorber y dispersar la energía solar. Se desconoce la composición del aire no contaminado. Los seres humanos han vivido en el planeta durante miles de años y sus numerosas actividades han influido en la composición del aire antes de que fuese posible medir sus elementos constitutivos. El aire es una mezcla compleja de muchas sustancias. Los principales elementos constitutivos del aire son el nitrógeno, oxígeno y vapor de agua. Aproximadamente 78 por ciento del aire es nitrógeno y 21 por ciento oxígeno. El uno por ciento restante incluye pequeñas cantidades de sustancias, como el dióxido de carbono, metano, hidrógeno, argón y helio. En teoría, el aire siempre ha tenido cierto grado de contaminación.

Contaminación atmosférica (UNMSM, 2009)

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza; así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa. En el gráfico N° 2.1 se observa cómo se da el fenómeno de la contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las

características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

Principales tipos de contaminantes del aire

- Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil. La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (smog). La niebla tóxica generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas, edificios, etc.

Gráfico N° 2.1: Agentes contaminantes del aire



Fuente: (CESCCO-SERNA, 2010)

- Los aerosoles: un aerosol es a una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera. Algunas partículas son lo suficientemente grandes y oscuras para verse en forma de hollín o humo.

Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Cuando se respira el polvo, ésta puede irritar y dañar los pulmones con lo cual se producen problemas respiratorios. Las partículas finas se inhalan de manera fácil profundamente dentro de los pulmones donde se pueden absorber en el torrente sanguíneo o permanecer arraigadas por períodos prolongados de tiempo.

Gases contaminantes de la atmósfera

Monóxido de carbono: Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

Dióxido de carbono: La concentración de CO₂ en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía y es teóricamente posible demostrar que este hecho es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra-efecto invernadero. La amplitud con que este efecto puede cambiar el clima mundial depende de los datos empleados en un modelo teórico, de manera que hay modelos que predicen cambios rápidos y desastrosos del clima y otros que señalan efectos climáticos limitados. La reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera permitiría que el ciclo total del carbono alcanzara el equilibrio a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos.

Monóxido de nitrógeno: También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO₂, y posteriormente en ácido nítrico, HNO₃, produciendo así lluvia ácida.

Dióxido de azufre: La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO₂ resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H₂SO₄ un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.

Material particulado

Material particulado (PTS, PM₁₀, PM_{2.5}): Este contaminante engloba tanto partículas sólidas como líquidas. Aquellas cuyo diámetro aerodinámico es igual o menor a 100 micras se les conoce como PTS (partículas totales en suspensión), aquellas igual o menores a 10 micras se les conocen como PM₁₀ (partículas menores a 10 micras) y las igual o menores a 2.5 micras como PM_{2.5}. La peligrosidad del material particulado aumenta conforme disminuye el diámetro aerodinámico de la partícula, debido a su potencialidad de penetrar en las vías respiratorias inferiores.

La contaminación del aire afecta nuestra salud

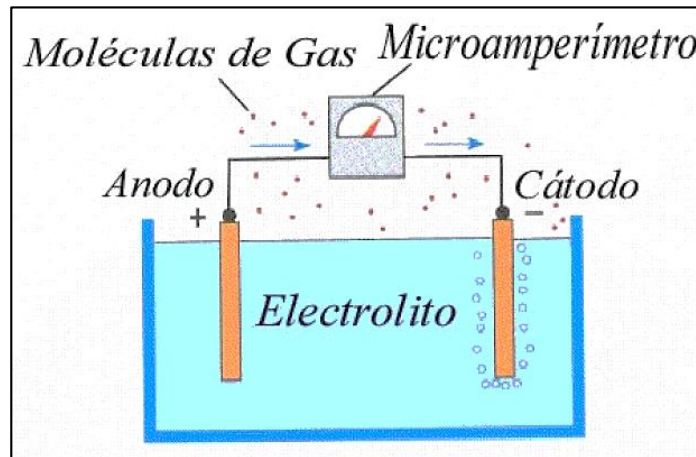
La contaminación del aire tiene un efecto directo sobre la salud humana. En casos extremos, ha causado muertes como resultado de la combinación de características geográficas inusuales con factores climáticos. Por ejemplo, el episodio de contaminación del aire en Donora, Pennsylvania, en los Estados Unidos en 1948 ocasionó 20 muertes y más de 5000 enfermos. Esto es un ejemplo de los graves efectos adversos que resultan del exceso de población y de industrias, junto con ciertos factores geográficos y meteorológicos en un área concentrada. La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. Los efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles.

2.2.2. Sensores de gases

Sensores electroquímicos (AGRO ATS, 2010): Principio de operación; un típico sensor electroquímico (ver gráfico N° 2.2) consiste en un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una delgada capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo

sensor generando una reacción de oxidación o reducción. Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones. Una corriente proporcional a la concentración de gas es generada, la que puede ser medida para determinar la concentración de gas.

Gráfico N° 2.2: Esquema de un sensor electroquímico



Fuente: (AGRO ATS, 2010)

Características comunes:

Bajo consumo de energía: esto permite que el sensor sea usado en unidades portátiles, alimentadas con baterías.

Buena sensibilidad: este sensor es fundamentalmente conveniente para aplicaciones de límite permisible en el área de trabajo. No es apto para aplicaciones de gases combustibles.

Selectividad: comparado con otros sensores, algunos sensores electroquímicos son bastante selectivos al gas objetivo para el cual fueron diseñados. Algunos sensores, sin embargo, pueden tener una pobre selectividad, dependiendo del gas a ser detectado.

Expectativa de vida: la expectativa de vida de un sensor electroquímico depende de diversos factores, incluyendo el gas a ser detectado y las condiciones medioambientales en que el sensor es usado. Generalmente, la expectativa de vida es de dos a cinco años.

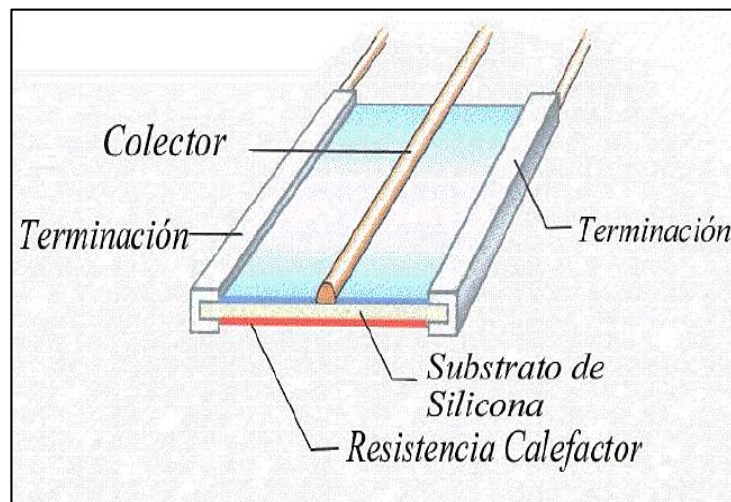
Alrededor de 30 gases pueden ser detectados con los sensores electroquímicos en bajos rangos de ppm. Se tiene sensores diseñados para detectar gases tales como monóxido de carbono, sulfato de hidrógeno, dióxido de sulfuro, cloro y dióxido de nitrógeno; son buenos sensores capaces de comportarse de acuerdo a las

expectativas. Sensores para otros gases pueden ser mucho menos confiables de lo especificado.

En general, un sensor electroquímico es un tipo popular de sensor comúnmente usados en instrumentos portátiles para aplicaciones de bajas concentraciones. Para aplicaciones estacionarias, el uso es más limitado.

Sensores de gas de estado sólido: Un sensor de estado sólido se compone de uno o más óxidos metálicos de metales de transición. Estos óxidos metálicos están preparados y procesados en una pasta usada para formar un sensor en forma de burbuja. Un calefactor se inserta en el sensor para mantener el sensor a una temperatura óptima para la detección del gas. En presencia de un gas, el óxido metálico causa una disociación del gas en iones cargados o complejos, resultando la transferencia de electrones. Un par de electrodos apropiados se insertan en el óxido metálico, para medir sus cambios de conductividad en forma de señal.

Gráfico N° 2.3: Esquema de un sensor de estado solido



Fuente: (AGRO ATS, 2010)

Características

Los sensores de estado sólido están entre los más versátiles de todos los sensores, ya que ellos pueden ser usados para detectar una variedad de gases en rangos de ppm bajos o rangos combustibles.

Versatilidad: diferentes características de respuesta de sensores se logran variando los materiales de óxidos metálicos, técnicas de procesamiento y temperatura de operación. Esto permite que los sensores de estado sólido detecten cientos de gases en una variedad de rangos. A menudo, un sistema de monitoreo de gases necesita

monitorear varios gases en concentraciones a baja toxicidad y concentraciones combustibles altas. La flexibilidad y versatilidad de los sensores de estado sólido eliminan o minimizan el uso de otros tipos de sensores que tienen que ser designados y mantenidos diferentemente.

Expectativas de vida: un sensor de estado sólido apropiadamente construido y usado en aplicaciones normales tiene una expectativa de vida superior a los 10 años. Hay instancias en sensores que han estado en operación continua por más de 25 años sin un problema. La simplicidad en la construcción del sensor resulta en un sensor robusto que puede resistir golpes y vibración, y puede construirse para configuraciones con cajas anti explosivas.

Selectividad: generalmente, los sensores de estado sólido tienen una selectividad limitada.

Sensores infrarrojos: Gases cuyas moléculas tienen de dos o más átomos disímiles absorben la radiación infrarroja en largos de ondas específicas. Esta energía absorbida causa que se incremente la temperatura de las moléculas de gas. El cambio de temperatura se mide como una concentración de gas (ver gráfico N° 2.4).

Gráfico N° 2.4: Esquema de un sensor infrarrojo



Fuente: (AGRO ATS, 2010)

Características

Mínimo contacto físico: el monitoreo usando un sensor infrarrojo se logra midiendo la interacción de la radiación infrarroja con las moléculas de gas. Esto es diferente a la mayoría de las otras tecnologías en las cuales los sensores están directamente en contacto con el gas objetivo, que puede causar fallas tempranas. Con sensores infrarrojos, los componentes principales están protegidos por aparatos ópticos y, por

esto, el sensor puede ser usado en forma continua, expuesto a altas concentraciones de gas.

Robusto: los sensores al no estar expuestos directamente al gas, no se queman o se saturan/fallan, ni se alteran debido a una prolongada exposición al gas. Estos problemas son generalmente asociados con otro tipo de sensores. Además, estos son construidos comúnmente para satisfacer requerimientos anti explosivos.

Aplicaciones: los sensores infrarrojos son ideales para aplicaciones de altas concentraciones de hidrocarburos, incluyendo rangos combustibles. También son monitores efectivos para medir el dióxido de carbono.

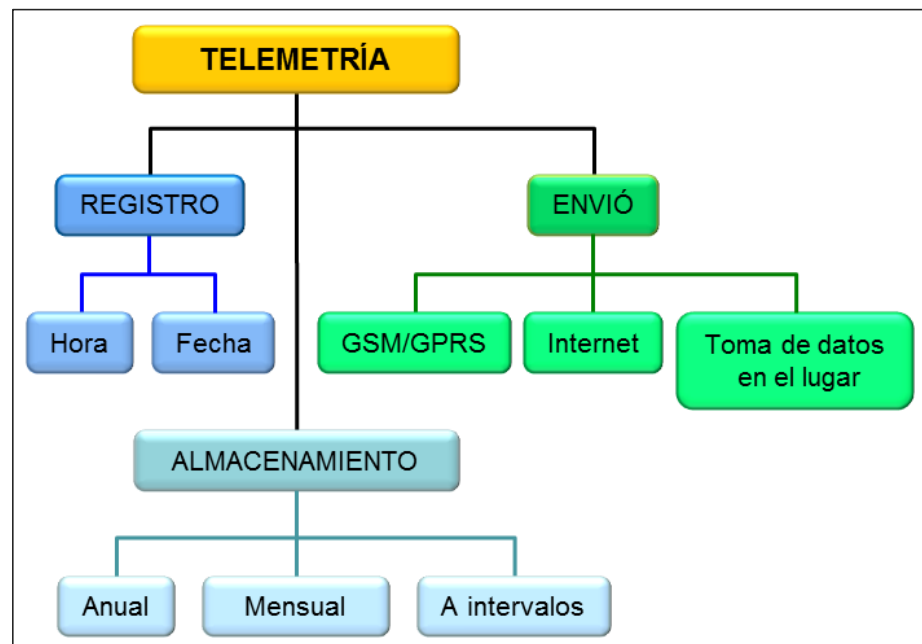
2.2.3. Telemetría

La telemetría (Oyarce, 2009), consiste en la medición de cualquier variable tanto física como eléctrica, medida a través de un sensor o cualquier otro dato que tenga la característica de ser accesible en forma analógica o digital, sin necesidad de estar físicamente en el lugar en donde se realiza.

Dentro del contexto del actual trabajo (Oyarce, 2009), no importará ni la forma ni calidad en que se miden los datos, sino más bien en el cómo se registran, almacenan y envían, ver gráfico N° 2.5. Por registro se entiende la marca de tiempo que se le agrega a la información (hora y fecha). El almacenamiento indicará la cantidad de datos a guardar, lo que permitirá enviar los datos cada cierto intervalo de tiempo y no cada vez que éstos son leídos. Esto último para aminorar costos de envío. La información así guardada se procederá a enviar usando un protocolo y medio de comunicación, la cual será accesible en un centro de control (por ejemplo una planta principal de una compañía, la oficina de control de una fábrica o desde un servidor en la oficina del gerente de la empresa) para su posterior procesamiento o creación de datos estadísticos.

Dentro de las aplicaciones para telemetría se encuentran las estaciones meteorológicas, las cuales miden humedad, temperatura y presión dentro de un sector o lugar geográfico predeterminado. En este ámbito, la telemetría tiene una gran utilidad ya que permite almacenar una gran cantidad de datos en lugares geográficamente apartados como hay en el Perú, sin la necesidad de estar recorriendo todo el territorio, obteniendo así información estadística casi inmediata. Otro caso son los sismógrafos, los cuales deben estar distribuidos en una gran área para medir el efecto y alcance de un sismo.

Gráfico N° 2.5: Esquema del concepto de telemetría



Fuente: (Oyarce, 2009)

2.2.4. Redes inalámbricas

El término red inalámbrica (Kioskea, 2014) (Wireless network) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión, sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de los puertos.

Una de sus principales ventajas es notable en los costos, ya que se elimina todo el cable Ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

En la actualidad las redes inalámbricas son una de las tecnologías más prometedoras, que se detallan en el gráfico N° 2.6.

Existen dos categorías de las redes inalámbricas; la primera para larga distancia: estas son utilizadas para distancias grandes como puede ser otra ciudad u otro país, y el segundo corta distancia: son utilizadas para un mismo edificio o en varios edificios cercanos no muy alejados.

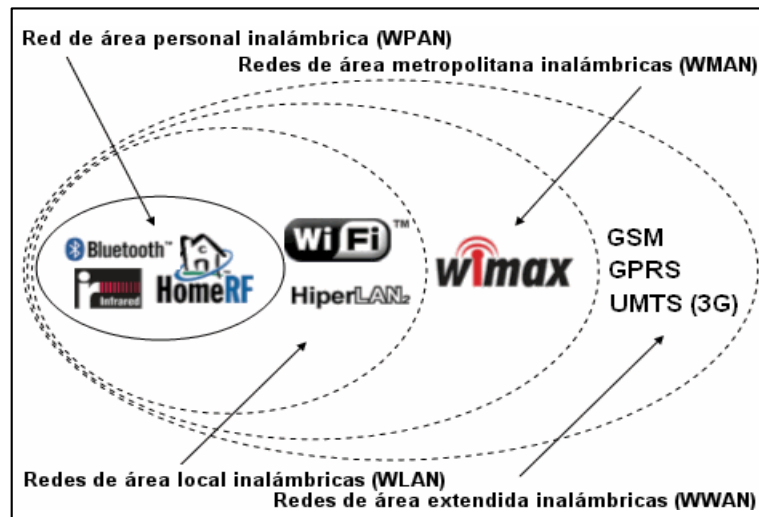
Según su cobertura, se pueden clasificar en diferentes tipos:

A. Redes inalámbricas de área personal (WPAN)

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de

red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador sin conexión por cables. También se pueden conectar de forma inalámbrica dos ordenadores cercanos. Se usan varios tipos de tecnología para las WPAN:

Gráfico N° 2.6: Cobertura y estándares de las redes inalámbricas



Fuente: (Kioskea, 2014)

La tecnología principal WPAN es Bluetooth, lanzado por Ericsson en 1994. Ofrece una velocidad máxima de 1 Mbps con un alcance máximo de unos treinta metros. La tecnología Bluetooth, también conocida como IEEE 802.15.1, tiene la ventaja de tener un bajo consumo de energía, algo que resulta ideal para usarla en periféricos de pequeño tamaño.

HomeRF (Home Radio Frequency), lanzada en 1998 por HomeRF Working Group (que incluye a los fabricantes Compaq, HP, Intel, Siemens, Motorola y Microsoft, entre otros) ofrece una velocidad máxima de 10 Mbps con un alcance de 50 a 100 metros sin amplificador. A pesar de estar respaldado por Intel, el estándar HomeRF se abandonó en enero de 2003, en gran medida porque los fabricantes de procesadores empezaron a usar la tecnología Wi-Fi en placa (tecnología Centrino, que incluía un microprocesador y un adaptador Wi-Fi en un solo componente).

La tecnología Zigbee (también conocida como IEEE 802.15.4) también se puede utilizar para conectar dispositivos en forma inalámbrica a un coste muy bajo y

con bajo consumo de energía. Resulta particularmente adecuada porque se integra directamente en pequeños aparatos electrónicos (como, por ejemplo, electrodomésticos, sistemas estéreos y juguetes). Zigbee funciona en la banda de frecuencia de 2.4 GHz y en 16 canales, y puede alcanzar una velocidad de transferencia de hasta 250 Kbps con un alcance máximo de unos 100 metros.

Por último, las conexiones infrarrojas se pueden utilizar para crear conexiones inalámbricas en un radio de unos pocos metros, con velocidades que puedan alcanzar unos pocos megabits por segundo. Esta tecnología se usa ampliamente en aparatos electrónicos del hogar (como los controles remotos), pero puede sufrir interferencias debidas a las ondas de luz. La irDA (Infrared Data Association), creada en 1995, tiene más de 150 miembros.

B. Wireless Local Area Network (WLAN)

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en HIPERLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), un estándar del grupo ETSI, o tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

C. Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (Worldwide interoperability for microwave access), es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (local multipoint distribution service).

D. Wireless Wide Area Network (WWAN)

Una WWAN difiere de una WLAN (wireless local area network) en que usa tecnologías de red celular de comunicaciones móviles como WiMAX (aunque se aplica mejor a Redes WMAN), UMTS (universal mobile telecommunications system), GPRS, EDGE, CDMA2000, GSM, CDPD, Mobitex, HSPA y 3G para transferir los datos. También incluye LMDS y Wi-Fi autónoma para conectar a internet.

2.2.5. Red GSM y GPRS

Alcance y definiciones (Bibing.us.es, 2010)

La red GSM corresponde a un estándar de comunicación móvil cuyas siglas significan Global System for Mobil Communication. GSM es el estándar más popular para teléfonos celulares usado sobre más de 3000 millones de personas en 212 países.

Debido a que los canales tanto de señales como del habla son digitales, hace que sea fácil construirlo en un sistema. Entre las ventajas se encuentra la posibilidad de cambiar de portadora sin cambiar el celular, es decir, se puede cambiar de ISP (Internet Service Provider), sin necesidad de cambiar el hardware. Además las compañías se benefician al poder adquirir cualquier equipo que soporte este estándar, ya que es más fácil administrar un único número, y que no se tenga que cambiar cada vez que se adquiere un nuevo hardware.

Luego en el año 1997 salió una nueva versión del estándar que permite el envío de paquetes de datos llamado GPRS (General Packet Radio Service). Luego en el año 1999 salía la versión EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) que logra alta velocidad transmisión de datos. La ventaja de todo esto es que las nuevas tecnologías utilizan las mismas infraestructuras de la red GSM actual, por lo que no es necesaria una mayor inversión. Además se ha visto el avance de nuevos estándares, para lograr alcanzar mayores tasas de transmisión como son las tecnologías 3.5G (HSPA y UMTS) y lo más nuevo la 4G (HSOPA, LTE). Esto indica que la red GSM tendrá uso asegurado por unos cuantos años, en una época en que no se sabe si una nueva tecnología pasará una semana sin que aparezca otra mejor. Debido a la estructura del sistema de telemetría, basado en etapas, será posible actualizar el prototipo, de manera totalmente transparente, a otras tecnologías que aparezcan.

Estructura de una red GSM: El funcionamiento de la red GSM se basa en células las cuales se relacionan directamente con las antenas a las cuales se conectan. Así un celular busca directamente en su vecindad por la conectividad a estas células. La estructura se muestra en el gráfico N° 2.7.

Se observa que el acceso a toda la red parte desde unas estaciones llamadas BTS (Base Transceiver Station).

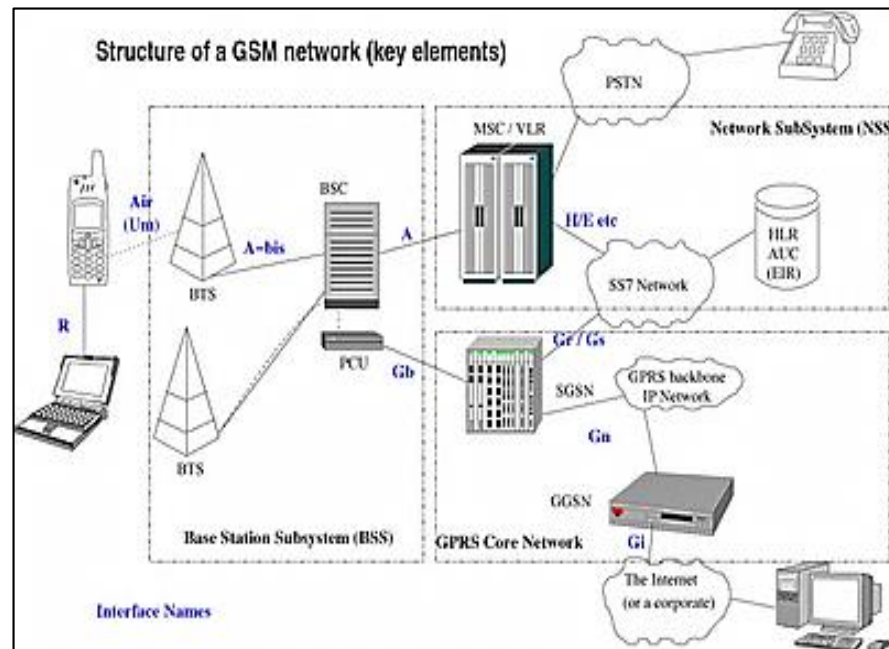
El mayor alcance entre éstas y un móvil son de a lo más 35 Km, pero esto depende enormemente de la potencia de la antena, su ganancia y de las condiciones de propagación. Éstas, son la parte visible de la red y son posibles encontrarlas

prácticamente en cualquier lugar debido a su masificación, sobre todo en grandes ciudades.

Luego son estas antenas, además de las estaciones de control, lo que forman el llamado BSS (Base Station Subsystem). A partir de este punto la red se interconecta con dos núcleos, el GPRS Core Network, que permite el envío y recepción de paquetes IP, y el NSS (Network Subsystem) que permite realizar las llamadas. Todo lo anterior se combina para producir los servicios de la red como son llamadas de voz o mensajería instantánea (SMS: Short Message Service).

Rango de frecuencias: El rango de frecuencias en el cual opera depende tanto del país como de la tecnología. Entre los rangos más utilizados se encuentran la banda de 850, 900, 1800 y 1900 MHz. En estos se utiliza la multiplexión temporal para permitir más canales dentro de cada rango. Por ejemplo en la banda de los 900 MHz, se utiliza una banda de 25 MHz dentro de la portadora principal, dentro del cual se divide en 124 portadoras con un ancho de 200 KHz. La multiplexión permite así 8 canales a tasa completa o 16 a media tasa por cada canal de radiofrecuencia.

Gráfico N° 2.7: Estructura de la Red GSM



Fuente: (Bibing.us.es, 2010)

Existen otros rangos, pero son utilizados por unos pocos países, debido principalmente a que tienen ya alguna otra utilidad, y en general estas frecuencias son las estandarizadas a nivel mundial.

Tarjeta SIM

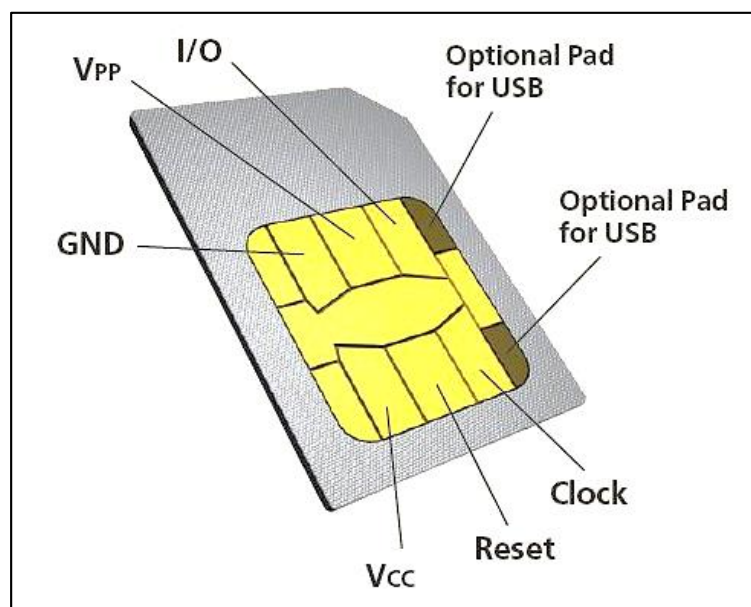
La tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) es una de las características más esenciales de una red GSM. En ella se encuentra tanto la información del usuario como de su proveedor de servicio de red e incluso su agenda telefónica. Su apariencia es como en el gráfico N° 2.8.

Es esta tarjeta la que permite cambiar de equipos sin cambiar de proveedor, o por otro lado, cambiar de proveedor cambiando la tarjeta sin cambiar el equipo. Sin embargo en algunos países, los equipos sólo permiten un proveedor de servicios, bloqueando al resto. Esto se realiza porque cada compañía que provee los servicios de red GSM, subsidia los equipos que venden para no tener competencia. Este bloqueo se realiza a través del número IMEI (Internacional Mobile Equipment Identity), el cual es único para cada equipo y que lo identifica incluso entre celulares del mismo modelo, país y ciudad.

A través de esta tarjeta, el módem se conectará a la red GSM y en ella se basarán todos los servicios disponibles, como llamadas de voz, SMS y conectividad a Internet.

Para esto último, sin embargo, el precio de conectarse y bajar por ejemplo una página web es demasiado elevado en comparación con otras formas de conexión. Por esto es que algunas compañías ofrecen planes especiales para bajar datos por GSM, logrando aminorar los costos.

Gráfico N° 2.8: Tarjeta SIM



Fuente: (Bibing.us.es, 2010)

GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) es una evolución de la red GSM. Permite una mayor tasa de transmisión a un mayor ancho de banda. La característica principal es que utiliza la misma tecnología disponible para la red GSM, por lo que implementarla no requiere una mayor inversión.

Entre los servicios que puede ofrecer se encuentran:

- MMS (Multimedia Message Service).
- WAP (Wireles Application Protocol).
- PPP (Servicio Punto a Punto).
- SMS (Short Message Service).
- Servicios de Internet (email, http, www, etc.).

Dependiendo de la conexión, ésta puede llamarse de Clase A (se conecta usando GSM y GPRS al mismo tiempo), Clase B (puede conectarse usando GSM o GPRS, pero sólo uno a la vez, realizándolo de manera automática) o Clase C (se conecta a uno u otro, pero el cambio debe ser hecho manualmente).

La principal diferencia entre GPRS y GSM es su tasa de transferencia. Sin embargo, la latencia en GPRS es de entre 600 y 700 ms, llegando incluso al segundo. La tabla N° 2.2, muestra las tasas para cada tecnología.

GSM utiliza CSD (Circuit Switch Data) para bajar datos y se caracteriza porque el cobro por el servicio del operador de red se hace por tiempo transcurrido de conexión. Esto ya que la conexión de Circuito Conmutado crea un canal entre el origen y destino y se mantiene por el tiempo que dura esto. Además, necesita un tiempo inicial para generar la conexión. En GPRS se factura por paquete transferido, por lo que en algunos casos en los que los datos a enviar son pequeños y sólo se realizan cada cierto tiempo, esta tecnología logra aminorar costos de conexión.

Tabla N° 2.2: Velocidad de transferencia entre GSM y GPRS

Tecnología	Descarga (kbit/s)	Subida (kbit/s)	Configuración
CSD	9.6	9.6	1+1
HSCSD	28.8	14.4	2+1
HSCSD	43.2	14.4	3+1
GPRS	80	20.0 (Clase 8 & 10 y CS-4)	4+1
GPRS	60	40 (Clase 10 y CS-4)	3+2
EGPRS (EDGE)	236.8	59.2 (Clase 8, 10 y MCS-9)	4+1
EGPRS (EDGE)	177.6	118.4 (Clase 10 y MCS-9)	3+2

Fuente: (Bibing.us.es, 2010)

Para lograr conectarse a la red, GPRS tiene primero que acceder a ella a través de los llamados APN (Access Point Name), utilizando un nombre de usuario y clave. Estos datos son provistos por el operador de red.

2.2.6. Comandos AT

De (Sim Com, 2006), los comandos AT son el estándar más utilizado para la comunicación entre un módem y un módulo cualquiera. Debido a su gran simplicidad, es que se ha convertido prácticamente en el único estándar. Aun cuando los comandos se encuentran casi todos establecidos, se ha hecho popular que cada fabricante realice sus propios comando AT con la misma sintaxis, pero que realizan funciones más complejas o tareas autónomas.

La sintaxis de los comandos AT viene dada por las iniciales AT, más un signo +, y luego algunos caracteres que indican la función a realizar. Dependiendo de esto, los comandos se dividen en comando de acción, que modifican o ajustan una configuración o variable, y los comandos de tipos de parámetros que preguntan al módem por la cantidad de valores permitidos por cada variable o cual es el valor actual de ella. Los comandos AT más comunes se muestran en la tabla N° 2.3.

Por ejemplo, si se tiene cierta configuración, y se desea guardar para que no se pierda en caso de reiniciar el módem se ingresa AT&W. Si se enciende el módem y se desea saber si la tarjeta SIM se encuentra lista se ingresa: AT+CPIN?.

Es posible que los usuarios más avanzados necesiten controlar sus módems de manera directa, usando los comandos AT.

La adopción de este estándar hizo el desarrollo de controladores específicos para distintos módems superfluo.

El uso de un programa de comunicaciones tal como Windows Hyper terminal, puede emitir comandos directamente desde el modo terminal del programa de comunicaciones del módem. Al usar el juego de comandos AT, se puede instruir al módem para que realice una función en particular. Por ejemplo, puede dirigir al módem para marcar (ATD<número>), responder (ATA) y colgar (ATHO) con los comandos apropiados. Estos comandos son los mismos que usa el software de comunicaciones para control del módem, sólo que los usa de un modo transparente para el usuario. Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales.

Tabla N° 2.3: Comandos AT más utilizados

Comando AT	Descripción
ATA	1) Se pone en modo respuesta y espera una señal portadora del módem remoto 2) Espera 7 seg. y colgará si no se detecta portadora
ATD<número>	1) Descuelga y llama al número de teléfono solicitado 2) Espera un tono de llamada antes de marcar 2.1) Si no se detecta ese tono en 6 seg., el módem devuelve código de resultado "no dial tone" 2.2) Si se detecta el tono el módem espera 7 seg. 2.2.1) Si no establece conexión el módem vuelve al estado de comandos 2.2.2) Si se establece conexión el módem entra en el estado on-line
ATE	Eco Nota: Los comandos introducidos en el módem vuelven por eco al PC (por defecto)
ATH	Descuelga el teléfono Nota: Normalmente se utilizan: 1) Un segundo silencio 2) +++ 3) ATH
ATI	Revisa la ROM del módem (checksum)
ATL	Programa el volumen del altavoz
ATM	Programa conexión/desconexión del altavoz
ATO	Vuelve a estado on-line desde el estado de comandos Nota: permite retomar una conexión ya en marcha
ATQ	Programa los códigos de resultado a ON/OFF
ATS	Visualiza/cambia contenidos de los registros S.
ATV	Envía códigos de resultado en palabras o números
ATW	Envía "códigos del progreso de la negociación"
ATX	Programa códigos de resultado.

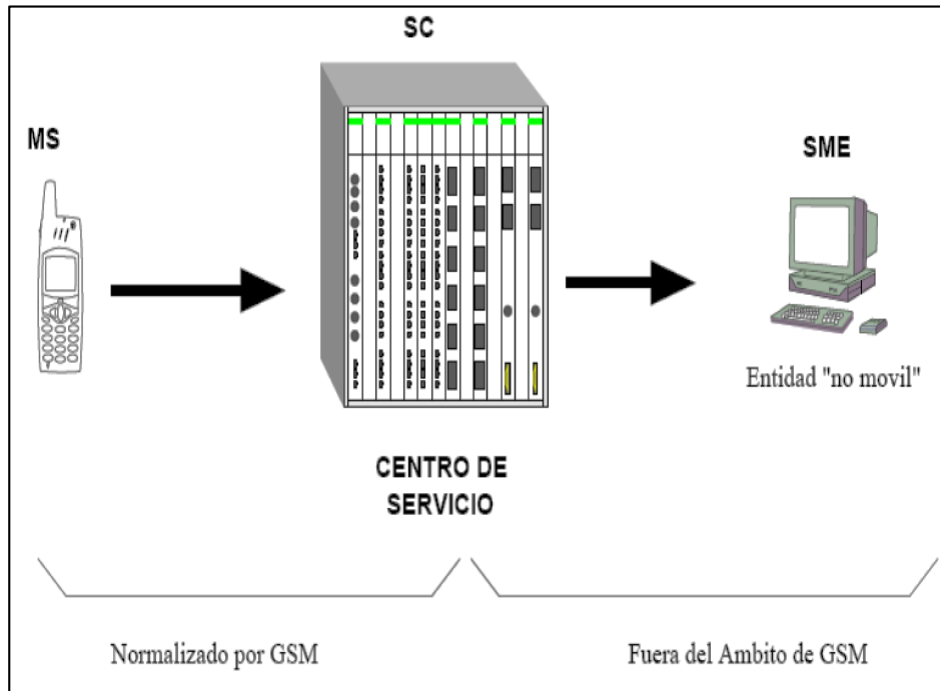
Fuente: (Sim Com, 2006)

2.2.7. Servicio SMS

Según (Bibing.us.es, 2010), el servicio SMS, esquematizado en el gráfico N° 2.9, permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC). El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio de valor añadido- un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones, como puede ser uno de los exitosos sistemas de televoto actuales.

En la norma GSM sólo se especifica la parte de comunicaciones entre las estaciones móviles (MS) y el Centro de servicio. La comunicación entre el Centro de Servicio y las entidades fijas, queda fuera del ámbito de esta norma.

Gráfico N° 2.9: Estructura del servicio SMS



Fuente: (Bibing.us.es, 2010)

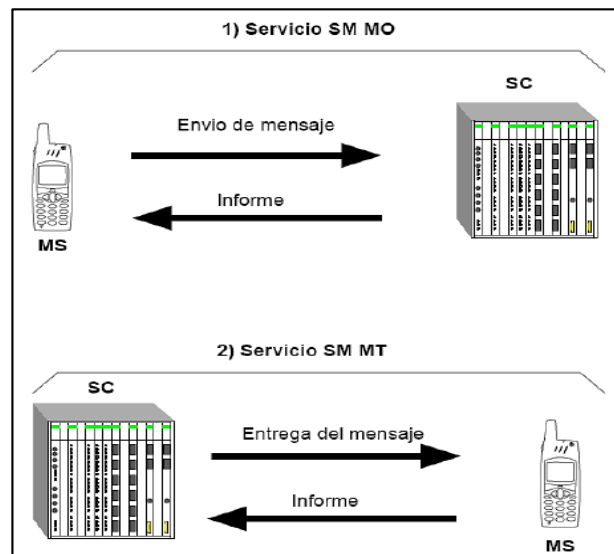
El servicio SMS se divide en dos servicios básicos, ver el gráfico N° 2.10.

- a. SM MT (Short Message Mobile Terminated Point-to-Point): Servicio de entrega de un mensaje desde el SC hasta una MS, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.
- b. SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-Point): Servicio de envío de un mensaje desde una MS hasta un SC, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.

Arquitectura: La estructura básica de la red para el servicio SMS consta de las siguientes entidades:

- MS: Estación móvil.
- MSC: Centro de conmutación.
- SMS-GMSC: MSC pasarela para el servicio de mensajes cortos (Servicio SMMT).
- SMS-IWMSC: MSC de interconexión entre PLMN y el SC (Servicio SM MO).
- SC: Centro de Servicio.
- HLR, y YLR.

Gráfico N° 2.10: Servicios básicos SMMO y SMMT



Fuente: (Bibing.us.es, 2010)

Modelo de capas: Para la descripción detallada de la arquitectura, se utiliza un modelo de capas, en el que cada capa o nivel proporciona un servicio a la capa superior, y este servicio se implementa mediante el protocolo correspondiente. La arquitectura se divide en 4 capas:

- SM-AL (Short Message Application Layer): Nivel de aplicación.
- SM-TL (Short Message Transfer Layer): Nivel de transferencia. Servicio de transferencia de un mensaje corto entre una MS y un SC (en ambos sentidos) y obtención de los correspondientes informes sobre el resultado de la transmisión. Este servicio hace abstracción de los detalles internos de la red, permitiendo que el nivel de aplicación pueda intercambiar mensajes.
- SM-RL (Short Message Relay Layer): Nivel de repetición. Proporciona un servicio al nivel de transferencia que le permite enviar TPDU (Transfer Protocol Data Units) a su entidad gemela.
- SM-LL (Short Message Lower Layéis): Niveles inferiores.

Aplicaciones (Estrada & Reinoso, 2009; Gutiérrez, 2010)

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

- Mensajes de persona a persona: Los usuarios de telefonía móvil utilizan comúnmente el SMS para comunicarse con otro usuario móvil de su misma operadora e incluso de una operadora diferente.

- Alertas de e-mail: Los SMS permiten notificar al usuario que tiene un nuevo e-mail. Este mensaje usualmente contiene la dirección de quien envía, el título y unas pocas palabras del inicio de e-mail.
- Servicios de localización: Aplicado a la localización de vehículos, integra un sistema de posicionamiento global (GPS). Los datos de longitud y latitud son transferidos a un terminal móvil. El terminal por medio de un SMS envía estos datos a un servidor donde se procesan.
- Supervisión remota: Puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber.

2.2.8. Microcontrolador PIC18F2550

Introducción (García, 2008)

Microchip ha lanzado varias gamas de PIC con elevadas prestaciones, los PIC18, los PIC24 y los dsPIC. Con la gama alta, Microchip mantiene la arquitectura básica que tan buenos resultados ha obtenido con la gama baja, media y además reduce sus limitaciones. Los PIC18F2550 tienen una arquitectura RISC avanzada Harvard con 16 bits de bus de programa y 8 bits de bus de datos. El gráfico N° 2.11 muestra su configuración de pines.

Principales características

- Arquitectura RISC avanzada, hardware de 16 bits con 8 bits de datos.
- Hasta 64KB de memoria de programa y 77 instrucciones.
- Multiplicador Hardware 8x8.
- Hasta 3968 bytes de RAM y 1KBytes de EEPROM.
- Frecuencia máxima de reloj 48 MHz.
- Pila de 32 niveles.
- Múltiples fuentes de interrupción.
- Periférico de comunicación serial EUSART.
- Bus serie universal USB.
- Temporizadores: TMR0, TMR1, TMR2 y TMR3.
- Módulos Captura/Comparación/PWM (CCP).
- Módulo mejorado de CAPTURA/COMPARACIÓN/PWM (ECCP).

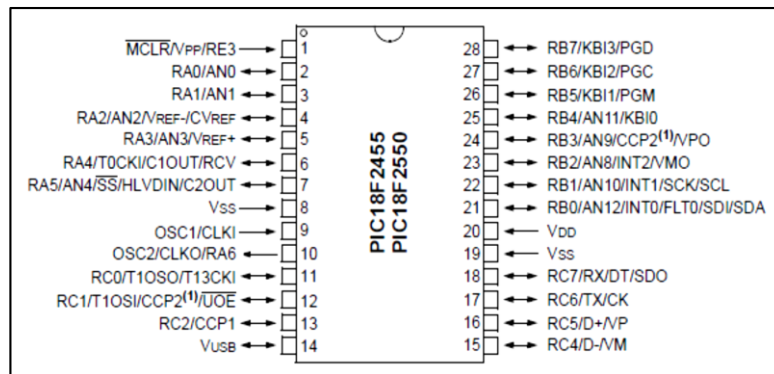
- Módulo convertidor de 10-bit analógico digital (A/D).

Arquitectura

En el gráfico N° 2.12 se muestra la arquitectura del microcontrolador PIC18F2550, el cual dispone de buses diferentes para el acceso a la memoria de programa y a la memoria de datos (arquitectura Harvard):

- Bus de la memoria de programa: 21 líneas de dirección y 16/8 líneas de datos (16 líneas para instrucciones / 8 líneas para datos).
- Bus de la memoria de datos: 12 líneas de dirección y 8 líneas de datos.

Gráfico N° 2.11: Configuración de pines del microcontrolador PIC18F2550



Fuente: (García, 2008)

Esto permite acceder simultáneamente a la memoria de programa y a la memoria de datos. Es decir, se puede ejecutar una instrucción (lo que por lo general requiere acceso a la memoria de datos) mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción (proceso pipeline).

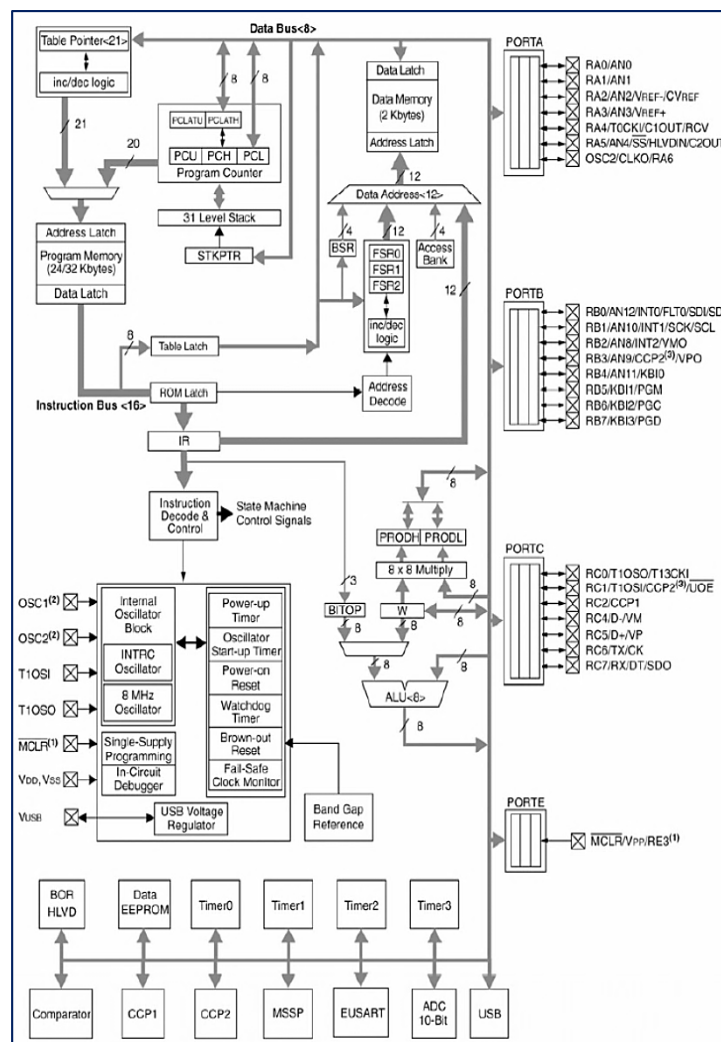
Organización de la memoria

El PIC18F2550 dispone de las siguientes memorias:

- Memoria de programa: Memoria FLASH interna de 32.768 bytes:
 - Almacena instrucciones y constantes/datos.
 - Puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución del programa mediante unos punteros.
- Memoria RAM de datos: Memoria SRAM interna de 1.536 bytes en la que están incluidos los registros de función especial:

- Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa. Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones.
- Memoria EEPROM de datos: Memoria no volátil de 256 bytes.
 - Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación.
 - Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros.
- Pila: Bloque de 31 palabras de 21 bits.
 - Almacena la dirección de la instrucción que debe ser ejecutada después de una interrupción o subrutina.
- Memoria de configuración: Memoria en la que se incluyen los bits de configuración (12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2 bytes de memoria de sólo lectura).

Gráfico N° 2.12: Arquitectura del microcontrolador PIC18F2550



Fuente: (García, 2008)

Esto permite acceder simultáneamente a la memoria de programa y a la memoria de datos. Es decir, se puede ejecutar una instrucción (lo que por lo general requiere acceso a la memoria de datos) mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción (proceso pipeline).

Memoria de programa

El PIC18F2550 posee una capacidad máxima de memoria de programa de 2M x 16 bits (1FFFFFFH-000000H), de los cuales solo se encuentra disponible 32.768 x 16 bits (7FFFFH-00000H), como se ve en gráfico N° 2.13.

Las instrucciones ocupan 2 bytes (excepto las instrucciones CALL, MOVFF, GOTO y LSFR que ocupan 4). Por lo tanto, la memoria de programa puede almacenar hasta 16.384 instrucciones.

Primero se almacena la parte baja de la instrucción y luego la parte alta (para las instrucciones de 4 bytes primero los bytes menos significativos y luego los más significativos). Las instrucciones siempre empiezan en direcciones pares. La operación de lectura en la posición de memoria por encima de 7FFFFH da '0' como resultado (equivalente a la instrucción NOP).

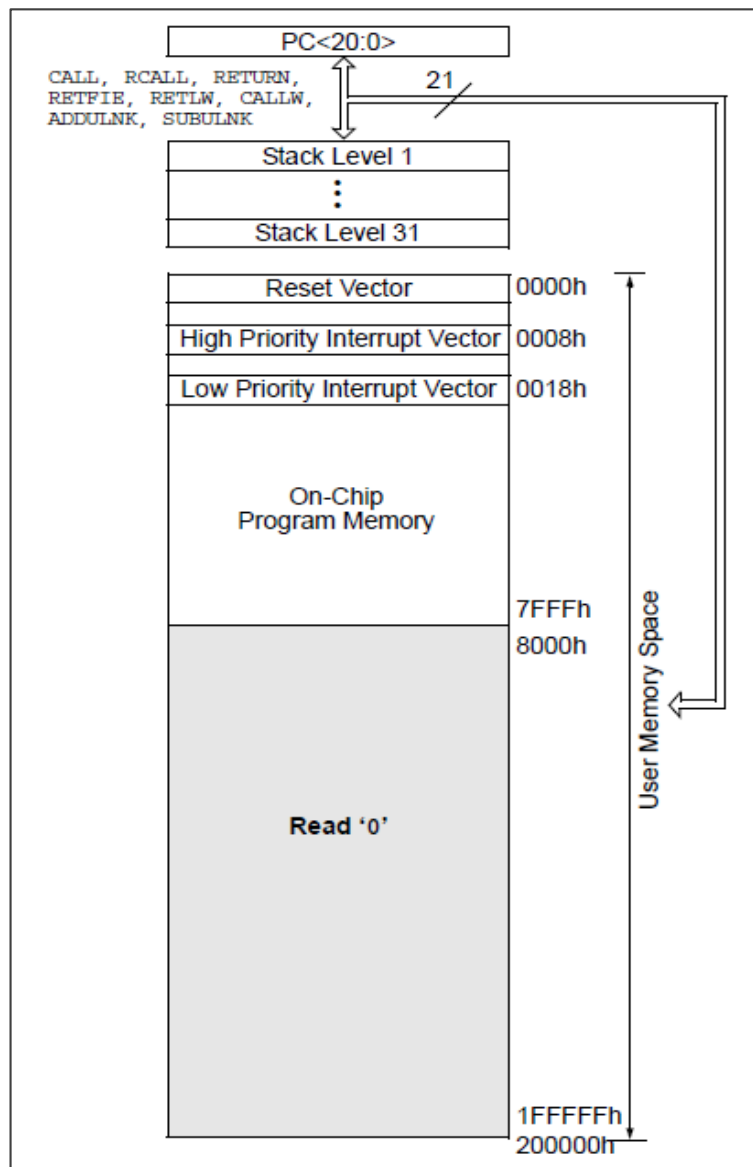
Direcciones especiales de la memoria de programa:

- La vectorización del Reset es 0000H.
- La vectorización de las interrupciones de alta prioridad ocupa la dirección de la memoria de programa: 0008H.
- La vectorización de las interrupciones de baja prioridad ocupa la dirección de la memoria de programa: 0018H.

La memoria de programa puede ser leída, borrada y escrita durante la ejecución del programa. La operación que se utiliza normalmente en tiempo de ejecución es la de lectura de tablas o datos almacenados en programa.

Contador de programa: El PC (contador de programa) tiene 21 bits (PCU, PCH y PCL). El bit menos significativo del PC apunta a BYTES, no a WORDs, por lo que es "0". El PC se incrementa de dos en dos. Se dispone de los correspondientes registros auxiliares PCLATU y PCLATH para actuar de forma combinada con el PC cuando éste se escribe o se lee.

Gráfico N° 2.13: Memoria de programa del PIC18F2550



Fuente: (García, 2008)

Memoria de configuración: Se trata de un bloque de memoria situado a partir de la posición 30000H de la memoria de programa (más allá de la zona de memoria de programa de usuario). En esta memoria de configuración se incluyen:

- Bits de configuración: contenidos en 12 bytes de memoria flash permiten la configuración de algunas opciones del PIC como:
 - Opciones del oscilador.
 - Opciones de reset.
 - Opciones del Watchdog.
 - Opciones de la circuitería de depuración y programación.

- Opciones de protección contra escritura de la memoria de programa y de la memoria EEPROM de datos.

Estos bits se configuran generalmente durante la programación C, o pueden ser leídos y modificados durante la ejecución del programa.

- Registros de identificación: se trata de dos registros situados en las direcciones 3FFFFEH y 3FFFFFFH que contienen información del modelo y revisión del dispositivo. Son registros de sólo lectura y no pueden ser modificados por el usuario.

Pila: La Pila es un bloque de memoria RAM independiente de 31 palabras de 21 bits y un puntero de 5 bits, que sirve para almacenar temporalmente el valor del PC cuando se produce una llamada a una subrutina o interrupción.

El "Top Of Stack" es accesible se puede leer y escribir (será conveniente quitar previamente las interrupciones). El puntero de pila (contenido en el registro STKPTR) es un contador de 5 bits que indica la posición actual del final de pila. El contenido del final de pila es accesible mediante los registros TOSU, TOSH, TQSL.

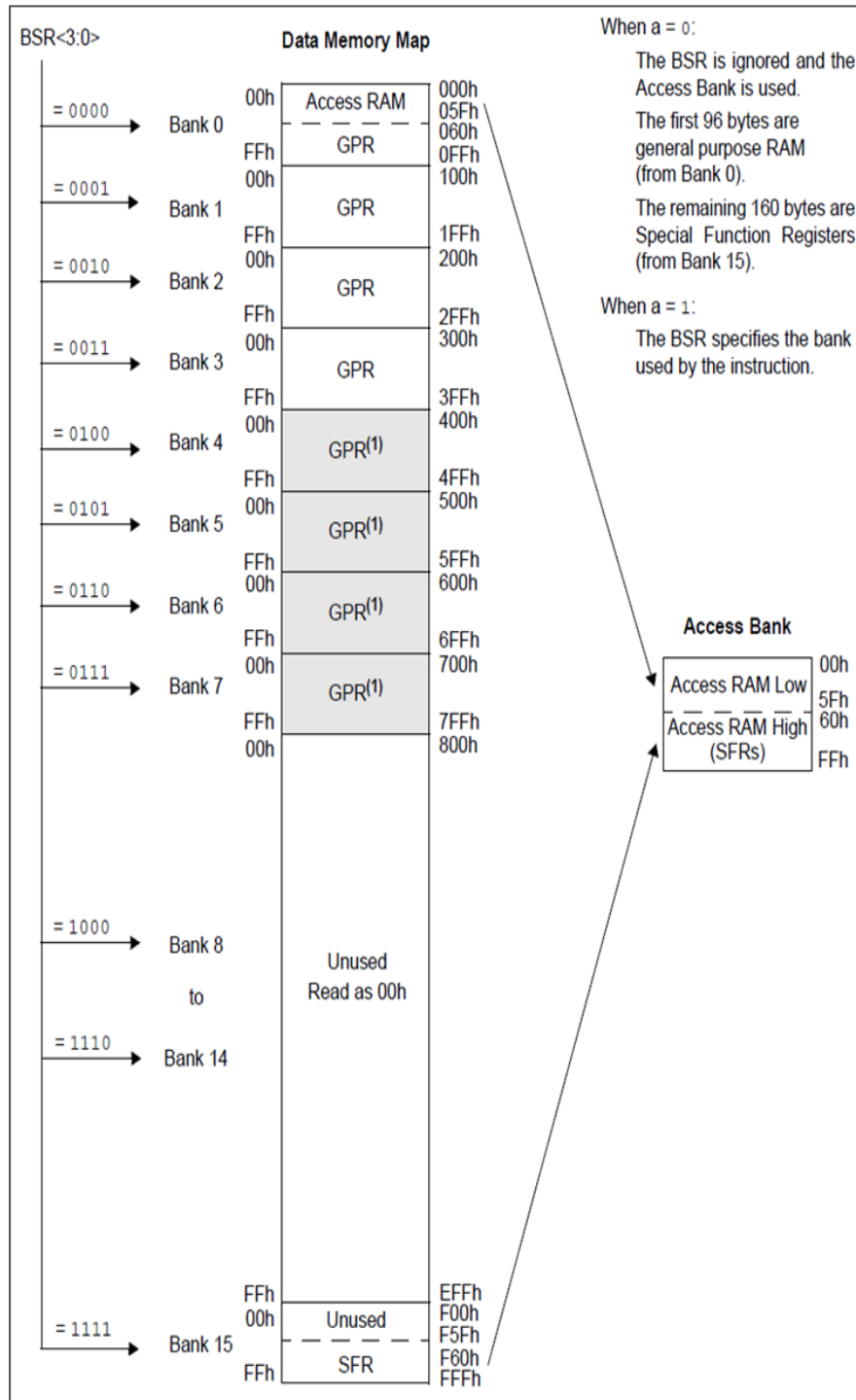
Cuando se procesa una interrupción o se ejecutan las instrucciones CALL o RCALL (el PC está apuntando a la siguiente instrucción) se incrementa el STKPTR y se almacena el valor del PC en el final de pila. Cuando se ejecutan las instrucciones RETURN, RETLW o RETFIE se copia en el PC el valor almacenado en la cima de pila y se decrementa el STKPTR.

Memoria de datos

Los PIC18 tienen hasta un total de 4 KB agrupados en 16 bancos, con 256 bytes cada uno. Como en el resto de las gamas, existen los registros de propósito general GPR y los registros especiales SFR; éstos últimos se sitúan en la zona más alta (desde F00h hasta FFFh). El PIC18F2550 dispone una RAM de datos 1.536 bytes (6 bancos de 256 bytes).

Además, dispone de 126 bytes dedicados a los registros de función especial (SFRs) situados en la parte alta del banco 15 que muestra en el gráfico N° 2.14.

Gráfico N° 2.14: Memoria de datos del PIC18F2550



Fuente: (García, 2008)

Para acceder a un byte de la RAM de datos primero se debe seleccionar el banco al que pertenece el byte mediante el registro de selección de banco (BSR) y, a continuación, direccionar el byte dentro del banco. Además existe una modalidad de

acceso rápido a las 126 posiciones de la parte baja del banco 0 y a los 126 bytes de SFR.

La memoria RAM de datos se compone de registros de propósito general (GPRs), los cuales pueden ser utilizados por el usuario y de registros de función especial (SFRs), con los cuales se puede monitorizar/controlar el funcionamiento de la CPU y de las unidades funcionales del PIC. En el PIC18F2550 se sitúa en el bloque de memoria de 0xF60 a 0xFFF, como se observa en el gráfico N° 2.15. Se distinguen dos conjuntos de SFRs:

- SFRs asociados con el núcleo del PIC: CPU: WREG, STATUS, BSR, etc.; Interrupciones: INTCON, PIE1, PIR1, IPRI, etc.; Reset: RCON.
- SFRs asociados con las modalidades funcionales: Timers: TOCON, TMR1H, TMR1L, TICQN, etc.; Convertidor ADC: ADRESH, ADRESL, ADCON0, ADCON1, etc.; EUSART: TXREG, TXSTA, RCSTA, etc.; CCP: CCPRIH, CCPRIH, CCPICON, etc. y MSSP: SSPSTAT, SSPDATA, SSPCFG, etc. Puertos de E/S: TRISA, PORTA, TRISB, PORTB, TRISC, PORTC, etc.

Memoria EEPROM: El PIC18F2550 dispone una memoria EEPROM de datos de 256 bytes. Al ser una memoria no volátil, los datos almacenados en ella se mantienen en ausencia de tensión de alimentación.

El acceso a esta memoria se realiza mediante los SFRs: EECON1, EECON2, EEDATA y EEADR. Esta memoria permite hasta 1.000.000 de ciclos de borrado/escritura. Se puede leer/escribir de forma individual en cada una de las 256 posiciones de memoria. La duración de un ciclo completo de borrado/escritura de un byte en la memoria EEPROM es de unos 4 ms.

Modos de direccionamiento: El modo de direccionamiento es la forma en la que se obtienen los datos a ser utilizados en la instrucción. Existen 4 modos de direccionamiento: inherente, literal, directo e indirecto.

- Modo de direccionamiento inherente: En este modo, o bien la instrucción no tiene operando o bien el operando viene especificado en el propio código de operación de la instrucción.
- Modo de direccionamiento literal: En este modo, el valor del operando viene indicado de forma explícita en la instrucción.
- Modo de direccionamiento directo: La dirección en la que se encuentra el valor del operando viene indicada de forma explícita en la instrucción.

- Modo de direccionamiento indirecto: en este modo, la dirección de memoria en la que se encuentra el dato viene especificado en uno de los registros FSR0, FSR1 y FSR2.

Gráfico N° 2.15: Registros de función especial de la memoria de datos

Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name
FFh	TOSU	FDh	INDF2 ⁽¹⁾	FBFh	CCPR1H	F9h	IPR1	F7Fh	UEP15
FEh	TOSH	FDEh	POSTINC2 ⁽¹⁾	FBEh	CCPR1L	F9Eh	PIR1	F7Eh	UEP14
FFDh	TOSL	FDDh	POSTDEC2 ⁽¹⁾	FBDh	CCP1CON	F9Dh	PIE1	F7Dh	UEP13
FFCh	STKPTR	FDCh	PREINC2 ⁽¹⁾	FBCh	CCPR2H	F9Ch	__ ⁽²⁾	F7Ch	UEP12
FFBh	PCLATU	FD8h	PLUSW2 ⁽¹⁾	FBBh	CCPR2L	F9Bh	OSCTUNE	F7Bh	UEP11
FFAh	PCLATH	FDAh	FSR2H	FBAh	CCP2CON	F9Ah	__ ⁽²⁾	F7Ah	UEP10
FF9h	PCL	FD9h	FSR2L	FB9h	__ ⁽²⁾	F99h	__ ⁽²⁾	F79h	UEP9
FF8h	TBLPTRU	FD8h	STATUS	FB8h	BAUDCON	F98h	__ ⁽²⁾	F78h	UEP8
FF7h	TBLPTRH	FD7h	TMR0H	FB7h	ECCP1DEL	F97h	__ ⁽²⁾	F77h	UEP7
FF6h	TBLPTRL	FD6h	TMR0L	FB6h	ECCP1AS	F96h	TRISE ⁽³⁾	F76h	UEP6
FF5h	TABLAT	FD5h	TOCON	FB5h	CVRCON	F95h	TRISD ⁽³⁾	F75h	UEP5
FF4h	PRODH	FD4h	__ ⁽²⁾	FB4h	CMCON	F94h	TRISC	F74h	UEP4
FF3h	PRODL	FD3h	OSCCON	FB3h	TMR3H	F93h	TRISB	F73h	UEP3
FF2h	INTCON	FD2h	HLVDCON	FB2h	TMR3L	F92h	TRISA	F72h	UEP2
FF1h	INTCON2	FD1h	WDTCON	FB1h	T3CON	F91h	__ ⁽²⁾	F71h	UEP1
FF0h	INTCON3	FD0h	RCON	FB0h	SPBRGH	F90h	__ ⁽²⁾	F70h	UEP0
FEFh	INDF0 ⁽¹⁾	FCFh	TMR1H	FAFh	SPBRG	F8Fh	__ ⁽²⁾	F6Fh	UCFG
FEeh	POSTINC0 ⁽¹⁾	CEh	TMR1L	FAeh	RCREG	F8eh	__ ⁽²⁾	F6eh	UADDR
FEDh	POSTDEC0 ⁽¹⁾	FCDh	T1CON	FADh	TXREG	F8dh	LATE ⁽³⁾	F6dh	UCON
FECh	PREINC0 ⁽¹⁾	FCCh	TMR2	FACH	TXSTA	F8Ch	LATD ⁽³⁾	F6Ch	USTAT
FEbh	PLUSW0 ⁽¹⁾	FCBh	PR2	FABh	RCSTA	F8Bh	LATC	F6Bh	UEIE
FEAh	FSR0H	FCAh	T2CON	FAAh	__ ⁽²⁾	F8Ah	LATB	F6Ah	UEIR
FE9h	FSR0L	FC9h	SSPBUF	FA9h	EEADR	F89h	LATA	F69h	UIE
FE8h	WREG	FC8h	SSPADD	FA8h	EEDATA	F88h	__ ⁽²⁾	F68h	UIR
FE7h	INDF1 ⁽¹⁾	FC7h	SSPSTAT	FA7h	EECON2 ⁽¹⁾	F87h	__ ⁽²⁾	F67h	UFRMH
FE6h	POSTINC1 ⁽¹⁾	FC6h	SSPCON1	FA6h	EECON1	F86h	__ ⁽²⁾	F66h	UFRML
FE5h	POSTDEC1 ⁽¹⁾	FC5h	SSPCON2	FA5h	__ ⁽²⁾	F85h	__ ⁽²⁾	F65h	SPPCON ⁽³⁾
FE4h	PREINC1 ⁽¹⁾	FC4h	ADRESH	FA4h	__ ⁽²⁾	F84h	PORTE	F64h	SPPEPS ⁽³⁾
FE3h	PLUSW1 ⁽¹⁾	FC3h	ADRESL	FA3h	__ ⁽²⁾	F83h	PORTD ⁽³⁾	F63h	SPPCFG ⁽³⁾
FE2h	FSR1H	FC2h	ADCON0	FA2h	IPR2	F82h	PORTC	F62h	SPPDATA ⁽³⁾
FE1h	FSR1L	FC1h	ADCON1	FA1h	PIR2	F81h	PORTB	F61h	__ ⁽²⁾
FE0h	BSR	FC0h	ADCON2	FA0h	PIE2	F80h	PORTA	F60h	__ ⁽²⁾

Fuente: (García, 2008)

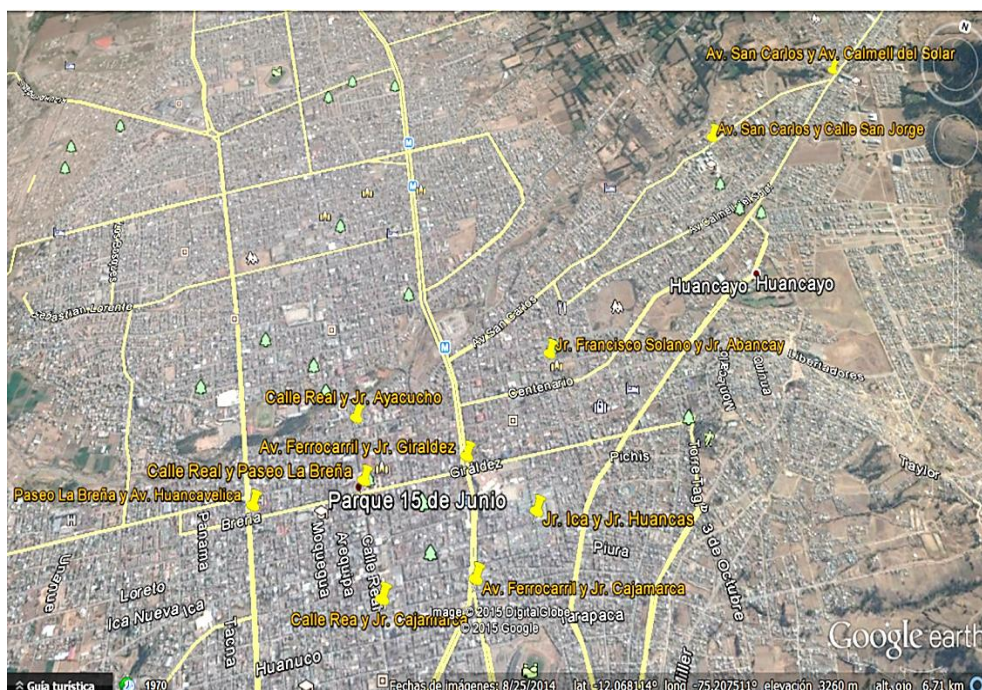
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

Los puntos más concurridos (ver gráfico 3.1) que corresponden a la investigación se encuentra en el distrito de Huancayo, que es la capital política de la región Junín, se ubica al extremo sur y margen izquierda del Valle del Mantaro en la región central del territorio peruano.

Huancayo se ubica en medio de un valle, en plena cordillera de los Andes, es uno de los valles de mayor producción agrícola del país.

Gráfico N° 3.1: Puntos más concurridos en donde se realiza la investigación



Fuente: Propio del investigador

Etimología: Huancayo, la voz *wankayuq* se compone de la raíz *wanka* “piedra” y el sufijo derivativo-*yuq* “el que tiene”, morfema común en otras toponimias del Valle del Mantaro. En

ese sentido, una traducción del nombre sería "El lugar de la piedra". Esta teoría se acompaña con una tradición oral de la ciudad que señalaba que en la locación actual del Parque Huamanmarca, existía en los inicios de la población una piedra ovalada de considerables dimensiones. Actualmente no existe dicha roca ni indicios de su emplazamiento. Según otras teorías se afirma que el nombre originario de Huancayo era "Wuancamayo" por las dos voces quechuas "wanka" (piedra) y "mayu" (río).

3.1.1. Límites

Norte	: Distrito de El Tambo.
Sur	: Distrito de Chilca.
Este	: Distrito de Pariahuanca.
Oeste	: Distrito de Pilcomayo.

3.1.2. Coordenadas geográficas

Latitud Sur	: 12.0685°
Longitud Oeste	: 75.2103°
Altitud	: 3271 m.s.n.m

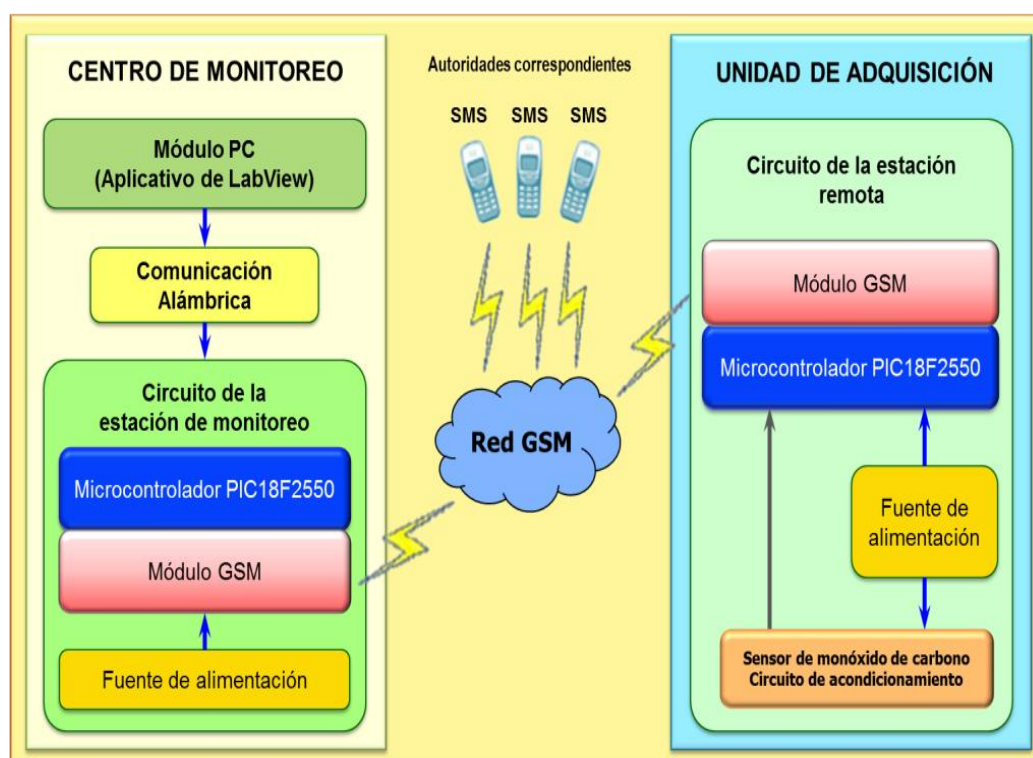
3.2. Materiales y métodos

Dentro de los materiales y métodos empleados para el presente estudio se procede describir los materiales.

El sistema implementado es esencialmente, un sistema digital basado en microcontrolador orientado al control; monitorea remotamente el nivel del gas tóxico monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento al superar el valor límite permisible. Estos niveles serán mostrados en el programa MoniSoft_CO desarrollado en LabVIEW 2014, utilizando comunicación inalámbrica vía GSM y el servicio de mensajes cortos, a través de la interface USB de una laptop.

El gráfico N° 3.2, muestra el diagrama de bloques general de la investigación titulado: **“Sistema de telemetría que monitorea el contaminante monóxido de carbono en puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento–año 2015”**, y el gráfico N° 3.3, muestra el esquema general, destacando el centro de monitoreo y la unidad de adquisición, para los diversos puntos; con sus respectivas fuentes de alimentación los cuales fueron desarrollados por etapas y construidos eficientemente para su puesta a prueba.

Gráfico N° 3.2: Diagrama de bloques general del sistema diseñado



Fuente: Propio del investigador

3.2.1. Materiales y métodos para el centro de monitoreo

CENTRO DE MONITOREO

El gráfico N° 3.4, muestra el diagrama de bloques del centro de monitoreo; es la encargada de monitorear el nivel de CO en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, con el programa Monisoft_CO desarrollado en LabVIEW 2014, para ser mostrado gráficamente.

El centro de monitoreo está conformado por:

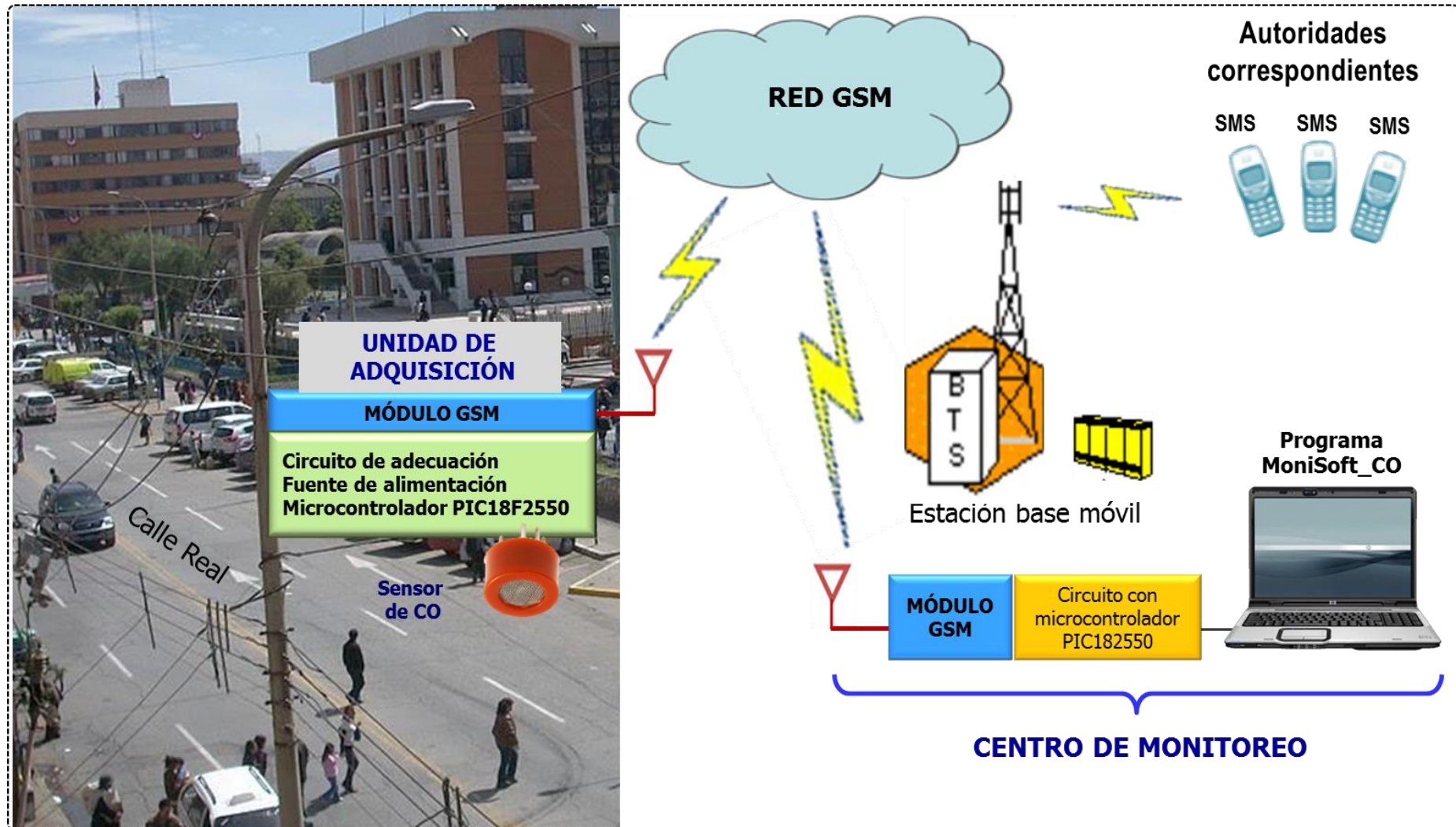
A. Módulo PC

En la PC se ejecuta un programa, teniendo como tarea la telemetría para el monitoreo del nivel de CO en las principales avenidas del distrito de Huancayo; a través del microcontrolador PIC18F2550 y el módulo GSM SIM 900, bajo la plataforma de Windows, desarrollado en el lenguaje de programación gráfico LabVIEW 2014.

En el gráfico N° 3.5, se muestra el panel frontal del programa desarrollado en LabVIEW, el aplicativo presenta:

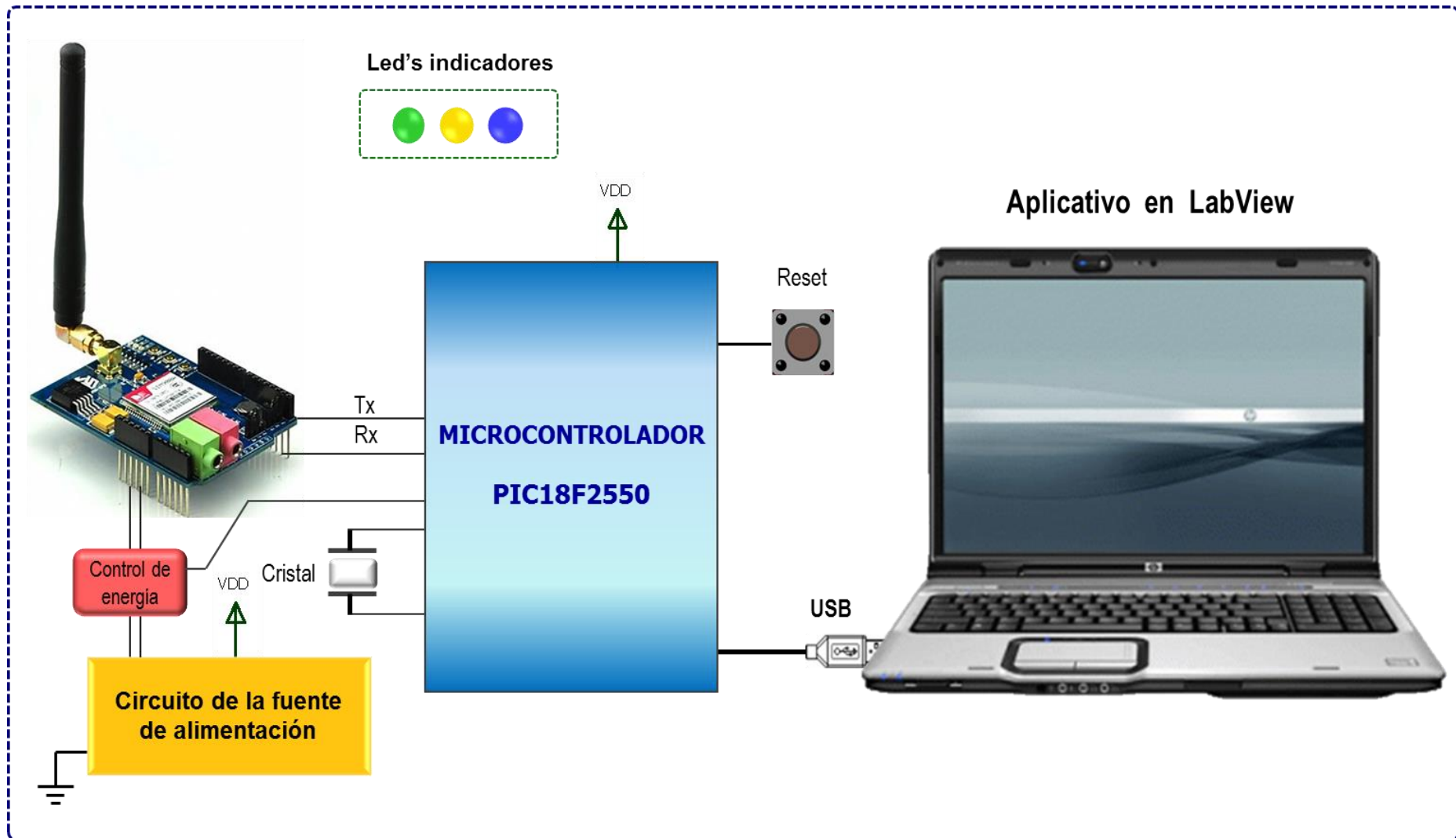
Fecha y hora: el cual se actualiza automáticamente al ejecutar el programa, mostrando la fecha y hora actual.

Gráfico N° 3.3: Esquema general del sistema que fue diseñado e implementado



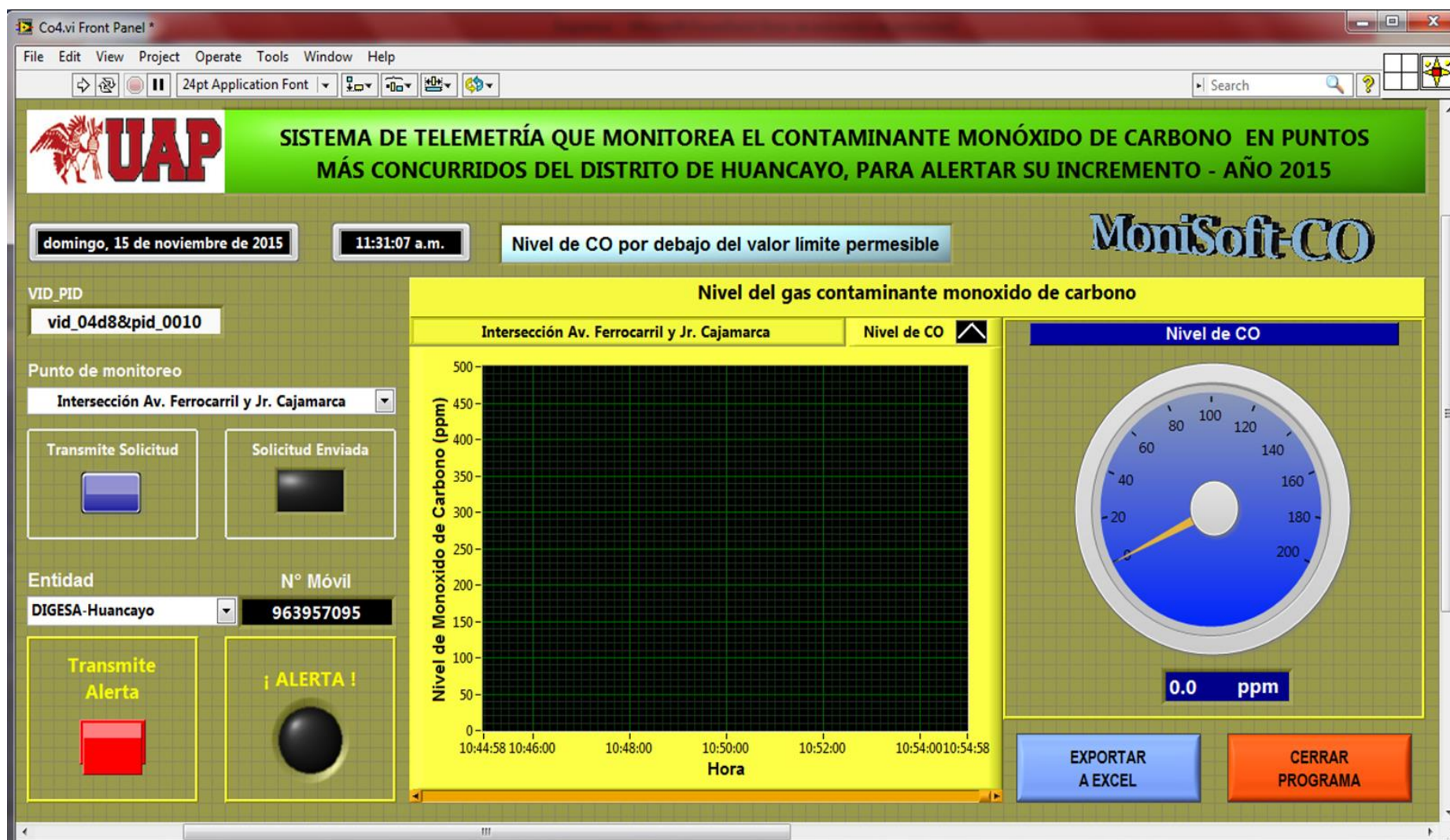
Elaborado por el investigador en PowerPoint 2010

Gráfico N° 3.4: Diagrama de bloques del centro de monitoreo



Elaborado por el investigador en PowerPoint 2010 de Microsoft

Gráfico N° 3.5: Panel frontal del programa MoniSoft_CO desarrollado en LabVIEW



Elaborado por el investigador en el programa LabVIEW 2014 de National Instruments

Numeración VIP&PID: en este panel se selecciona el VIP&PID del puerto USB, proporcionado por Microchip el cual permite comunicar el módulo PC con el circuito del centro de monitoreo. En esta investigación el puerto USB utiliza el método de transferencia Bulk.

Gráfico del nivel de CO: este panel muestra gráficamente el nivel de CO en el tiempo, cuando se realiza la telemetría que se ve en el gráfico N° 3.5; esta se muestra inmediatamente que se obtiene la respuesta a la solicitud sobre el punto a monitorear.

Entidad: señala la entidad pública como: DIGESA, región Huancayo, municipio distrital, bomberos, policía nacional, etc. a quien se envía el SMS de alerta, a través de su número de teléfono móvil.

Icono de solicitud de datos: al hacer clic se envía la orden que solicita los datos del nivel de monóxido de carbono en un punto concurrido que corresponde al distrito de Huancayo. En el gráfico N° 3.6, se muestra su respectivo icono.

Indicador de solicitud de datos: se enciende el indicador tipo led, cada vez que se envía la solicitud según el punto de monitoreo.

Icono de alerta: al hacer clic se envía la alerta (ver el gráfico N° 3.7) a las entidades respectivas sobre el aumento del nivel de CO, respecto a un valor tomando como referencia.

Indicador de alerta: se enciende el indicador tipo led, cada vez que se envía la alerta a las entidades respectivas.

Gráfico N° 3.6: Icono de solicitud de datos y su respectivo indicador



Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 3.7: Icono de alerta y su respectivo indicador



Fuente: Propio del investigador

Nivel de monóxido de carbono: se muestra la variación del nivel de monóxido de carbono y su valor numérico con su respectiva unidad de medida en los distintos puntos de monitoreo del distrito de Huancayo, como se muestra en el gráfico N° 3.8.

Gráfico N° 3.8: Ventana y VI de medida de valor de CO



Fuente: Propio del investigador

Icono salir del programa: Al hacer clic, se termina de ejecutar el aplicativo.

B. Comunicación alámbrica

Se utilizó como medio de comunicación alámbrica para conectar la laptop con el circuito del centro de monitoreo, un cable USB con conector tipo A en la laptop y tipo B en el circuito.

C. Circuito del centro de monitoreo

Desarrollado para solicitar la adquisición de datos sobre el nivel de monóxido de carbono, lo cual permite su monitoreo y enviar los mensajes de alerta sobre su incremento, desde el centro de monitoreo y recibir los datos enviados por la unidad de adquisición a través de mensajes de texto con comandos AT.

El circuito utiliza el microcontrolador PIC18F2550 que por un lado permite la conexión con el módulo PC a través del puerto USB (en la actualidad las laptops cuentan con este puerto, que permiten una conexión sencilla y universal) y por el otro, permite la conexión RS232 a nivel TTL con el módulo GSM SIM 900.

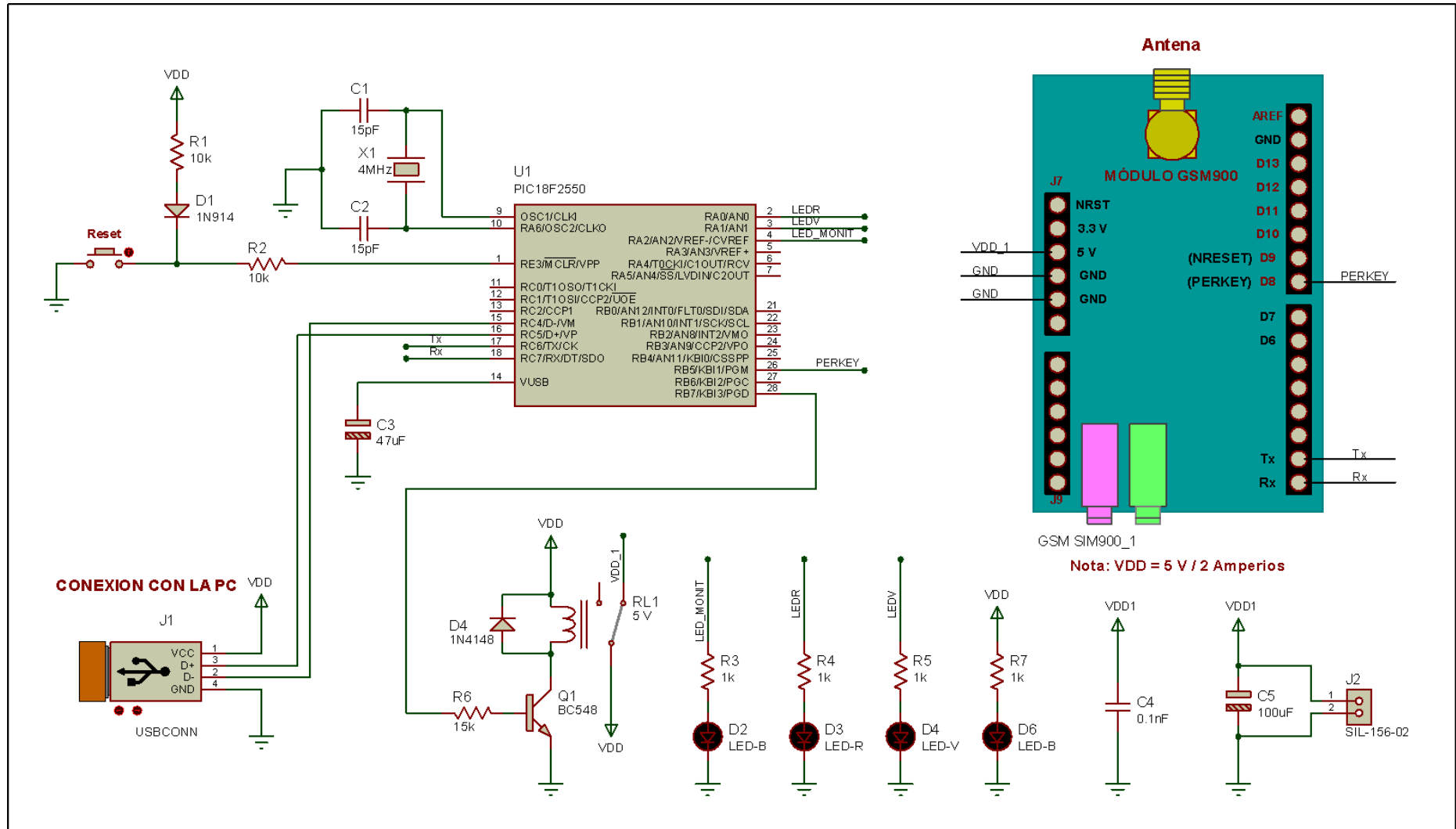
En el gráfico N° 3.9, se muestra el esquema del circuito electrónico de la estación de monitoreo, el cual se configura automáticamente tan pronto como se conecta a la laptop, a través del puerto USB del PIC18F2550 (implementado en el hardware del chip) y el respectivo programa grabado, para poder transmitir la solicitud de adquisición de datos y recepción de datos correspondientes al nivel de monóxido de carbono.

Para transmitir la solicitud; se hace clic en el icono correspondiente del panel frontal, la orden se codifica en un carácter ("D"), seguido al punto de monitoreo (número) y vía el puerto USB de la laptop se pasa al microcontrolador PIC18F2550, que se encarga de codificar la solicitud que es un SMS, en formato serial RS232; esta trama ingresa al módulo GSM SIM 900 a través del pin Tx, que internamente lo adecua para el sistema de telefonía móvil, para luego enviarlo a su antena; es así que la información viaja en el espacio libre a través de las ondas electromagnéticas tipo TEM espaciales, hasta llegar a la antena de una célula o base celular.

Arduino GSM/GPRS shield

Se utilizó el módulo GSM SIM 900; con el circuito integrado de la empresa SIMCom's SIM 900, el cual trabaja en las bandas de 850/900/1800/1900 MHz, es controlado vía los comandos AT y brinda el servicio de mensajes cortos (SMS).

Gráfico N° 3.9: Esquema electrónico del circuito del centro de monitoreo



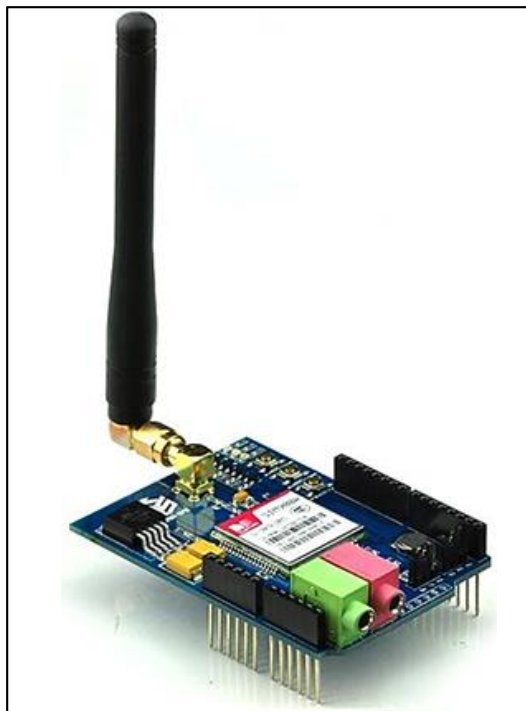
Elaborado por el investigador en el programa Proteus Design Suite 8.3

Módulo GSM SIM 900

Es un módulo de (Tinysine Electronics, 2014), el Arduino GSM/GPRS Shield, es un modem GSM / GPRS ultra compacto del tipo "Cuatri Banda" en montaje superficial y diseñado con un "Core" AMR926EJ-S, un procesador "single - chip" muy poderoso que permite mayores prestaciones que el promedio de los módulos existentes en el mercado, con mayor velocidad de procesamiento y un significativo ahorro de energía en el modo "sleep" (ver el gráfico N° 3.10).

Con una interfaz estándar, el SIM900 entrega una alta prestación en los modos GSM / GPRS en las bandas de 850/900/1800/1900 MHZ para voz, SMS, Datos, y Fax. El módulo GSM está diseñado con una técnica de ahorro de energía que en modo "sleep" con una corriente baja de 1.5mA.

Gráfico N° 3.10: Aspecto físico del módulo Arduino GSM/GPRS shield



Fuente: (Tinysine Electronics, 2014)

Características

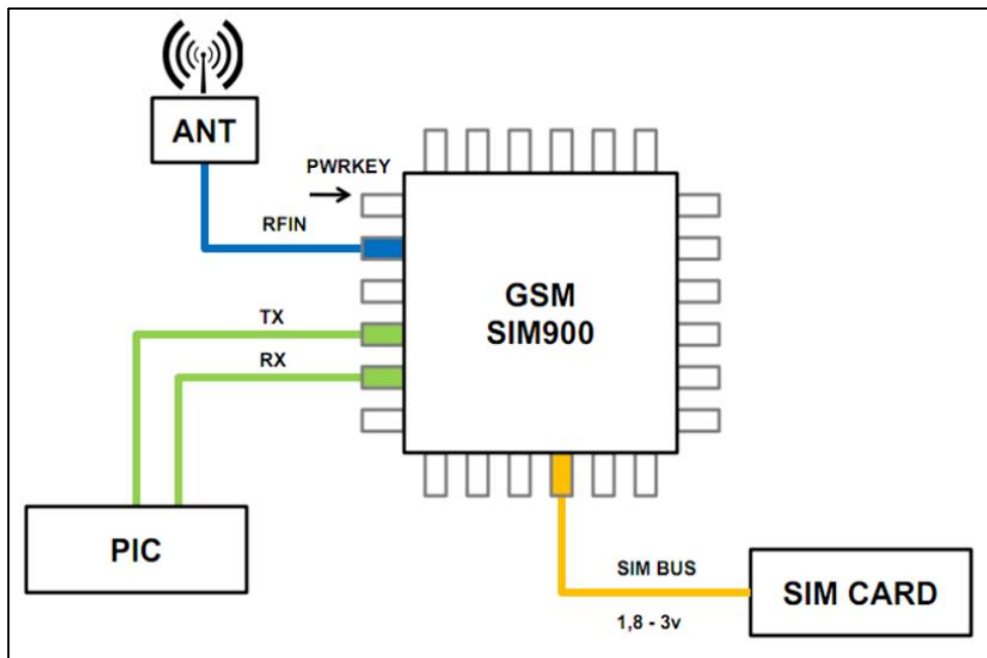
- Based en el Chip SIMCom's SIM900.
- Cuatro bandas 850/900/1800/1900 MHz: Would work on GSM networks in all countries across the world.
- Control via comandos AT - Standard Commands: GSM 07.07 & 07.05 / Enhanced Commands: SIMCOM AT Commands.

- Embedded TCP/UDP stack: Allows you to upload data to a web server.
- Servicio de mensaje corto: So that you can send small amounts of data over the network (ASCII or raw hexadecimal).
- Salida de parlante y audifono: So that you can send DTMF signals or play recording like an answering machine.
- Zócalo de tarjeta SIM y antena GSM: Instalado en la tarjeta.
- 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC (all 2.8 volt logic).
- Baja potencia de consumo: 1.5mA (sleep mode).
- Rango de temperatura industrial: -40°C to +85 °C.

La fuente de alimentación para el chip SIM900 es una sola de VBAT = 3.4V a 4.2V, en algunos casos en la transmisión de datos la corriente aumenta a picos típicos de 2A, así que la fuente de alimentación debe ser capaz de proporcionar suficiente corriente hasta de 2A.

En el gráfico N° 3.11, se muestra la conexión típica del módulo con el microcontrolador PIC1F2550 y la tarjeta SIM.

Gráfico N° 3.11: Conexión típica del módulo Arduino GSM/GPRS shield

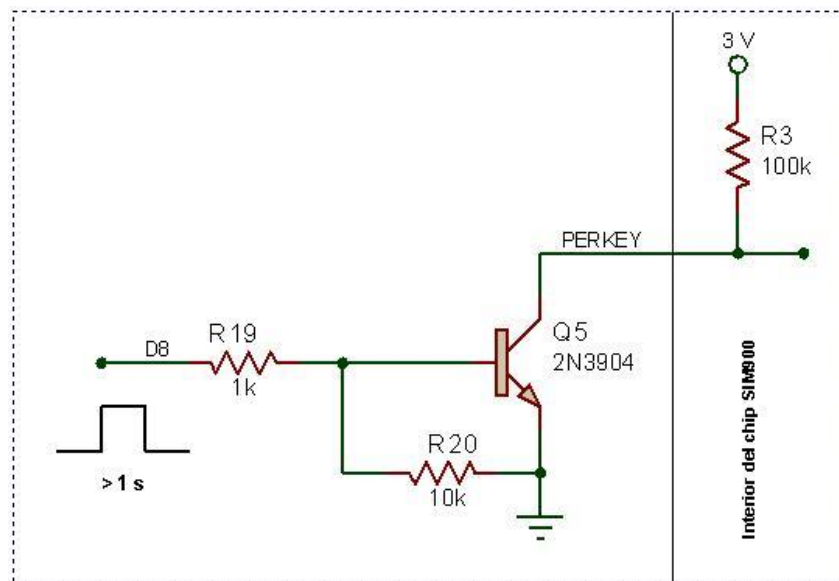


Fuente: (Tinysine Electronics, 2014)

Encender módulo SIM900

El módulo GSM SIM900, se puede encender por hardware, conectando el pin RB5 (PERKEY) a un nivel bajo durante al menos un segundo. Este pin ya está conectado a 3 V internamente como se ve en el gráfico N° 3.12.

Gráfico N° 3.12: Circuito para encender por hardware el módulo SIM900



Fuente: Propio del investigador

Apagar módulo SIM900

El módulo SIM900 se apaga en las siguientes situaciones:

- Procedimiento de apagado normal: apague el SIM900 utilizando el pin RB5 (PERKEY).
- Procedimiento de apagado normal: apague el SIM900 por el comando AT: "AT + CPOWD = 1".
- Potencia normal abajo: sobretensión o baja tensión, automáticamente baja la energía.

Apagar el SIM900 utilizando el pin PWRKEY: el módulo SIM900 puede apagarse conectando el pin RB5 (PERKEY) a un nivel bajo durante al menos un segundo.

Apagar el SIM900 por comando AT: utilizando el comando AT "AT+CPOWD=1" se desactiva el módulo. Este comando permite que el módulo cierre la sesión con la red y entre en un estado seguro de apagado, guardando los datos antes de ser desconectado completamente de la alimentación.

Reiniciando el módulo SIM900: si se desea reiniciar el módulo, utilizando el pin RB5 (PERKEY); siga el siguiente procedimiento:

- Apague el módulo.
- Espere al menos 800 ms después de pin STATUS cambia a bajo nivel.

- Encienda el módulo.

Interface serial: el módulo SIM900 proporciona dos puertos serie asíncronos. Uno de ellos es el puerto serie que cumple la norma RS 232 y el otro es el puerto serial para debug. El módulo está diseñado como un DCE (Data Communication Equipment). Si sólo se usan RXD y TXD, los otros pines serie deben mantenerse abiertas.

Características del puerto serial

- Dispositivo con módem completo.
- Contiene líneas de datos TXD y RXD.
- Puerto serial se puede utilizar para FAX CSD, servicio GPRS y comunicación AT.
- Puerto serial soporta las siguientes velocidades de transmisión: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 y 115200 bps.
- Auto configurable sólo es compatible con las siguientes velocidades de transmisión: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 y 57600 bps.
- El ajuste predeterminado es auto configurable.

Tarjeta SIM: la tarjeta SIM cumple con la especificación GSM Phase 1 y la nueva especificación GSM Phase 2+ para Fast 64 kbps. La tarjeta SIM es compatible tanto a 1.8V y 3.0V. La tarjeta SIM se alimenta desde un regulador interno del módulo. El pin SIM_PRESENCE se utiliza para la detección de la conexión en caliente de la tarjeta SIM. El comando AT "AT + CSDT" se utiliza para activar o desactivar la función de detección de la tarjeta SIM.

Potencia de salida RF: en la banda GSM900 y GSM850, el módulo es un dispositivo de clase 4, por lo que la potencia de salida del módulo no debe exceder 33dBm y en el nivel máximo de potencia, la tolerancia de potencia de salida no debe exceder de +/- 2dBm bajo condición normal y +/- 2.5dBm bajo condición extrema.

En la banda DCS1800 y PCS1900, el módulo es un dispositivo de clase 1, por lo que la potencia de salida del módulo no debe exceder 30dBm y en el nivel máximo de potencia, la tolerancia de potencia de salida no debe exceder de +/- 2dBm bajo condición normal y +/- 2.5dBm bajo condición extrema.

Sensibilidad de recepción de RF: La tabla N° 4.1, muestra la sensibilidad de recepción del módulo, que se pone a prueba en condiciones estáticas.

Tabla N° 3.1: Sensibilidad de recepción del módulo

Frecuencia	Sensibilidad de recepción (dBm) típico	Sensibilidad de recepción (dBm) máximo
GSM850	-109	-107
EGSM900	-109	-107
DCS1800	-109	-107
PCS1900	-109	-107

Fuente: Propio del investigador

Frecuencias de funcionamiento: La tabla N° 4.2, muestra el rango de frecuencias de funcionamiento del módulo; según requisito de especificaciones técnicas 3GPP TS 05.05.

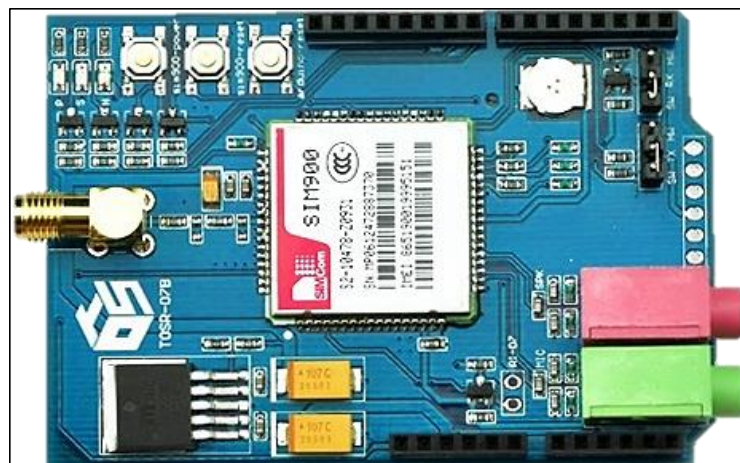
Tabla N° 3.2: Rango de frecuencias de funcionamiento del módulo

Frecuencia	Recepción (MHz)	Transmisión (MHz)
GSM850	869 – 894	824 – 849
EGSM900	925 – 960	880 – 915
DCS1800	1805 – 1880	1710 – 1785
PCS1900	1930 – 1990	1850 – 1910

Fuente: Propio del investigador

En la investigación se utiliza la tarjeta SIM de Movistar y el módulo GSM SIM900 en la frecuencia de 850 MHz, a 19200 baudios y en Clase 4 con una potencia de RF de 2W (ver el gráfico N° 3.13).

Gráfico N° 3.13: Aspecto físico del módulo GSM SIM900



Fuente: Propio del investigador

Comandos AT utilizados

En la tabla N° 4.3, se detallan algunos comandos AT utilizados:

Tabla N° 3.3: Detalle de los comandos AT utilizados

Comando AT	Descripcion	Recepcion
AT	Comando para alertar al módulo GSM	OK--> listo para recibir comandos ERROR--> no se puede recibir
ATE0	Desactiva el ECO del modem	OK--> desactivación del eco
AT+CMGF=1 --> Modo texto	Configuramos el modo texto o PDU	OK--> listo para recibir comandos
AT+CMGS= "# telefónico" <CR>TEXTO <CTRL+Z>	Comando para enviar mensaje de texto	OK--> listo para recibir comandos +CME--> Error encontrado
AT+CMGD=n	Borra un mensaje de texto de la posición indicada por "n"	OK--> listo para recibir comandos +CME--> Error encontrado
AT+CPMS=SM,SM	Configuramos donde se guardarán los mensajes	OK--> listo para recibir comandos +CME--> Error encontrado
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Indica que un nuevo mensaje de texto ha llegado	OK--> listo para recibir comandos +CME--> Error encontrado
AT+IPR=19200	Configura la velocidad de recepcion en baudios	OK

Fuente: Propio del investigador

Notación de los comandos AT

Para enviar comandos AT (configuración) a un modem GSM se debe seguir la siguiente estructura:

AT +	CMGF=1	<CR>
Prefijo	Comando	Sufijo

Donde <CR> corresponde a retorno de carro, que en código ASCII es 0x0D y que equivale a Enter.

El comando es la instrucción que se enviara al módulo SIM900, cuando se coloca el signo igual (=) al comando, se está configurando un parámetro; cuando se coloca el signo de interrogación (?) se está pidiendo información; cuando se combina el signo igual-interrogación se obtiene el rango de opciones posibles que se puede configurar en el módulo.

La respuesta del modem ante un comando tiene la siguiente estructura:

<CR> <LF>	OK	<CR> <LF>
Prefijo	CODIGO	Sufijo

Donde CODIGO es la respuesta del módulo, en este caso OK corresponde a una operación exitosa, en caso de una operación fallida se retorna ERROR.

El prefijo y sufijo siempre constan de <CR> <LF>, Donde <CR> corresponde a retorno de carro y <LF> corresponde a salto de línea, que en código ASCII es 0x0A. Para la edición de los programas en C de CCS en la transmisión y recepción de los comandos AT se utiliza el siguiente formato:

```
fputs("AT",SIM900);  
delay_ms(20000);  
fprintf(SIM900,"AT\n\r");  
delay_ms(500); //Esperamos 500ms  
fprintf(SIM900,"ATE0\n\r");
```

Circuito de la fuente de alimentación

Como fuente de alimentación el circuito de la estación de monitoreo utiliza una fuente de 5 V D.C. externa de 2 Amperios como mínimo, debido a que la parte RF del módulo SIM900 consume aproximadamente 1.8 Amperios.

Programación del microcontrolador PIC18F2550

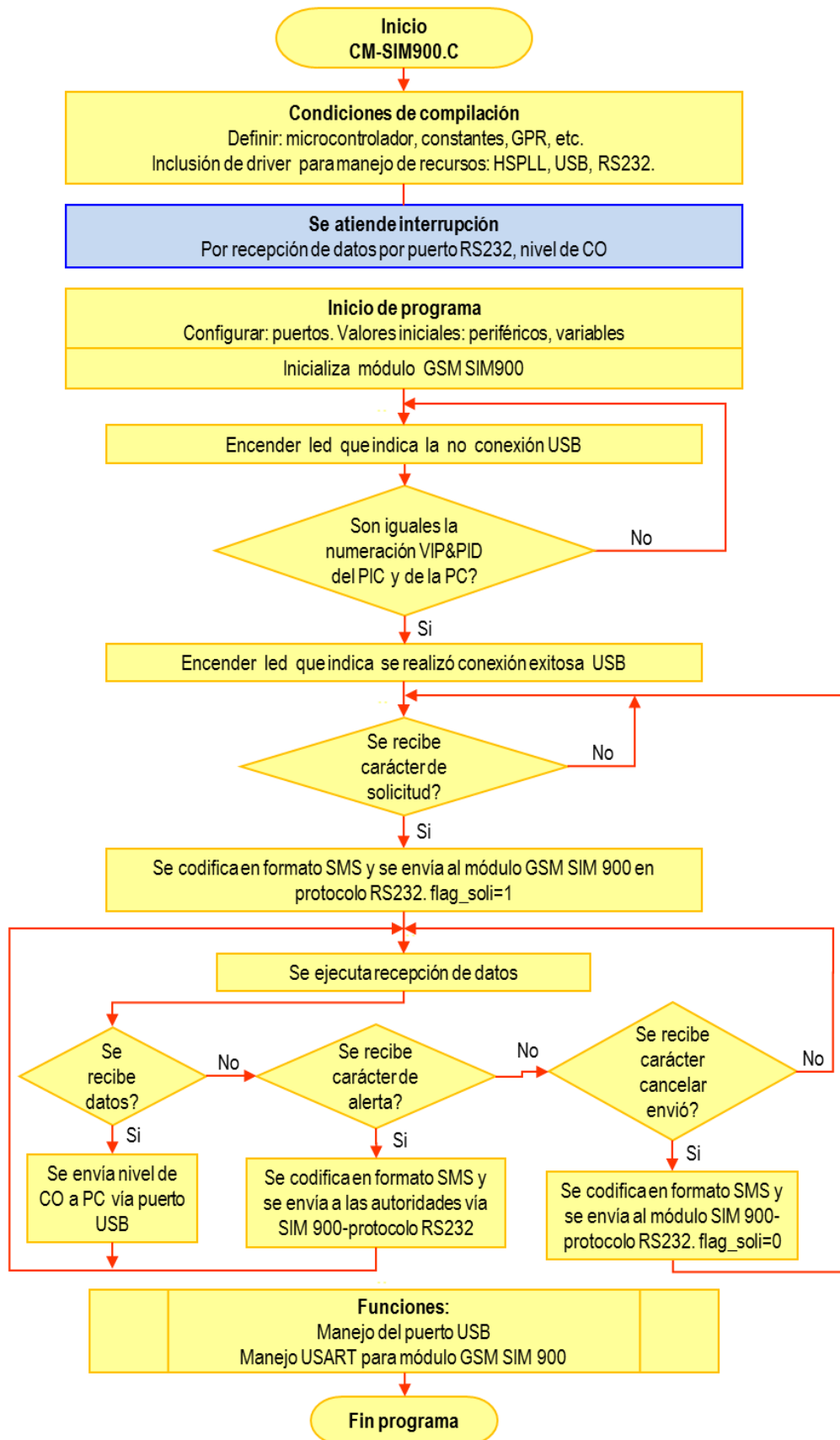
El proceso de programación del microcontrolador se realizó en tres etapas:

1. Diseño esquemático del circuito electrónico y simulación, para el cual se utilizó el programa CAD Proteus Design Suite versión 8.3.
2. Edición, compilación y simulación del programa con el IDE de CCS.
3. Grabación del programa en el PIC, utilizando el grabador Pickit 2.

Existe una gran variedad de lenguajes de programación que permiten la edición, compilación, simulación y grabación del programa en el PIC. Para la presente investigación se utilizó el compiler C de CCS Inc., el cual cuenta con un entorno de desarrollo integral (IDE) que permite que los programas sean editados y compilados a instrucciones de máquina en el entorno de trabajo, el código de máquina puede ser cargado de la PC al PIC mediante cualquier grabador, en este caso se utilizó el Pickit 2 y puede ser depurado (puntos de ruptura, paso a paso, etc.) desde el IDE del compiler C.

Como el objetivo del centro de monitoreo es monitorear el nivel de monóxido de carbono en los puntos más concurridos por las personas (cercanías de bancos, centros comerciales, mercados, centros de diversión, plazas, etc.), el monitoreo muestra gráficamente y numéricamente los niveles, y si fuera el caso alertar su incremento. El programa sigue el diagrama de flujo que se muestra en el gráfico N° 3.14.

Gráfico N° 3.14: Diagrama de flujo del circuito del centro de monitoreo



Fuente: Propio del investigador

El programa del microcontrolador PIC18F2550 del circuito transmisor debe realizar las tareas siguientes:

- Realiza la comunicación USB con el módulo PC (laptop).
- Recibe el comando “D” (carácter) de solicitud de adquisición de datos, seguido del punto de monitoreo “ESTxx” desde el programa MoniSoft_CO, vía el puerto USB. Como se muestra en la tabla N° 3.4.
- Envía el equivalente de la solicitud de adquisición de datos de nivel “SD” que forma parte del mensaje, a la estación remota seleccionada en formato SMS pasando por el módulo GSM SIM900.
- Recibe los datos enviados desde la unidad de adquisición pasando por el módulo SIM900, que corresponde al nivel de CO en un determinado punto en formato SMS, según: Nxxxx.x.

Tabla N° 3.4: Descripción que realiza el PIC y su codificación SMS

Descripción	Codificación USB	En el SMS
Recepción de solicitud de adquisición desde MoniSoft_CO.	“D”	“SD”
Recepción de datos transmitido por la unidad de adquisición y envió a la PC por puerto USB.	xxxx.x (24 bits)	Nxxxx.x
Envío de alerta recibida desde aplicativo a las autoridades.	“A” + número de celular que corresponde a la autoridad	Nivel de CO fue superado...

Fuente: Propio del investigador

- Transmite los valores de nivel de CO (xxxx.x) del punto “ESTxx” a la PC a través del puerto USB, para ser visualizados gráficamente y en valor.
- Recibe el comando “A” desde el programa aplicativo, enviando el mensaje de alerta a las autoridades respectivas, vía el módulo SIM900.

Los recursos utilizados para la programación del PIC18F2550 y la distribución de pines, se pueden apreciar en la tabla N° 3.5.

Tabla N° 3.5: Recursos y pines utilizados por el PIC18F2550

Recursos	Cantidad	Pines	Descripción
USB	1	RC5 RC4 VUSB	Transmisión-Recepción de datos por el puerto USB, D+ y D-. Generador de voltaje para USB
EUSART	1	RC6 RC7	Transmisión de datos Recepción de datos
Puertos E/S	2	RA2 RA0 RA1	Led indicador de transmisión Led indicador de no conexión USB Led indicador de conexión USB
Reloj	1	OSC1 OSC2	Generador de reloj del sistema por cristal de 12 MHz
Fuente de alimentación	1	VDD GND	Fuente externa de 5 V D.C.
Reset	1	RE3	Para reiniciar el programa

Fuente: Propio del investigador

RED GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) es un sistema estándar, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto. Opera en 4 rangos de frecuencias: 900 MHz y 1800 MHz en Europa y Asia, y 850 MHz y 1900 MHz en las Américas.

Dentro la arquitectura del servicio de mensajes cortos, cuando se envía un mensaje de texto desde el módulo GSM SIM900 interviene el VLR donde está registrado el usuario, este decide si puede o no enviar mensajes, si todo está en orden el MSC al que está conectado el usuario recibe el mensaje, envía la información necesaria al VLR para su posterior tarificación y después lo remite el SC de origen. Éste envía el mensaje al SC de destino, una vez allí se convierte en SM-MT. El SC de destino informa del estado del mensaje y devuelve un informe de recepción al MSC y al usuario. En la pantalla del usuario se advierte "mensaje enviado".

Si el usuario lo ha solicitado, recibirá posteriormente un mensaje de estado confirmándole si el usuario de destino ha recibido el mensaje o no y un mensaje de

error en caso de que caduque. Todo esto es lo que sucede cuando se envía un mensaje al centro de control (SMMO).

En el mercado existe una gran variedad de módulos GSM, los cuales se pueden conectar a los microcontroladores por puerto RS232 o SPI. Como se ha mencionado, el desarrollo de la tesis está basado en el uso de la red GSM; en este caso se usa el módulo GSM SIM900, controlado con comandos AT y se utiliza el servicio de mensajes de texto (SMS).

3.2.2. Materiales y métodos para la unidad de adquisición remota

En el gráfico N° 3.15 se muestra su diagrama de bloques y en el gráfico N° 3.16 se observa su esquema electrónico; que se encarga de encender el módulo SIM900, adquirir los datos de nivel de CO, de procesarlo para mostrarlo en el LCD y enviarlo al centro de monitoreo cada 10 minutos, utilizando mensajes de texto de la telefonía móvil; así mismo muestra un mensaje de alerta cuando se supera un nivel tomado como referencia.

A continuación se describe los principales dispositivos electrónicos que utiliza la unidad de adquisición.

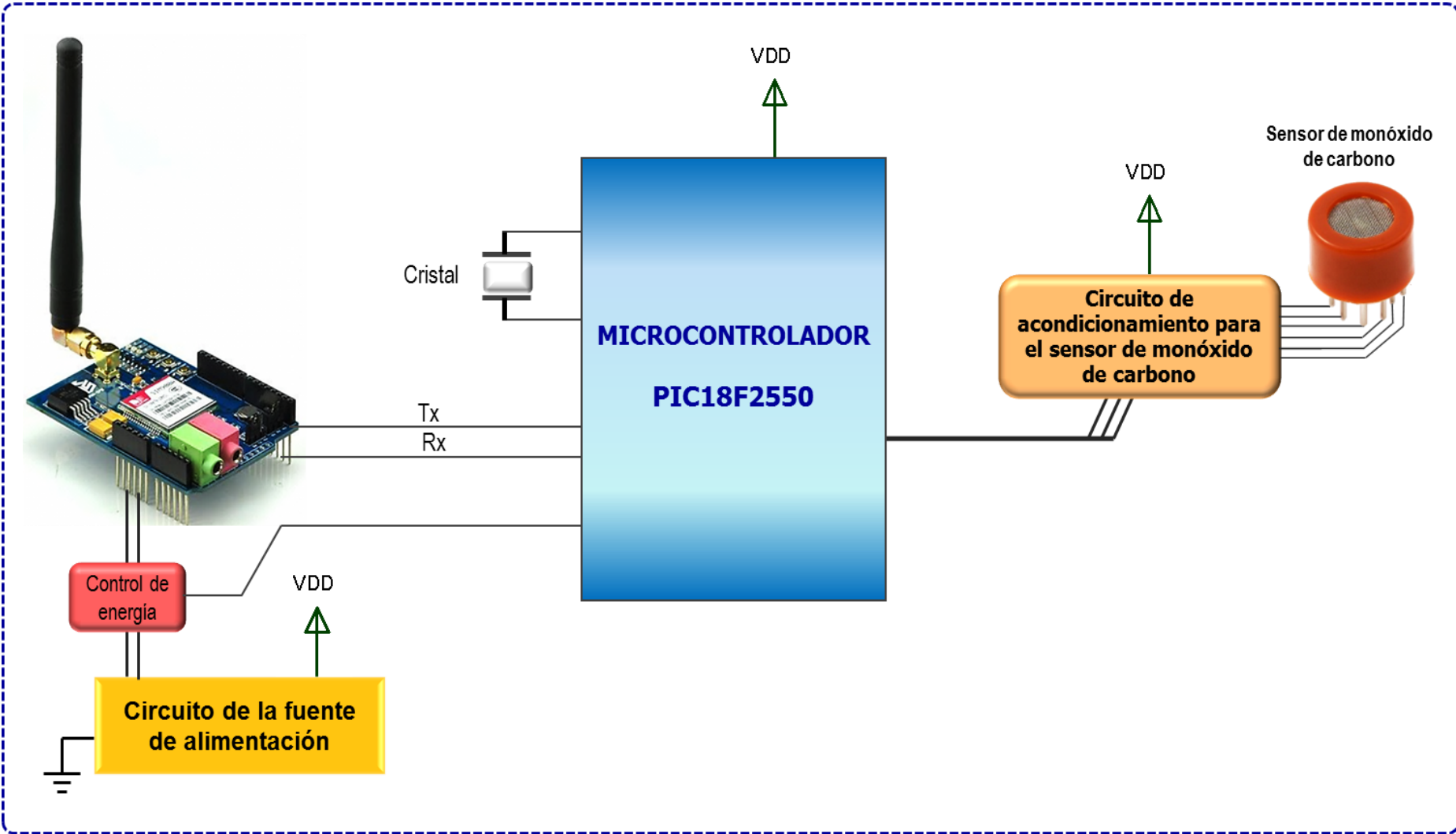
Sensor de monóxido de carbono

En el gráfico N° 3.17 se muestra el aspecto físico y la asignación de pines del sensor de gas MQ-7. El sensor es de (Sparkfun Electronics Co. Ltd, 2007); es un dispositivo electroquímico, compuesto por un micro tubo de cerámica de Al_2O_3 , capa sensible basado en dióxido estaño (SnO_2) que cambia su conductividad (R_s) en función de la cantidad de monóxido de carbono que recibe. El electrodo de medición y el calentador están fijados en una carcasa hecha de plástico.

El MQ-7 tiene un encapsulado de 6 pines, 4 de ellos se utilizan para señales (A, A, B, B) y otros 2 (H, H) se utilizan para proporcionar corriente de calentamiento.

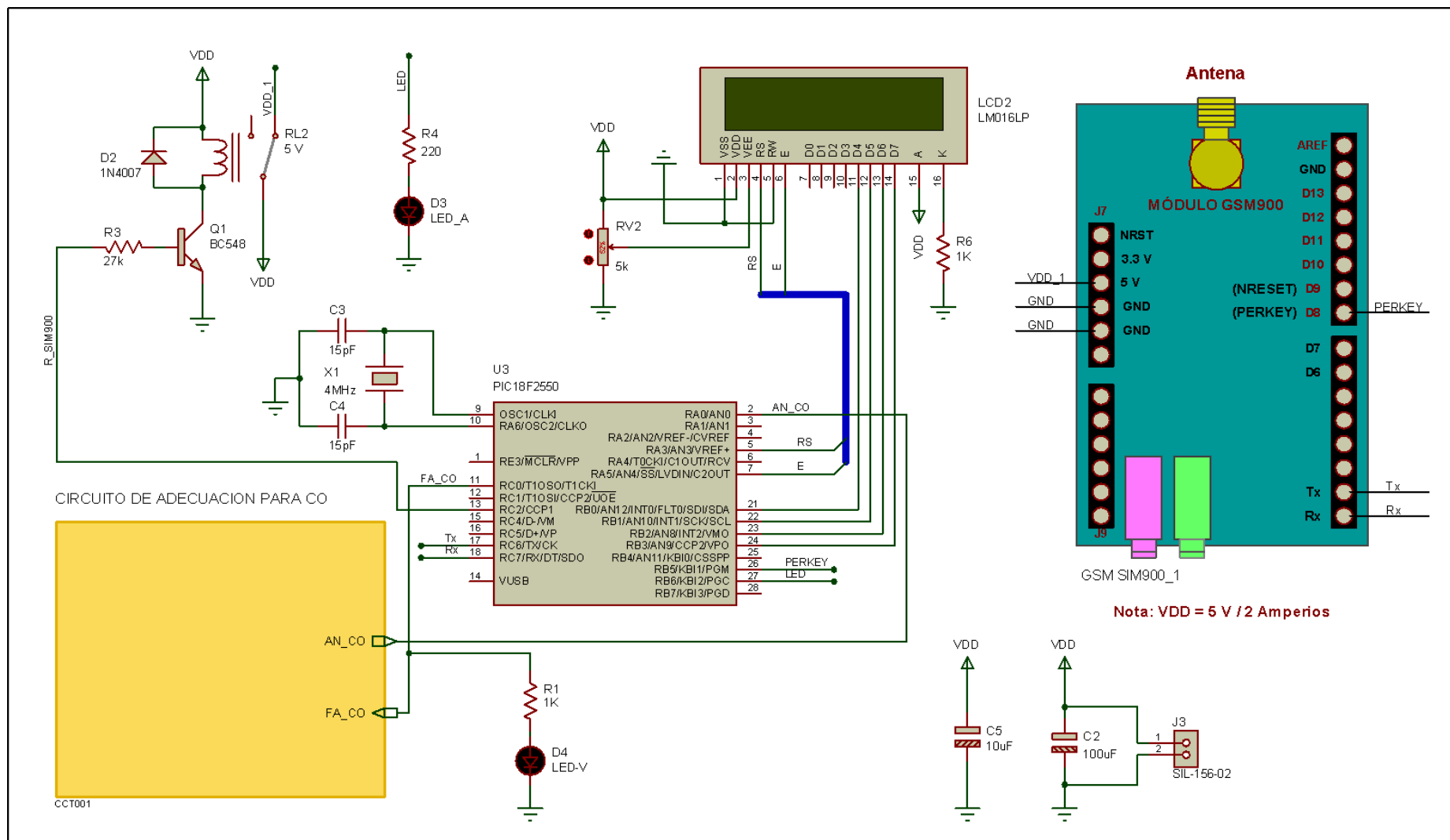
El sensor, se alimenta con un voltaje fijo de 5 V, y además se alimenta con un voltaje de 5V durante 60 segundos en la etapa de calentamiento y de 1.4V durante 90 segundos, antes de realizar la lectura sobre el nivel de CO, como se muestra en el gráfico N° 3.18.

Gráfico N° 3.15: Diagrama de bloques de la unidad de adquisición



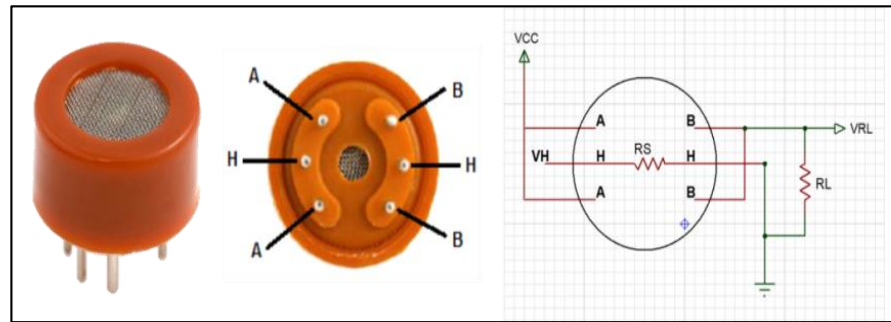
Elaborado por el investigador en PowerPoint 2010 de Microsoft

Gráfico N° 3.16: Esquema electrónico del circuito de la unidad de adquisición



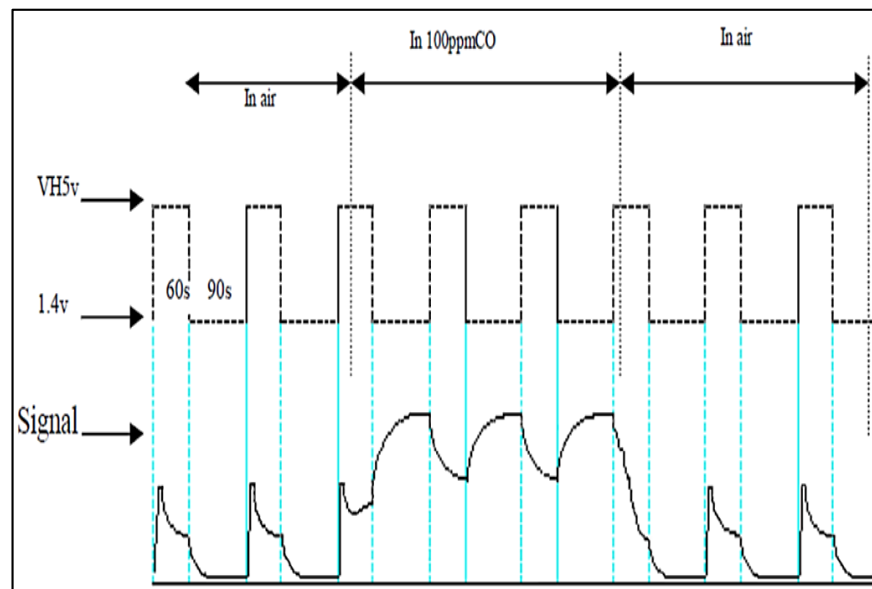
Elaborado por el investigador en el programa Proteus Design Suite 8.3

Gráfico N° 3.17: Aspecto físico y la asignación de pines del sensor MQ-7



Fuente: (Sparkfun Electronics Co. Ltd, 2007)

Gráfico N° 3.18: Diagrama de tiempo para la alimentación del sensor MQ-7



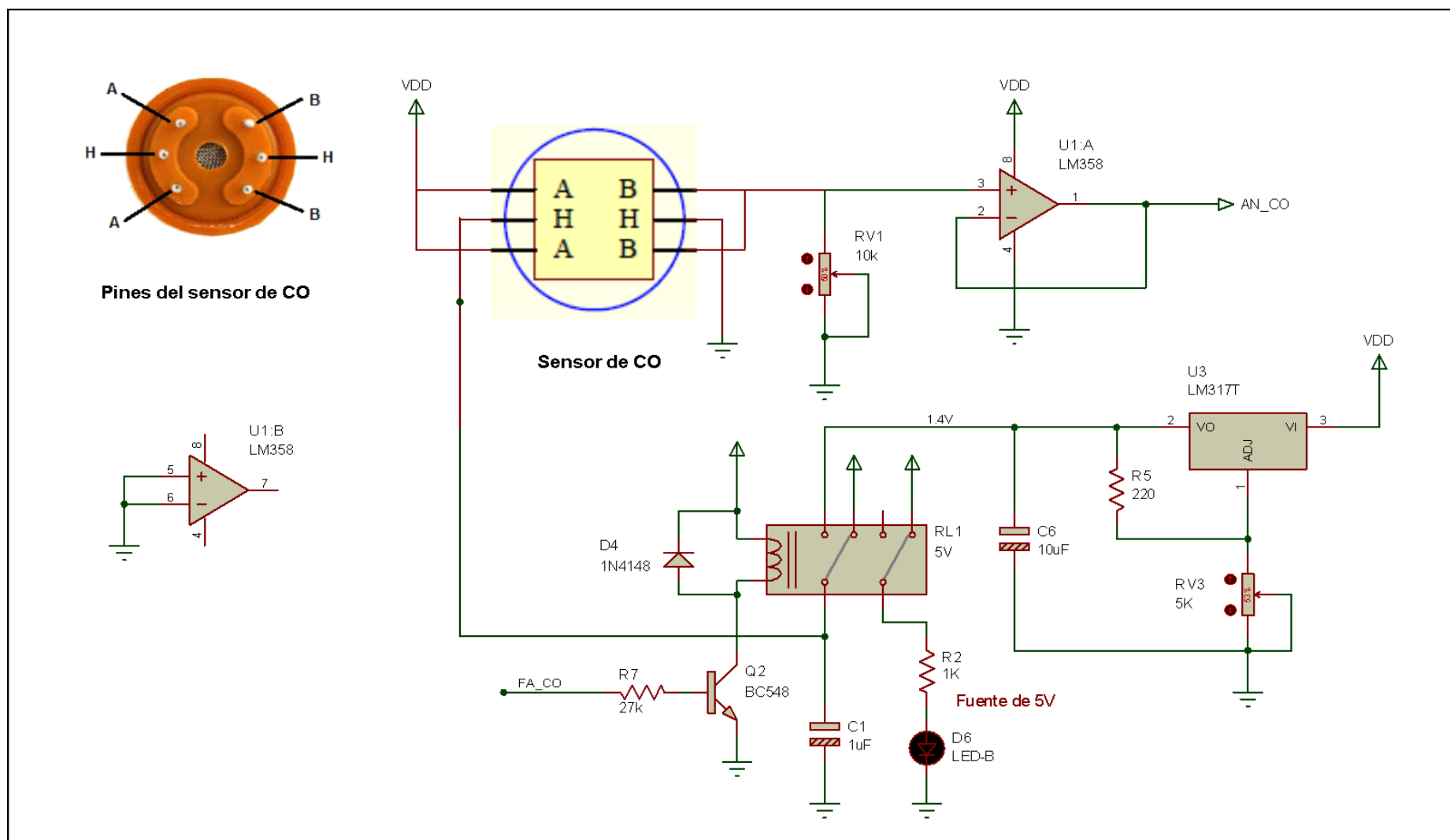
Fuente: (Sparkfun Electronics Co. Ltd, 2007)

Entre la salida del sensor y tierra ($V=0$) se coloca una resistencia de carga R_L , realizando un divisor de tensión con el elemento electroquímico sensible al gas. La impedancia de salida del MQ-7 (R_s) varía en el rango de $4.7\text{ K}\Omega$ a $20\text{ K}\Omega$ que es muy elevada, por lo que se requiere de un circuito seguidor de señal que funcione acoplando impedancias.

Sensor de monóxido de carbono y su circuito de acondicionamiento

En el gráfico N° 3.19, se muestra el circuito de acondicionamiento de señal. A través del elemento semiconductor sensible al gas se aplica una diferencia de potencial. Entre la salida del sensor V_{RL} y Tierra ($V=0$) se coloca una resistencia de carga R_L . Entonces el cambio de resistencia del sensor puede medirse como:

Gráfico N° 3.19: Esquema electrónico del circuito de acondicionamiento del sensor



Elaborado por el investigador en el programa Proteus Design Suite 8.3

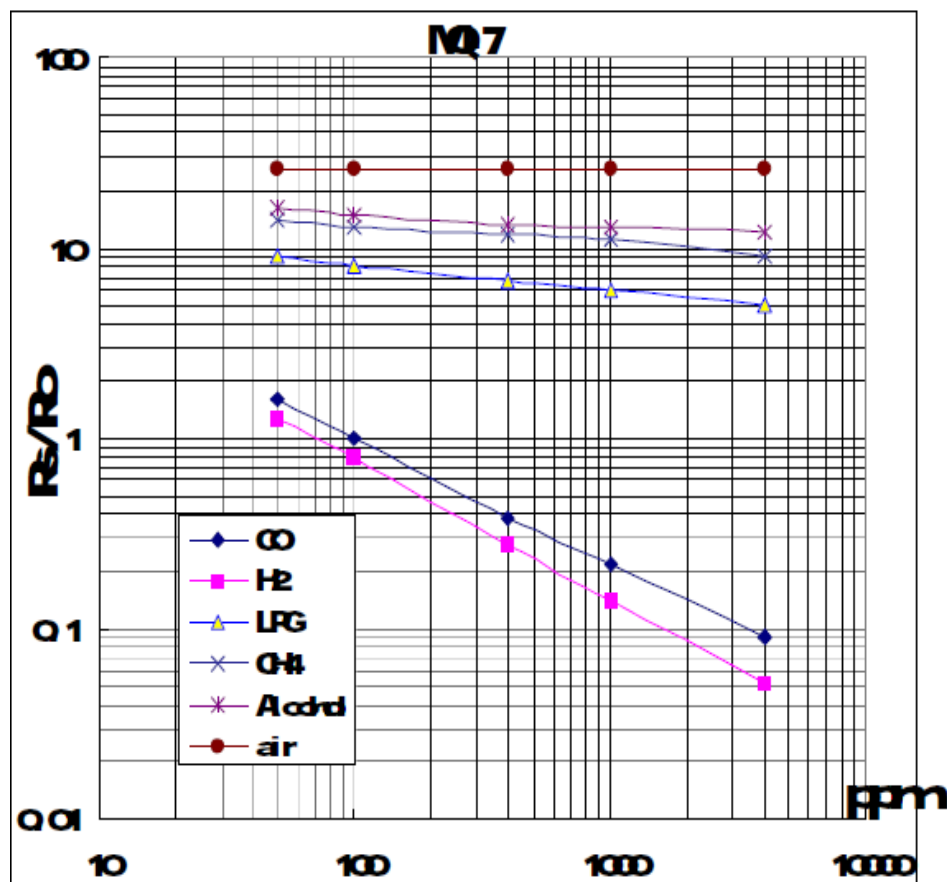
$$R_S = \left(\frac{V_{CC} - V_{RL}}{V_{RL}} \right) R_L$$

Como se observa en el gráfico N° 3.20 la sensibilidad del sensor a un gas específico depende de la relación de resistencias R_o y R_s , siendo R_s la resistencia del sensor a diferentes concentraciones de gases y R_o la resistencia del sensor a 100 ppm de monóxido de carbono. Para calcular la concentración de CO se utilizan la formulas siguientes.

El sensor del gas monóxido de carbono obedece a la ecuación: $y = ax^{-b}$; donde es necesario hallar los valores del exponente "b" y el factor de escala "a" de una función de potencia que depende de la concentración de gas.

Siendo: $y = \frac{R_s}{R_o}$ y x el nivel de CO.

Gráfico N° 3.20: Relación de (R_s/R_o) y nivel de CO para el sensor



Fuente: (Sparkfun Electronics Co. Ltd, 2007)

Del gráfico N° 3.20, se tiene la ecuación: $CO_{ppm} = 10^{\left[\frac{1.973 - 1.54 \cdot \log_{10} \left(\left(\frac{V_{CC} - V_{RL}}{V_{RL}} \right) \cdot \left(\frac{R_L}{R_o} \right) \right)}{1.54} \right]}$, con el cual calculamos el nivel de CO en ppm.

En el circuito de adaptación de señal; el sensor de CO, se alimenta con un voltaje fijo de 5 V, además de un voltaje de 5 V durante 60 segundos y 1.4 V durante 90 segundos.

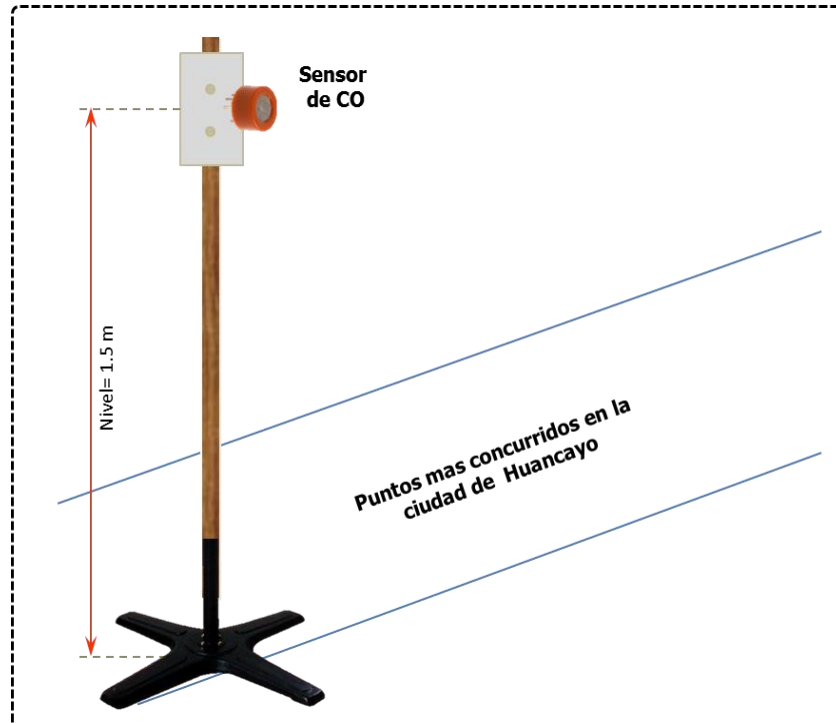
El microcontrolador genera una onda cuadrada de 60 segundos en alto y 90 segundos en bajo por el puerto RC0, que se conecta a la base de un transistor el cual funciona en corte y saturación, permitiendo energizar o no energizar la bobina del relé. Cuando la bobina del relé está energizada hace que se cambie de voltaje de 5 V a 1.4 V.

Un diodo polarizado inversamente se conecta en paralelo con la bobina del relé, para proteger al microcontrolador.

El sensor genera una salida analógica, esta salida se conecta a una resistencia que se ajusta a un valor de 10K para que el sensor proporcione un rango de 0 V a 5 V el cual es idóneo para que ingrese al conversor análogo-digital del microcontrolador.

En el gráfico N° 3.21, se muestra la instalación de la unidad de adquisición que incluye al sensor de CO y su circuito electrónico.

Gráfico N° 3.21: Instalación de la unidad de adquisición



Fuente: Propio del investigador

Los puntos de mayor concurrencia de personas en el distrito de Huancayo son codificados como: EST01, EST02, EST03, EST04, EST05, EST06, EST07, EST08,

EST09 y EST10, para los 10 puntos en donde se realizó el monitoreo del nivel de monóxido de carbono, desde el centro de monitoreo a través de la telemetría adquiriendo los niveles de CO. Estos puntos son los que muestran en la tabla N° 3.6.

Tabla N° 3.6: Muestra efectos del monóxido de carbono

Punto	Lugar	Punto	Lugar
1	Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca	6	Calle Real y Jr. Cajamarca
2	Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez	7	Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay
3	Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar	8	Jr. Ica y Jr. Huancas
4	Av. San Carlos y Calle San Jorge	9	Paseo La Breña y Av. Huancavelica
5	Calle Real y Jr. Ayacucho	10	Paseo La Breña y Calle Real

Fuente: Propio del investigador

Medidor de monóxido de carbono TENMARS TM-801

El monóxido de carbono (Tenmars, 2015), cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera en ambientes de poco oxígeno. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas, también pueden producirlo si no están funcionando correctamente. Los vehículos parados con el motor encendido lo emanan.

El monóxido de carbono disminuye la cantidad de oxígeno disponible para las células, lo cual dificulta la función celular; es levemente más liviano que el aire (ver la tabla N° 3.7). Por lo tanto, el detector deberá colocarse entre 15 y 30 cm del cielorraso hasta 1.5 metros del suelo.

Límites de exposición: El nivel permisible de exposición a monóxido de carbono de acuerdo a OSHA es de 50 partes por millón (ppm) promediado como el promedio del tiempo de peso de 8 horas (TWA). Un límite del techo (nivel de exposición que nunca debe excederse sin importar las 8 horas de TWA) de 200 ppm ha sido establecido por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH). El valor del límite de los higienistas industriales de la conferencia americana gubernamental (ACGIH) es de 25 ppm de un tiempo de 8 horas de TWA. Un nivel de 1200 ppm ha sido designado por NIOSH como de inmediato peligro para la salud o la vida.

En la gráfica N° 3.22 se muestra el aspecto físico del medidor de CO.

Tabla N° 3.7: Muestra efectos del monóxido de carbono

Efectos del monóxido de carbono a diferentes concentraciones	
Concentración de CO	Efecto
10 mg/m ³ (8,7 ppm)	No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 8 horas.
30 mg/m ³ (26 ppm)	No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante una hora.
34,4 mg/m ³ (30 ppm)	La exposición diaria a esta concentración es equivalente a fumar 20 cigarrillos al día.
40,1 mg/m ³ (35 ppm)	Las personas que tienen enfermedades cardíacas no deben exponerse a niveles superiores a esta concentración.
60 mg/m ³ (52 ppm)	No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 30 minutos.
100 mg/m ³ (87 ppm)	No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 15 minutos.
115 mg/m ³ (100 ppm)	Se informó del primer indicio de angina en sujetos que hacían ejercicio con cardiopatía coronaria expuesta a esta concentración.
229-458 mg/m ³ (200-400 ppm)	Después de 5 a 6 horas, se observa un leve dolor de cabeza, náuseas, vértigo y síntomas mentales.
458-802 mg/m ³ (400-700 ppm)	Después de 4 a 5 horas se puede observar un fuerte dolor de cabeza, incoordinación muscular, debilidad, vómitos y colapso.
802-1260 mg/m ³ (700-1100 ppm)	Después de 3 a 5 horas se puede sentir un fuerte dolor de cabeza, debilidad, vómitos y colapso.
1260-1832 mg/m ³ (1100-1600 ppm)	Después de 1.5 a 3 horas se puede observar coma. La respiración es aún bastante buena a no ser que el envenenamiento se haya prolongado.
1832-2290 mg/m ³ (1600-2000 ppm)	Después de 1 a 1.5 horas, posibilidad de muerte.

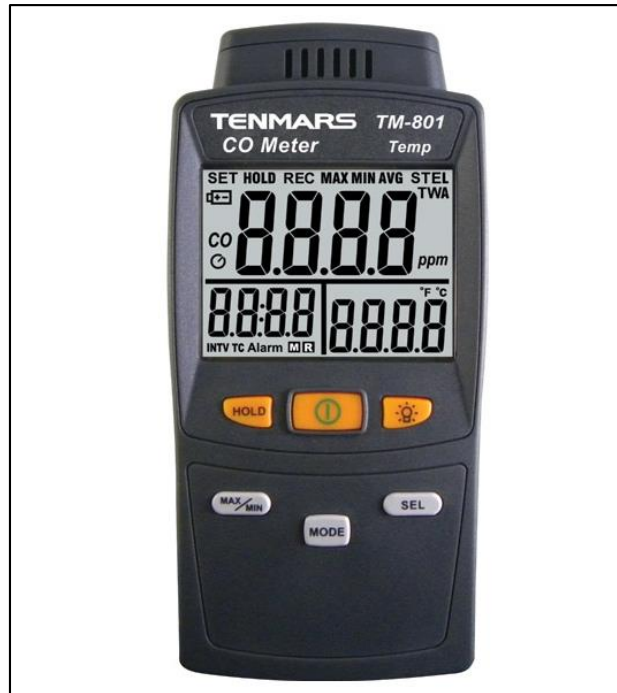
Fuente: (Tenmars, 2015)

Características del medidor:

- Prolongada vida útil (expectativa superior a los 10 años)
- Certificado bajo normas internacionales BS, y fabricado bajo procesos de calidad certificados bajo ISO-9001.
- Alarmas audiovisuales incorporadas de sencilla operación.
- Autodiagnóstico continuo, función test y modo detección de falla.
- Industria Argentina. 5 años de garantía, servicio técnico local.
- Sensor Japonés, última tecnología de alta precisión y sensibilidad.
- Sensor: electroquímico con una vida <= 5 años.

- Tiempo de arranque: ≤ 20 s.
- Rango: 0 ~ 1000ppm. Resolución: 1 ppm.
- Precisión: 5 % ó 10 ppm.
- Temperatura de trabajo: 0 °C ~ 50 °C. Humedad: menor del 90 % RH.
- Dimensiones: 275 x 70 x 30 mm. Peso: 220 gramos.

Gráfico N° 3.22: Medidor de nivel de monóxido de carbono



Fuente: (Tenmars, 2015)

Circuito de la unidad de adquisición remota

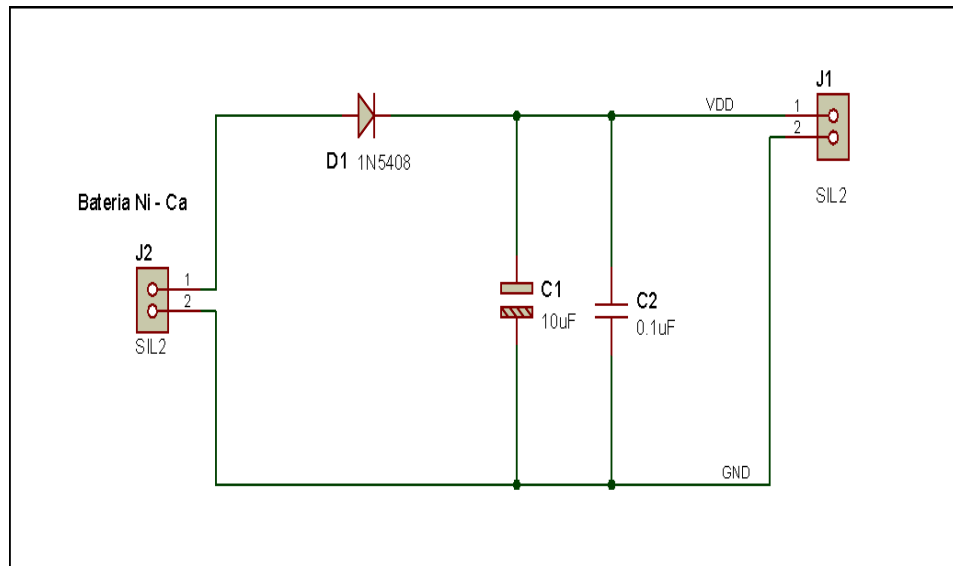
Está conformado por el sensor de CO, el microcontrolador PIC18F2550, el módulo GSM SIM900, demás dispositivos electrónicos y su respectiva fuente de alimentación. El gráfico N° 3.16 muestra el circuito de la unidad de adquisición.

El microcontrolador PIC18F2550 recibe la solicitud de adquisición de datos en formato SMS desde el módulo SIM900 a través del puerto serial RS-232 a nivel TTL, esta solicitud fue transmitida por el módulo SIM900 del centro de monitoreo; el PIC verifica la solicitud, es decir compara "ESTxx" con la que tiene grabada en su memoria EEPROM y si coinciden adquiere los datos de nivel desde el sensor de monóxido de carbono, lo muestra en el LCD, y envía estos valores cada 10 minutos al centro de monitoreo en formato SMS pasando por el módulo GSM SIM900 de la unidad de adquisición remota.

Circuito de la fuente de alimentación

La fuente de alimentación del circuito de la unidad de adquisición, es proporcionada por una batería recargable de Ni-Cd de 6 V D.C. de 5 Ah del fabricante OPALUX, exclusiva, tal como se observa en el gráfico N° 3.23.

Gráfico N° 3.23: Fuente de alimentación de la unidad de adquisición



Fuente: Propio del investigador

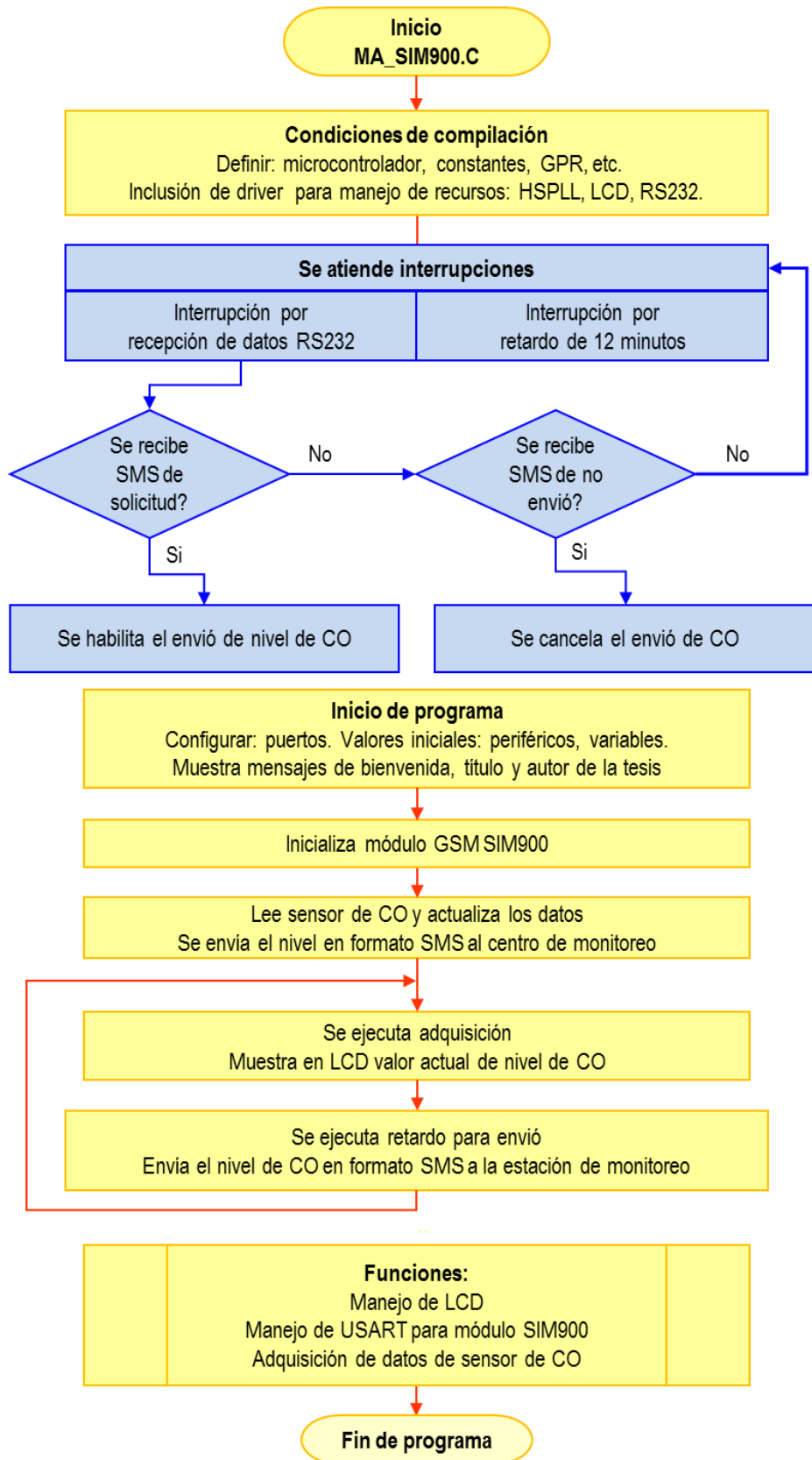
Programación del PIC18F2550 unidad de adquisición remota

El proceso de programación del microcontrolador se realizó en tres etapas:

1. Diseño esquemático del circuito electrónico y simulación, para el cual se utilizó el programa CAD Proteus Design Suite versión 8.3.
2. Edición, compilación y simulación del programa con el IDE de CCS.
3. Grabación del programa en el PIC, utilizando el grabador Pickit 2.

El circuito que corresponde al microcontrolador PIC18F2550 del circuito de la unidad de adquisición, inicialmente solo es alimentado por la batería recargable de 6 V, luego el microcontrolador se encarga de encender al módulo SIM900, siguiendo un procedimiento que se señala en su manual de manejo; también atiende la solicitud de adquisición de datos que corresponde al nivel de monóxido de carbono desde una interrupción por recepción serial, enviar estos datos a la central de monitoreo pasando por el módulo SIM900; mostrar en el LCD los valores numéricos del nivel de CO, y el mensaje de alerta correspondiente; el programa sigue el diagrama de flujo que se muestra en el gráfico N° 3.24.

Gráfico N° 3.24: Diagrama de flujo del programa de la unidad de adquisición



Fuente: Propio del investigador

Los recursos utilizados para la programación del PIC18F2550 del circuito de la unidad de adquisición y la distribución de pines, se pueden apreciar en la tabla N° 3.8.

Tabla N° 3.8: Recursos del PIC usados en la unidad de adquisición

Recursos	Cantidad	Pines	Descripción
EUSART	1	RC6 RC7	Transmisión de datos Recepción de datos
Puertos E/S	2	RC0 RA0 RA3, RA5 RB0, RB1, RB2, RB3	Led's indicadores Sensor de CO Módulo LCD Módulo LCD
Reloj	1	OSC1 OSC2	Generador de reloj del sistema por cristal de 4MHz
Fuente de alimentación	1	VDD GND	Batería recargable 6 V D.C.
Reset	1	RE3	Para reiniciar el programa

Fuente: Propio del investigador

Cabe resaltar, que el módulo SIM900 en modo receptor, recibe un mensaje de texto que incluye: número de teléfono que envía, fecha, hora, nombre del remitente, SD y otros caracteres que deben ser filtrados para solamente quedarnos con "SD", el cual debe ser decodificado para transmitir el nivel de CO adquirido en un determinado punto.

El programa del microcontrolador PIC18F2550 del circuito de la unidad de adquisición debe realizar las tareas siguientes:

- Al encender el sistema, se muestra en el LCD de 16x2, un mensaje de bienvenida, título de la tesis y autor de la tesis. En funcionamiento normal se muestra el nivel de CO.
- Inicializa el módulo SIM900; enciende el módulo por hardware utilizando el pin RB5 (PERKEY), siguiendo la siguiente secuencia de programa:

```
PWSIM900_OFF //Apagamos la fuente del SIM900
SIM900_PERKEY_OFF //PERKEY=0
delay_ms(1000); //Esperamos 1 seg
PWSIM900_ON //Encendemos la fuente del SIM900
delay_ms(500); //Esperamos 0.5 seg
SIM900_PERKEY_ON //PWRKEY=1
delay_ms(1500); //Esperamos 1.5seg
```

```
SIM300_PWRKEY_OFF //PRWKEY=0
delay_ms(15000); //Esperamos 15 seg
```

- Atiende la interrupción por recepción de datos por el puerto serial RS232 (para el cual se ha configurado inicialmente el buffer para el USART, buffer para el número telefónico, buffer para el SMS y el buffer para los datos auxiliares), recibido un mensaje de texto es filtrado por el programa para que solo nos quede “SD” que es la solicitud de adquisición de datos.
- Luego de recibir “SD” que es la solicitud de adquisición, según un punto “ESTxx” a ser monitoreado; se alimenta al sensor con un voltaje de 5 V D.C. por 60 segundos y luego con un voltaje de 1.4 V D.C. por 90 segundos; pero antes de los 90 segundos se realiza su lectura de datos.
Se repite la secuencia de alimentación y de adquisición, ingresando este valor de voltaje a la entrada analógica (pin RA0 del PIC); el voltaje que ingresa, corresponde al equivalente del nivel de CO medido por el sensor, el cual pasa al microcontrolador para su conversión digital; luego este dato se transmite a la central de monitoreo en formato SMS a través del GSM SIM900, considerando el número de la tarjeta SIM.
- Realiza un retardo de 10 minutos por interrupción utilizando el temporizador TMR1, que se requiere para enviar el nivel actualizado de CO a la central de monitoreo.
- Atiende la interrupción por recepción de datos por el puerto serial RS232 y recibe un mensaje de texto que luego de ser filtrado queda como “A” de alerta, enviando el mensaje “**Nivel de CO supero a 26 ppm**” al LCD, y a las autoridades como se muestra en la tabla N° 3.9.

Tabla N° 3.9: Codificación SMS en la unidad de adquisición

Descripción	Dato en el SMS
Atiende solicitud de adquisición de datos	“SDESTxx”
Envío de datos que corresponde al nivel de CO en un punto determinado	Nxxxx.x
Atiende alerta debido a que el nivel de CO supero el nivel fiado como referencia. Muestra en LCD el mensaje de alerta: “Nivel de CO supero a 26 ppm”	“A”

Fuente: Propio del investigador

Se realizaron varias funciones a ser utilizadas en el programa para programar el PIC18F2550 de la unidad de adquisición remota, las que podemos señalar: void LETRAS_LCD (), void SALUDO_INICIAL_LCD (), void ONGSM_CONFIG (), void GSM_ENVIADATOS (), GSM_SDATOS, void VERIFICA_OK (), void SENSOR_CO (), void RDA_isr (), void INICIA_BUFF(), etc.

A continuación se muestran algunas de estas funciones:

```

/***** ONGSM_CONFIG *****/
//Tipo de función: Enciende y configura módulo GSM
void ONGSM_CONFIG(void)
{delay_ms(1000);           //Esperamos 1 seg.
output_high(PWSIM900);    //On módulo SIM900.
delay_ms(2000);          //Esperamos 2 seg.
output_high(PERKEY);      //PWRKEY=1;
delay_ms(1000);          //Esperamos 1 seg.
output_low(PERKEY);       //PRWKEY=0;
delay_ms(15000);         //Esperamos el Call Ready

output_high(LED);        //Enciende led
printf("AT\r\n");
delay_ms(1000);
printf("AT+IPR=9600\r\n");
delay_ms(1000);
printf("\r\n");
delay_ms(1000);
printf("AT+CMGF=1\r\n");
delay_ms(1000);
printf("AT+CSMS=1\r\n");
delay_ms(1000);
printf("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r\n");
delay_ms(1000);
INICIA_BUFF();
output_low(LED);         //apaga led
}
/***** GSM_ENVIADATOS *****/
//Tipo de función: GSM envía SMS de datos del sensor
void GSM_ENVIADATOS(void)
{output_high(LED);       //Enciende led
printf("AT+CMGF=1\r\n");
delay_ms(1000);

```

```

printf("AT+CMGS=\"NUMERO_CEL\r\n");
delay_ms(1000);
printf("N102.3");
delay_ms(1000);
putc(0x1A);
delay_ms(100);
output_low(LED);
}

/***** INICIA_BUFF *****/
//Tipo de función: Inicia el BUFFER para recibir datos
void INICIA_BUFF(void)
{
//inicializa el vector buffer
int i;
for(i=0;i<buffer_size;i++)
{
buffer[i]=0x00;
}
xbuff=0x00;
}

/***** VERIFICA_OK *****/
//Tipo de función: Verifica el final de un SMS
void VERIFICA_OK (void)
{
/*Esto la uso para comprobar el OK cuando se recibe los SMS,
que indica su final*/
char *ptr;
ptr=strstr(buffer,r1_ok);//busca OK en el vector buffer
if(strncmp(ptr,r1_ok,2)==0)
{
output_low(PIN_B2);//me guio por el led
}
return;
}

```

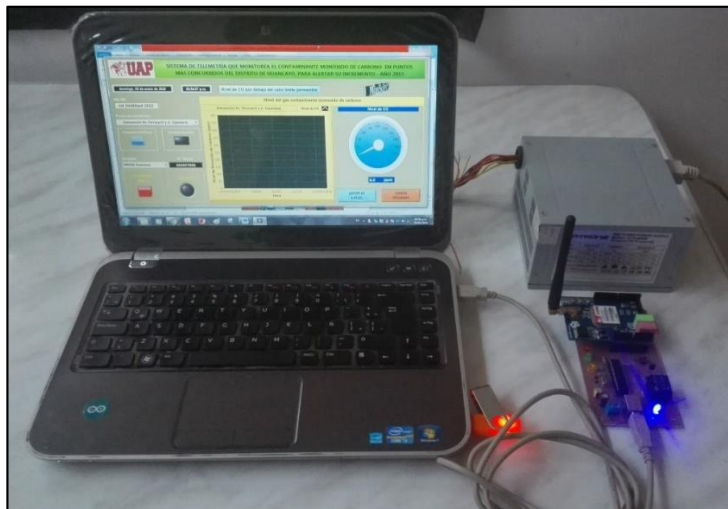
3.2.3. Prototipo final del sistema

El prototipo implementado que se utiliza en las pruebas experimentales, está conformado por: el centro de monitoreo, que se muestra en el gráfico N° 3.25, donde destaca el programa MoniSoft_CO y el módulo GSM SIM900; y la unidad de

adquisición que se observa en el gráfico N° 3.26, donde destaca el módulo GSM SIM900 y el sensor de CO.

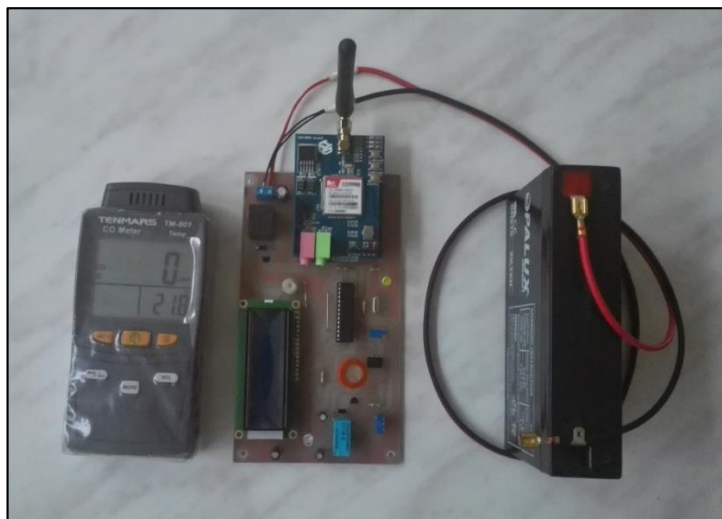
Para realizar las pruebas experimentales, se instaló el centro de monitoreo en el jirón Francisco Bolognesi S/N distrito de Ingenio y las unidades de adquisición remota fueron montados en estructura de madera en las intersecciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica, y Paseo La Breña y Calle Real.

Gráfico N° 3.25: Centro de monitoreo implementado



Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 3.26: Unidad de adquisición implementado

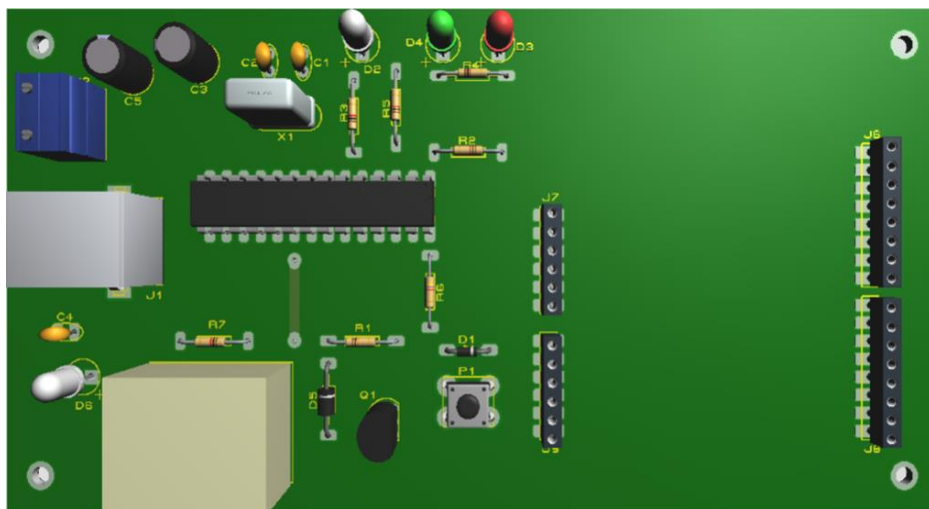


Fuente: Propio del investigador

En la PC se ejecuta el programa aplicativo Monisoft_CO desarrollado en LabVIEW 2014. Luego de ser energizados los circuitos electrónicos, que contienen los microcontroladores PIC18F2550 grabados con sus respectivos programas y montados en sus tarjetas de circuito impreso con todos los dispositivos electrónicos requeridos, estamos listos para realizar las pruebas experimentales.

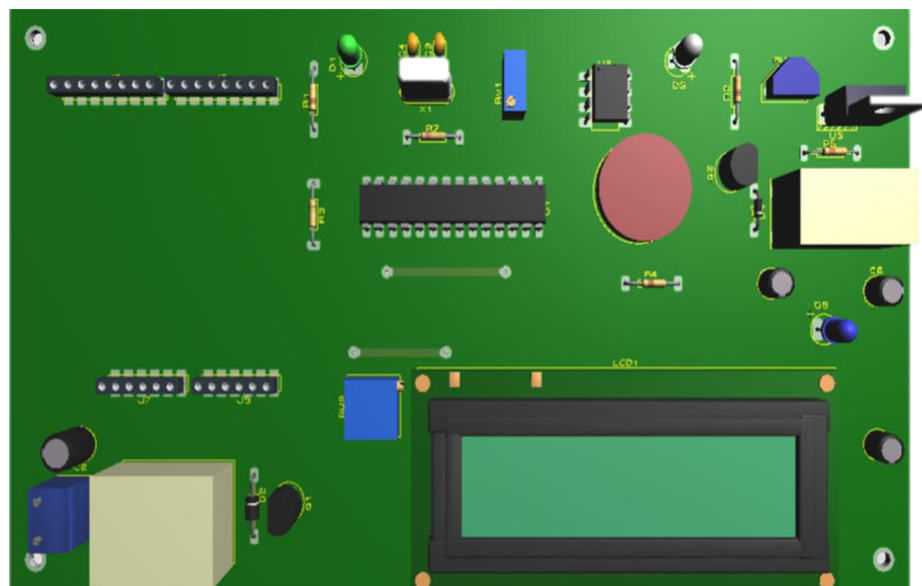
Los prototipos diseñados en el programa CAD Proteus Design Suite 8.3, para el centro de monitoreo y para la unidad de adquisición remota, se muestra en el gráfico N° 3.27 y en el gráfico N° 3.28, respectivamente.

Gráfico N° 3.27: Vista 3D del circuito del centro de monitoreo



Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 3.28: Vista 3D del circuito de la unidad de adquisición remota



Fuente: Propio del investigador

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Presentación de resultados

Contando con los prototipos finales de la investigación titulado **“SISTEMA DE TELEMETRÍA QUE MONITOREA EL CONTAMINANTE MONÓXIDO DE CARBONO EN PUNTOS MÁS CONCURRIDOS DEL DISTRITO DE HUANCAYO, PARA ALERTAR SU INCREMENTO – AÑO 2015”**, se realizó la instalación de hardware y software como se detalla:

Unidad de adquisición remota: esta unidad se instala en las principales avenidas concurridas del distrito de Huancayo; para lo cual a cada Módulo GSM SIM900 de su circuito se coloca una tarjeta SIM de Movistar con crédito para el envío de mensajes de texto, luego se le energiza con una batería recargable de 6V/5Ah. En el display se visualiza cada vez que se enciende bienvenida, título, autor, un mensaje de lectura y luego de aproximadamente 3 minutos se muestra el nivel de CO, y espera la solicitud de envío de datos a solicitud del centro de monitoreo.

Centro de Monitoreo: se coloca la tarjeta SIM de Movistar con crédito, en el Módulo GSM SIM900 de su respectivo circuito, luego se le energiza con una fuente de 5V/2A y se conecta a la PC con cable USB.

Cuando se ejecuta el programa desarrollado en LabVIEW, en el circuito del centro de monitoreo se enciende primero el led rojo y luego el led verde que indica que se realizó una conexión USB exitosa con la PC, y ya se puede enviar la solicitud de adquisición de datos a cualquier unidad de adquisición remota.

El programa cuando se está ejecutando nos permite visualizar gráficamente y numéricamente los niveles de CO de un determinado lugar, y alerta su incremento al superar su valor límite permisible, según norma la calidad del aire en nuestro país (ver tabla 1.1), el cual corresponde a 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (que equivale a 8.7 ppm) para 8 horas ó 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (que equivale a 26 ppm) para una hora.

Estando en funcionamiento el centro de monitoreo y las unidades de adquisición remota, se realizaron las pruebas experimentales para las variables independiente y dependiente.

Procesamiento y presentación de resultados de la variable independiente

Para la adquisición de los datos de la variable independiente se sigue de la siguiente manera: estando en funcionamiento todo el sistema primero se elige el lugar en donde se desea monitorear el nivel de monóxido, por ejemplo Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, en el centro de la ciudad de Huancayo, luego se hace clic en el icono transmite solicitud (ver gráfico N° 4.1) y se enciende el led amarillo, de esta manera se envía la solicitud y se espera la recepción de los datos enviado por unidad de adquisición remota instalado en la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca.

Gráfico N° 4.1: Selección de punto de monitoreo y envío de solicitud



Fuente: Propio del investigador

Se realizaron 960 pruebas experimentales en un periodo de 10 días, un día para cada lugar, del 02 al 12 de noviembre del año 2015, en el horario de 6:00 a.m. a 9:50 p.m., y los datos fueron obtenidos cada 10 minutos automáticamente por el sistema de telemetría expuesto.

El procesamiento de los datos obtenidos en las pruebas realizadas a la variable independiente: diseño de un sistema de telemetría y nivel de monóxido de carbono, que son adquiridos con el sistema de telemetría y el programa MoniSoft_CO. Estos datos son ordenados, procesados y presentados en las tablas N° 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10, y sus variaciones en el tiempo correspondientes en los gráficos N° 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11, para los diez lugares de monitoreo.

Tabla N° 4.1: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 1

Fecha: 02/11/2015		Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	15	16	49	14:00	22	22
2	06:10	15	16	50	14:10	22	22
3	06:20	15	16	51	14:20	20	21
4	06:30	16	17	52	14:30	20	21
5	06:40	16	17	53	14:40	20	21
6	06:50	17	18	54	14:50	20	20
7	07:00	17	18	55	15:00	19	20
8	07:10	17	18	56	15:10	19	20
9	07:20	19	20	57	15:20	19	20
10	07:30	19	20	58	15:30	19	20
11	07:40	19	20	59	15:40	19	19
12	07:50	18	19	60	15:50	18	19
13	08:00	18	19	61	16:00	18	19
14	08:10	18	19	62	16:10	18	19
15	08:20	18	19	63	16:20	18	18
16	08:30	19	19	64	16:30	17	18
17	08:40	19	20	65	16:40	17	18
18	08:50	19	20	66	16:50	17	17
19	09:00	20	20	67	17:00	17	17
20	09:10	20	20	68	17:10	16	17
21	09:20	20	21	69	17:20	16	17
22	09:30	23	22	70	17:30	16	17
23	09:40	23	24	71	17:40	16	16
24	09:50	23	24	72	17:50	16	16
25	10:00	23	24	73	18:00	15	16
26	10:10	26	27	74	18:10	15	16
27	10:20	26	27	75	18:20	15	16
28	10:30	26	27	76	18:30	15	16
29	10:40	28	29	77	18:40	15	15
30	10:50	28	29	78	18:50	14	15
31	11:00	30	30	79	19:00	14	15
32	11:10	30	30	80	19:10	14	15
33	11:20	30	31	81	19:20	14	15
34	11:30	31	31	82	19:30	14	14
35	11:40	31	32	83	19:40	14	14
36	11:50	31	32	84	19:50	13	14
37	12:00	29	30	85	20:00	13	14
38	12:10	29	29	86	20:10	13	14
39	12:20	29	29	87	20:20	13	14
40	12:30	26	27	88	20:30	13	13
41	12:40	26	27	89	20:40	12	13
42	12:50	26	27	90	20:50	12	13
43	13:00	24	25	91	21:00	12	12
44	13:10	24	25	92	21:10	12	11
45	13:20	24	25	93	21:20	10	11
46	13:30	24	25	94	21:30	10	10
47	13:40	22	23	95	21:40	9	10
48	13:50	22	23	96	21:50	9	10

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.2: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 2

Fecha: 03/11/2015		Av. Ferrocarril y Jr. Giraldez					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	7	8	49	14:00	8	9
2	06:10	7	8	50	14:10	8	9
3	06:20	7	8	51	14:20	8	9
4	06:30	7	8	52	14:30	8	9
5	06:40	8	8	53	14:40	8	9
6	06:50	8	9	54	14:50	8	8
7	07:00	8	9	55	15:00	8	8
8	07:10	8	9	56	15:10	8	8
9	07:20	9	9	57	15:20	7	8
10	07:30	9	10	58	15:30	7	7
11	07:40	9	10	59	15:40	7	7
12	07:50	9	10	60	15:50	7	7
13	08:00	9	10	61	16:00	7	7
14	08:10	9	10	62	16:10	7	7
15	08:20	8	10	63	16:20	6	7
16	08:30	8	9	64	16:30	6	7
17	08:40	8	9	65	16:40	6	7
18	08:50	8	9	66	16:50	6	7
19	09:00	8	9	67	17:00	6	7
20	09:10	9	9	68	17:10	6	7
21	09:20	9	9	69	17:20	6	7
22	09:30	9	9	70	17:30	6	5
23	09:40	9	10	71	17:40	6	5
24	09:50	9	10	72	17:50	6	5
25	10:00	10	10	73	18:00	5	5
26	10:10	10	11	74	18:10	5	5
27	10:20	10	11	75	18:20	5	6
28	10:30	10	11	76	18:30	5	6
29	10:40	10	11	77	18:40	5	6
30	10:50	10	10	78	18:50	5	6
31	11:00	9	10	79	19:00	5	6
32	11:10	9	10	80	19:10	5	5
33	11:20	9	10	81	19:20	5	5
34	11:30	9	9	82	19:30	4	5
35	11:40	9	9	83	19:40	4	5
36	11:50	8	9	84	19:50	4	5
37	12:00	8	9	85	20:00	4	5
38	12:10	8	9	86	20:10	4	5
39	12:20	8	9	87	20:20	4	5
40	12:30	8	8	88	20:30	4	4
41	12:40	7	8	89	20:40	4	4
42	12:50	7	8	90	20:50	4	4
43	13:00	7	8	91	21:00	3	4
44	13:10	7	8	92	21:10	3	4
45	13:20	7	8	93	21:20	3	4
46	13:30	7	8	94	21:30	3	3
47	13:40	7	8	95	21:40	3	3
48	13:50	7	8	96	21:50	3	3

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.3: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 3

Fecha: 04/11/2015		Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	20	21	49	14:00	30	31
2	06:10	20	21	50	14:10	30	31
3	06:20	20	21	51	14:20	29	30
4	06:30	22	22	52	14:30	29	30
5	06:40	22	23	53	14:40	29	30
6	06:50	22	23	54	14:50	29	30
7	07:00	22	23	55	15:00	28	29
8	07:10	25	25	56	15:10	28	29
9	07:20	25	26	57	15:20	28	29
10	07:30	25	26	58	15:30	29	30
11	07:40	27	26	59	15:40	29	30
12	07:50	27	28	60	15:50	29	30
13	08:00	27	28	61	16:00	29	30
14	08:10	28	28	62	16:10	30	31
15	08:20	28	28	63	16:20	30	31
16	08:30	28	28	64	16:30	30	30
17	08:40	30	31	65	16:40	31	32
18	08:50	30	31	66	16:50	31	32
19	09:00	30	31	67	17:00	31	32
20	09:10	32	33	68	17:10	31	32
21	09:20	32	33	69	17:20	31	32
22	09:30	32	33	70	17:30	31	32
23	09:40	33	33	71	17:40	32	33
24	09:50	33	34	72	17:50	32	33
25	10:00	33	34	73	18:00	32	33
26	10:10	34	35	74	18:10	32	33
27	10:20	34	35	75	18:20	32	33
28	10:30	34	36	76	18:30	32	31
29	10:40	36	37	77	18:40	29	30
30	10:50	36	37	78	18:50	29	30
31	11:00	36	37	79	19:00	29	30
32	11:10	34	35	80	19:10	29	30
33	11:20	34	35	81	19:20	29	30
34	11:30	34	35	82	19:30	27	28
35	11:40	32	33	83	19:40	27	28
36	11:50	32	33	84	19:50	27	28
37	12:00	32	33	85	20:00	25	26
38	12:10	30	31	86	20:10	25	26
39	12:20	30	31	87	20:20	25	26
40	12:30	30	31	88	20:30	23	24
41	12:40	29	30	89	20:40	23	24
42	12:50	29	30	90	20:50	23	24
43	13:00	29	30	91	21:00	20	21
44	13:10	29	30	92	21:10	20	20
45	13:20	29	30	93	21:20	20	20
46	13:30	30	30	94	21:30	19	20
47	13:40	30	31	95	21:40	19	20
48	13:50	30	31	96	21:50	19	20

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.4: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 4

Fecha: 05/11/2015		Av. San Carlos y Calle San Jorge					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	17	18	49	14:00	34	35
2	06:10	17	18	50	14:10	34	35
3	06:20	17	18	51	14:20	34	35
4	06:30	20	21	52	14:30	34	35
5	06:40	20	21	53	14:40	34	35
6	06:50	20	21	54	14:50	33	35
7	07:00	23	24	55	15:00	33	34
8	07:10	23	24	56	15:10	33	34
9	07:20	27	28	57	15:20	33	34
10	07:30	27	28	58	15:30	31	32
11	07:40	29	28	59	15:40	31	32
12	07:50	29	30	60	15:50	31	32
13	08:00	31	30	61	16:00	31	32
14	08:10	31	32	62	16:10	29	30
15	08:20	31	32	63	16:20	29	30
16	08:30	33	34	64	16:30	29	30
17	08:40	33	34	65	16:40	29	31
18	08:50	33	34	66	16:50	29	31
19	09:00	33	34	67	17:00	27	28
20	09:10	35	36	68	17:10	27	28
21	09:20	35	36	69	17:20	27	28
22	09:30	35	36	70	17:30	27	28
23	09:40	36	37	71	17:40	25	26
24	09:50	36	37	72	17:50	25	26
25	10:00	36	37	73	18:00	25	26
26	10:10	36	37	74	18:10	25	26
27	10:20	36	37	75	18:20	24	25
28	10:30	36	37	76	18:30	24	25
29	10:40	35	37	77	18:40	24	25
30	10:50	35	36	78	18:50	24	25
31	11:00	35	36	79	19:00	22	23
32	11:10	35	36	80	19:10	22	23
33	11:20	35	36	81	19:20	22	23
34	11:30	35	36	82	19:30	22	23
35	11:40	35	36	83	19:40	20	22
36	11:50	34	35	84	19:50	20	22
37	12:00	34	35	85	20:00	20	21
38	12:10	34	35	86	20:10	20	21
39	12:20	34	35	87	20:20	19	21
40	12:30	34	35	88	20:30	19	20
41	12:40	36	37	89	20:40	19	20
42	12:50	36	37	90	20:50	17	18
43	13:00	36	37	91	21:00	17	18
44	13:10	36	37	92	21:10	17	18
45	13:20	35	37	93	21:20	17	18
46	13:30	35	36	94	21:30	15	16
47	13:40	35	36	95	21:40	15	16
48	13:50	35	36	96	21:50	15	16

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.5: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 5

Fecha: 06/11/2015		Calle Real y Jr. Ayacucho					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	13	14	49	14:00	15	16
2	06:10	13	14	50	14:10	15	16
3	06:20	13	14	51	14:20	14	15
4	06:30	13	14	52	14:30	14	15
5	06:40	14	14	53	14:40	14	15
6	06:50	14	15	54	14:50	14	15
7	07:00	14	15	55	15:00	14	15
8	07:10	14	15	56	15:10	14	14
9	07:20	13	14	57	15:20	13	14
10	07:30	13	14	58	15:30	13	14
11	07:40	13	14	59	15:40	13	14
12	07:50	13	14	60	15:50	13	14
13	08:00	13	14	61	16:00	13	14
14	08:10	13	14	62	16:10	13	14
15	08:20	14	14	63	16:20	14	14
16	08:30	14	15	64	16:30	14	15
17	08:40	14	15	65	16:40	14	15
18	08:50	14	15	66	16:50	14	15
19	09:00	14	15	67	17:00	14	15
20	09:10	16	16	68	17:10	14	15
21	09:20	16	17	69	17:20	14	15
22	09:30	16	17	70	17:30	14	15
23	09:40	16	17	71	17:40	14	15
24	09:50	16	17	72	17:50	14	14
25	10:00	17	17	73	18:00	13	14
26	10:10	17	18	74	18:10	13	14
27	10:20	17	18	75	18:20	13	14
28	10:30	17	18	76	18:30	13	14
29	10:40	17	18	77	18:40	13	14
30	10:50	17	18	78	18:50	13	14
31	11:00	16	17	79	19:00	13	14
32	11:10	16	17	80	19:10	13	14
33	11:20	16	17	81	19:20	13	13
34	11:30	16	17	82	19:30	12	13
35	11:40	16	16	83	19:40	12	13
36	11:50	15	16	84	19:50	12	13
37	12:00	15	16	85	20:00	12	13
38	12:10	15	16	86	20:10	12	13
39	12:20	15	16	87	20:20	12	13
40	12:30	15	16	88	20:30	12	13
41	12:40	14	15	89	20:40	12	13
42	12:50	14	15	90	20:50	12	13
43	13:00	14	15	91	21:00	13	13
44	13:10	15	15	92	21:10	13	14
45	13:20	15	16	93	21:20	13	14
46	13:30	15	16	94	21:30	13	14
47	13:40	15	16	95	21:40	13	14
48	13:50	15	16	96	21:50	13	14

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.6: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 6

Fecha: 07/11/2015		Calle Real y Jr. Cajamarca					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	16	17	49	14:00	22	23
2	06:10	16	17	50	14:10	22	22
3	06:20	16	17	51	14:20	20	21
4	06:30	16	17	52	14:30	20	21
5	06:40	17	17	53	14:40	20	21
6	06:50	17	18	54	14:50	20	20
7	07:00	17	18	55	15:00	19	20
8	07:10	17	18	56	15:10	19	20
9	07:20	19	20	57	15:20	19	20
10	07:30	19	20	58	15:30	19	20
11	07:40	19	20	59	15:40	19	19
12	07:50	18	19	60	15:50	18	19
13	08:00	18	19	61	16:00	18	19
14	08:10	18	19	62	16:10	18	19
15	08:20	18	19	63	16:20	18	18
16	08:30	19	19	64	16:30	17	18
17	08:40	19	20	65	16:40	17	18
18	08:50	19	20	66	16:50	17	18
19	09:00	20	20	67	17:00	17	18
20	09:10	20	21	68	17:10	16	17
21	09:20	20	21	69	17:20	16	17
22	09:30	23	22	70	17:30	16	17
23	09:40	23	24	71	17:40	16	17
24	09:50	23	24	72	17:50	16	16
25	10:00	23	24	73	18:00	15	16
26	10:10	26	27	74	18:10	15	16
27	10:20	26	27	75	18:20	15	16
28	10:30	26	27	76	18:30	15	16
29	10:40	28	29	77	18:40	15	15
30	10:50	28	29	78	18:50	14	15
31	11:00	30	31	79	19:00	14	15
32	11:10	30	31	80	19:10	14	15
33	11:20	30	31	81	19:20	14	15
34	11:30	31	32	82	19:30	14	15
35	11:40	31	32	83	19:40	14	14
36	11:50	31	32	84	19:50	13	14
37	12:00	29	30	85	20:00	13	14
38	12:10	29	30	86	20:10	13	14
39	12:20	29	30	87	20:20	13	14
40	12:30	26	27	88	20:30	13	13
41	12:40	26	27	89	20:40	12	13
42	12:50	26	27	90	20:50	12	13
43	13:00	24	25	91	21:00	12	13
44	13:10	24	25	92	21:10	12	13
45	13:20	24	25	93	21:20	13	13
46	13:30	24	25	94	21:30	13	14
47	13:40	22	23	95	21:40	13	14
48	13:50	22	23	96	21:50	13	14

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.7: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 7

Fecha: 08/11/2015		Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	5	5	49	14:00	15	16
2	06:10	5	6	50	14:10	15	16
3	06:20	5	6	51	14:20	14	15
4	06:30	7	7	52	14:30	14	15
5	06:40	7	8	53	14:40	14	15
6	06:50	7	8	54	14:50	14	15
7	07:00	10	11	55	15:00	14	15
8	07:10	10	11	56	15:10	14	14
9	07:20	10	11	57	15:20	13	14
10	07:30	13	14	58	15:30	13	14
11	07:40	13	14	59	15:40	13	14
12	07:50	13	14	60	15:50	13	14
13	08:00	13	14	61	16:00	13	14
14	08:10	13	14	62	16:10	13	14
15	08:20	14	14	63	16:20	14	14
16	08:30	14	15	64	16:30	14	15
17	08:40	14	15	65	16:40	14	15
18	08:50	14	15	66	16:50	14	15
19	09:00	14	15	67	17:00	14	15
20	09:10	16	16	68	17:10	14	15
21	09:20	16	17	69	17:20	14	15
22	09:30	16	17	70	17:30	14	15
23	09:40	16	17	71	17:40	14	15
24	09:50	16	17	72	17:50	14	14
25	10:00	17	17	73	18:00	13	14
26	10:10	17	18	74	18:10	13	14
27	10:20	17	18	75	18:20	13	14
28	10:30	17	18	76	18:30	13	14
29	10:40	17	18	77	18:40	13	14
30	10:50	17	18	78	18:50	13	14
31	11:00	16	17	79	19:00	13	14
32	11:10	16	17	80	19:10	13	14
33	11:20	16	17	81	19:20	13	13
34	11:30	16	17	82	19:30	12	13
35	11:40	16	16	83	19:40	12	13
36	11:50	15	16	84	19:50	12	13
37	12:00	15	16	85	20:00	12	13
38	12:10	15	16	86	20:10	12	13
39	12:20	15	16	87	20:20	12	13
40	12:30	15	16	88	20:30	12	13
41	12:40	14	15	89	20:40	12	13
42	12:50	14	15	90	20:50	12	12
43	13:00	14	15	91	21:00	11	12
44	13:10	15	15	92	21:10	11	12
45	13:20	15	16	93	21:20	11	12
46	13:30	15	16	94	21:30	11	11
47	13:40	15	16	95	21:40	10	11
48	13:50	15	16	96	21:50	10	11

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.8: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 8

Fecha: 09/11/2015		Jr. Ica y Jr. Huancas					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	15	15	49	14:00	46	47
2	06:10	15	15	50	14:10	46	47
3	06:20	15	16	51	14:20	46	47
4	06:30	18	18	52	14:30	47	7
5	06:40	18	19	53	14:40	47	47
6	06:50	18	19	54	14:50	47	48
7	07:00	18	19	55	15:00	47	48
8	07:10	20	21	56	15:10	47	48
9	07:20	20	21	57	15:20	46	47
10	07:30	20	21	58	15:30	46	47
11	07:40	21	21	59	15:40	46	47
12	07:50	21	22	60	15:50	47	47
13	08:00	23	22	61	16:00	47	48
14	08:10	23	24	62	16:10	47	48
15	08:20	23	24	63	16:20	48	48
16	08:30	25	26	64	16:30	48	49
17	08:40	25	26	65	16:40	48	49
18	08:50	29	29	66	16:50	52	53
19	09:00	29	30	67	17:00	52	53
20	09:10	29	30	68	17:10	52	53
21	09:20	32	33	69	17:20	52	54
22	09:30	32	33	70	17:30	56	57
23	09:40	36	37	71	17:40	56	57
24	09:50	36	37	72	17:50	56	57
25	10:00	36	37	73	18:00	56	57
26	10:10	39	40	74	18:10	55	56
27	10:20	39	40	75	18:20	55	56
28	10:30	39	40	76	18:30	55	55
29	10:40	42	43	77	18:40	54	55
30	10:50	42	43	78	18:50	54	55
31	11:00	42	43	79	19:00	54	55
32	11:10	48	49	80	19:10	54	55
33	11:20	48	49	81	19:20	54	53
34	11:30	48	49	82	19:30	50	51
35	11:40	48	49	83	19:40	50	51
36	11:50	48	49	84	19:50	50	51
37	12:00	50	50	85	20:00	50	51
38	12:10	50	50	86	20:10	47	48
39	12:20	50	51	87	20:20	47	48
40	12:30	50	51	88	20:30	47	48
41	12:40	52	51	89	20:40	47	48
42	12:50	52	53	90	20:50	43	44
43	13:00	52	53	91	21:00	43	44
44	13:10	49	50	92	21:10	43	44
45	13:20	49	50	93	21:20	39	40
46	13:30	49	50	94	21:30	39	40
47	13:40	48	49	95	21:40	39	39
48	13:50	48	49	96	21:50	39	39

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.9: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 9

Fecha: 10/11/2015		Paseo La Breña y Av. Huancavelica					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	17	18	49	14:00	34	35
2	06:10	17	18	50	14:10	34	35
3	06:20	17	18	51	14:20	34	35
4	06:30	20	21	52	14:30	34	35
5	06:40	20	21	53	14:40	34	35
6	06:50	20	21	54	14:50	33	35
7	07:00	23	24	55	15:00	33	34
8	07:10	23	24	56	15:10	33	34
9	07:20	27	28	57	15:20	33	34
10	07:30	27	28	58	15:30	31	32
11	07:40	29	28	59	15:40	31	32
12	07:50	29	30	60	15:50	31	32
13	08:00	31	30	61	16:00	31	32
14	08:10	31	32	62	16:10	29	30
15	08:20	31	32	63	16:20	29	30
16	08:30	33	34	64	16:30	29	30
17	08:40	33	34	65	16:40	29	31
18	08:50	33	34	66	16:50	29	31
19	09:00	33	34	67	17:00	27	28
20	09:10	35	36	68	17:10	27	28
21	09:20	35	36	69	17:20	27	28
22	09:30	35	36	70	17:30	27	28
23	09:40	36	37	71	17:40	25	26
24	09:50	36	37	72	17:50	25	26
25	10:00	36	37	73	18:00	25	26
26	10:10	36	37	74	18:10	25	26
27	10:20	36	37	75	18:20	24	25
28	10:30	36	37	76	18:30	24	25
29	10:40	35	37	77	18:40	24	25
30	10:50	35	36	78	18:50	24	25
31	11:00	35	36	79	19:00	22	23
32	11:10	35	36	80	19:10	22	23
33	11:20	35	36	81	19:20	22	23
34	11:30	35	36	82	19:30	22	23
35	11:40	35	36	83	19:40	20	22
36	11:50	34	35	84	19:50	20	22
37	12:00	34	35	85	20:00	20	21
38	12:10	34	35	86	20:10	20	21
39	12:20	34	35	87	20:20	19	21
40	12:30	34	35	88	20:30	19	20
41	12:40	36	37	89	20:40	19	20
42	12:50	36	37	90	20:50	17	18
43	13:00	36	37	91	21:00	17	18
44	13:10	36	37	92	21:10	17	18
45	13:20	35	37	93	21:20	17	18
46	13:30	35	36	94	21:30	15	16
47	13:40	35	36	95	21:40	15	16
48	13:50	35	36	96	21:50	15	16

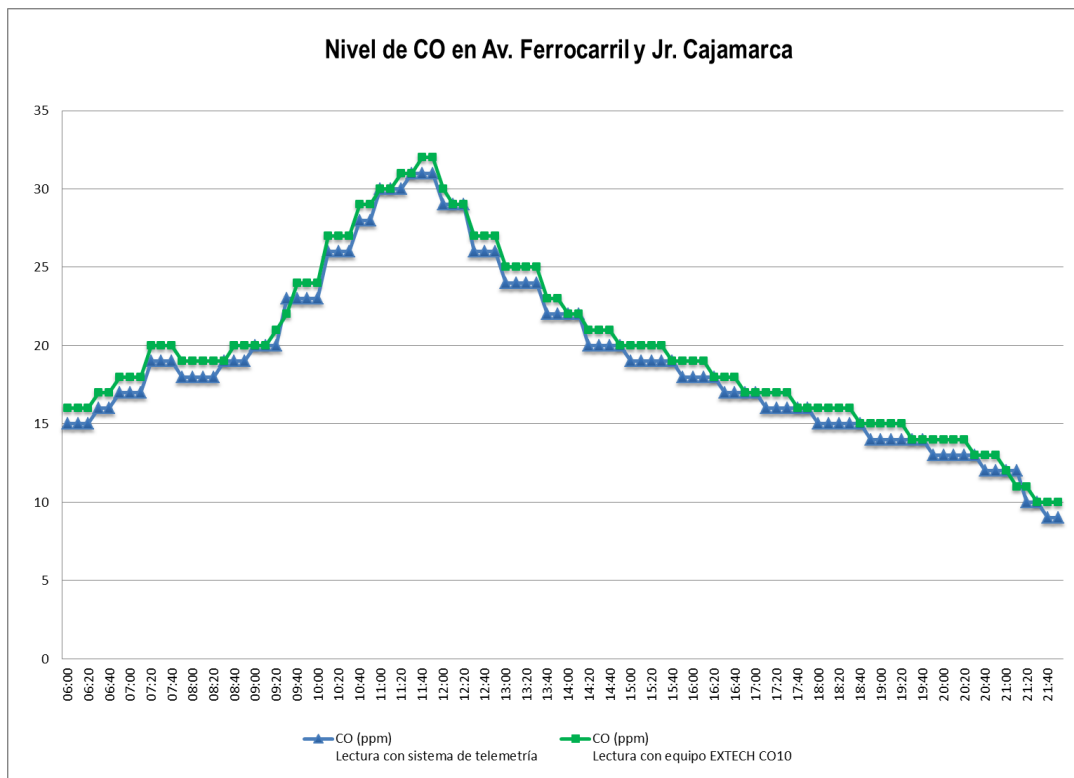
Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.10: Valores de monitoreo de nivel de CO en el punto 10

Fecha: 11/11/2015		Paseo La Breña y Calle Real					
Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801	Prueba	Hora	CO (ppm) Medido con sistema de telemetría	CO (ppm) Medido con TENMARS TM-801
1	06:00	13	14	49	14:00	15	16
2	06:10	13	14	50	14:10	15	16
3	06:20	13	14	51	14:20	14	15
4	06:30	13	14	52	14:30	14	15
5	06:40	14	14	53	14:40	14	15
6	06:50	14	15	54	14:50	14	15
7	07:00	14	15	55	15:00	14	15
8	07:10	14	15	56	15:10	14	14
9	07:20	13	14	57	15:20	13	14
10	07:30	13	14	58	15:30	13	14
11	07:40	13	14	59	15:40	13	14
12	07:50	13	14	60	15:50	13	14
13	08:00	13	14	61	16:00	13	14
14	08:10	13	14	62	16:10	13	14
15	08:20	14	14	63	16:20	14	14
16	08:30	14	15	64	16:30	14	15
17	08:40	14	15	65	16:40	14	15
18	08:50	14	15	66	16:50	14	15
19	09:00	14	15	67	17:00	14	15
20	09:10	16	16	68	17:10	14	15
21	09:20	16	17	69	17:20	14	15
22	09:30	16	17	70	17:30	14	15
23	09:40	16	17	71	17:40	14	15
24	09:50	16	17	72	17:50	14	14
25	10:00	17	17	73	18:00	13	14
26	10:10	17	18	74	18:10	13	14
27	10:20	17	18	75	18:20	13	14
28	10:30	17	18	76	18:30	13	14
29	10:40	17	18	77	18:40	13	14
30	10:50	17	18	78	18:50	13	14
31	11:00	16	17	79	19:00	13	14
32	11:10	16	17	80	19:10	13	14
33	11:20	16	17	81	19:20	13	13
34	11:30	16	17	82	19:30	12	13
35	11:40	16	16	83	19:40	12	13
36	11:50	15	16	84	19:50	12	13
37	12:00	15	16	85	20:00	12	13
38	12:10	15	16	86	20:10	12	13
39	12:20	15	16	87	20:20	12	13
40	12:30	15	16	88	20:30	12	13
41	12:40	14	15	89	20:40	12	13
42	12:50	14	15	90	20:50	12	13
43	13:00	14	15	91	21:00	13	13
44	13:10	15	15	92	21:10	13	14
45	13:20	15	16	93	21:20	13	14
46	13:30	15	16	94	21:30	13	14
47	13:40	15	16	95	21:40	13	14
48	13:50	15	16	96	21:50	13	14

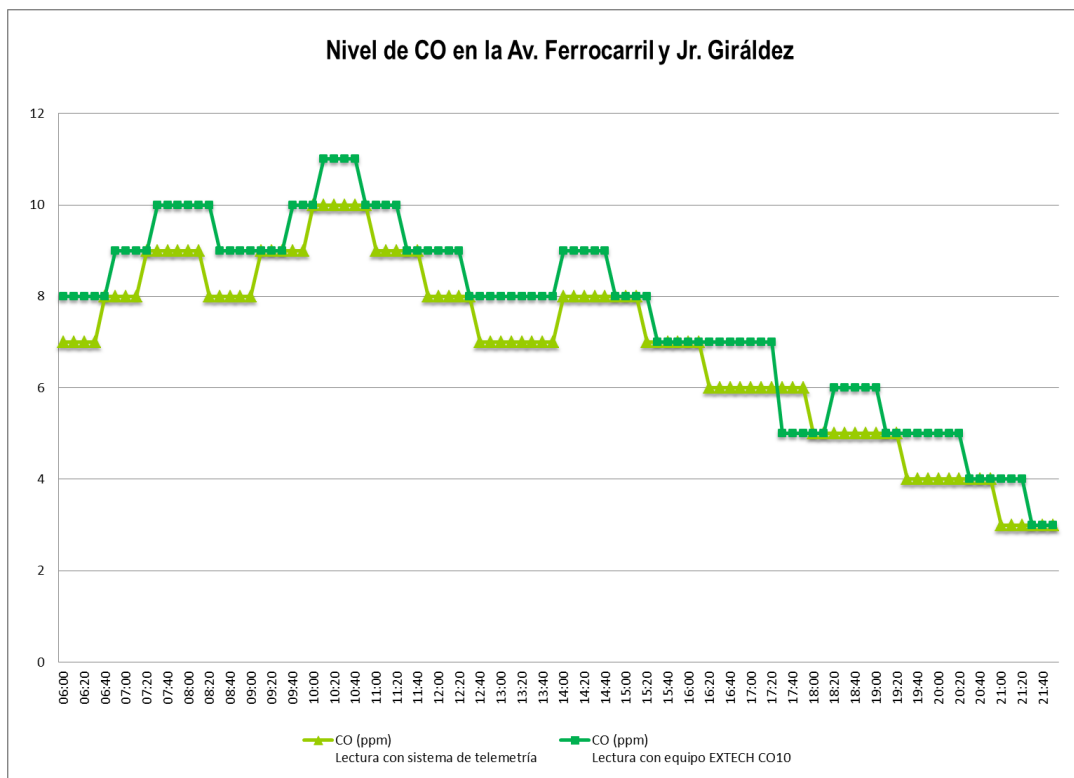
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.2: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 1



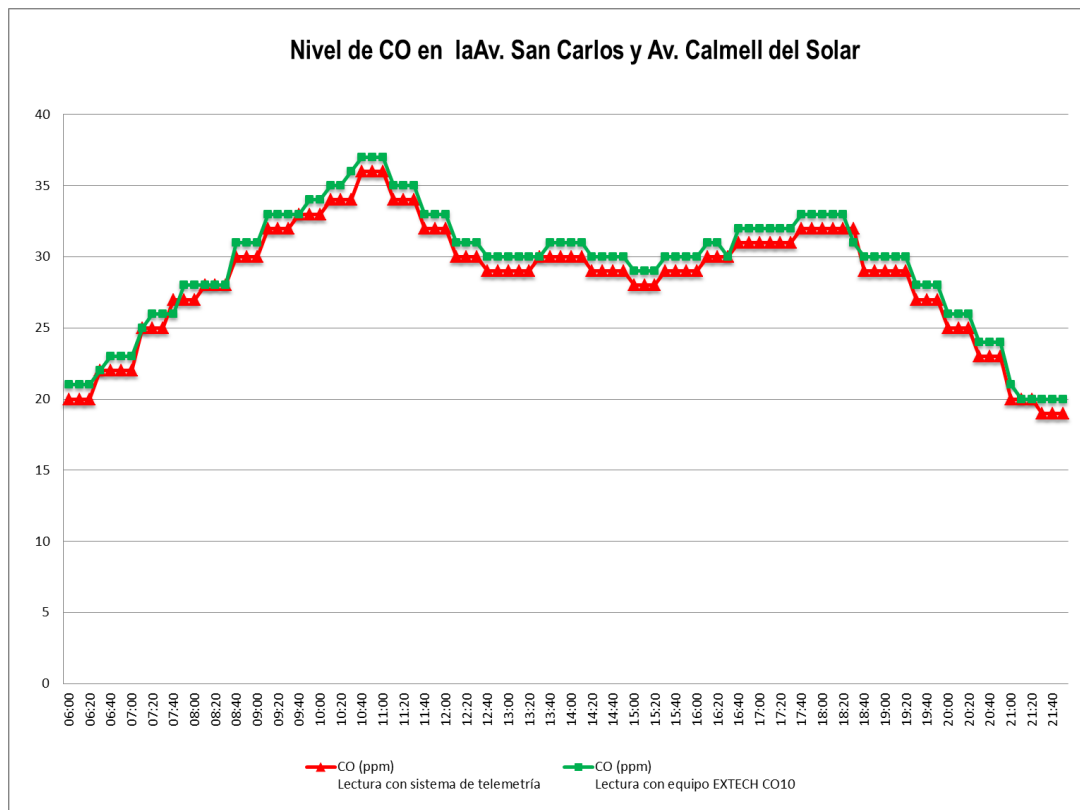
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.3: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 2



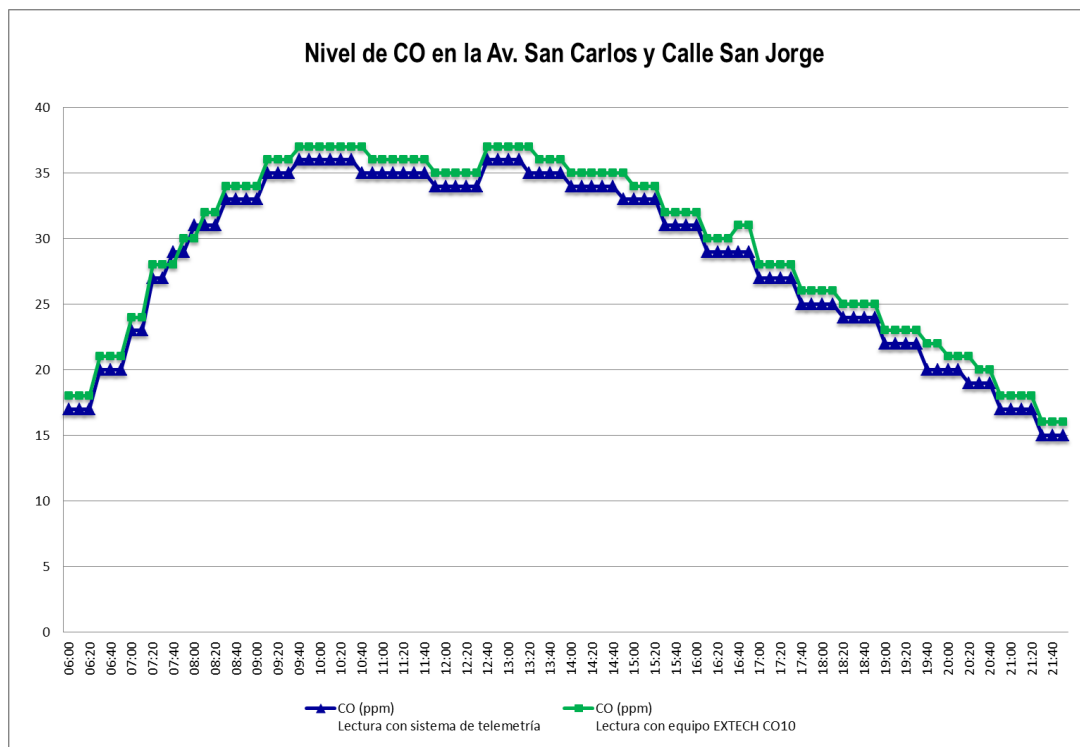
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.4: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 3



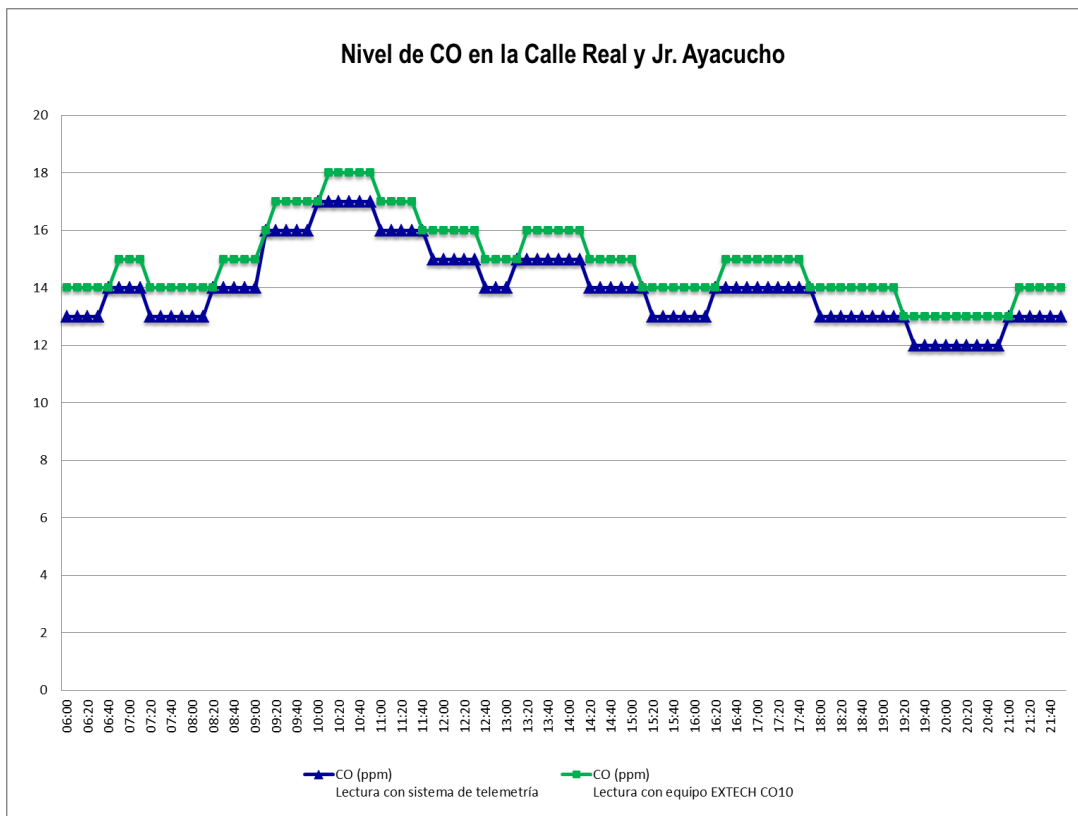
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.5: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 4



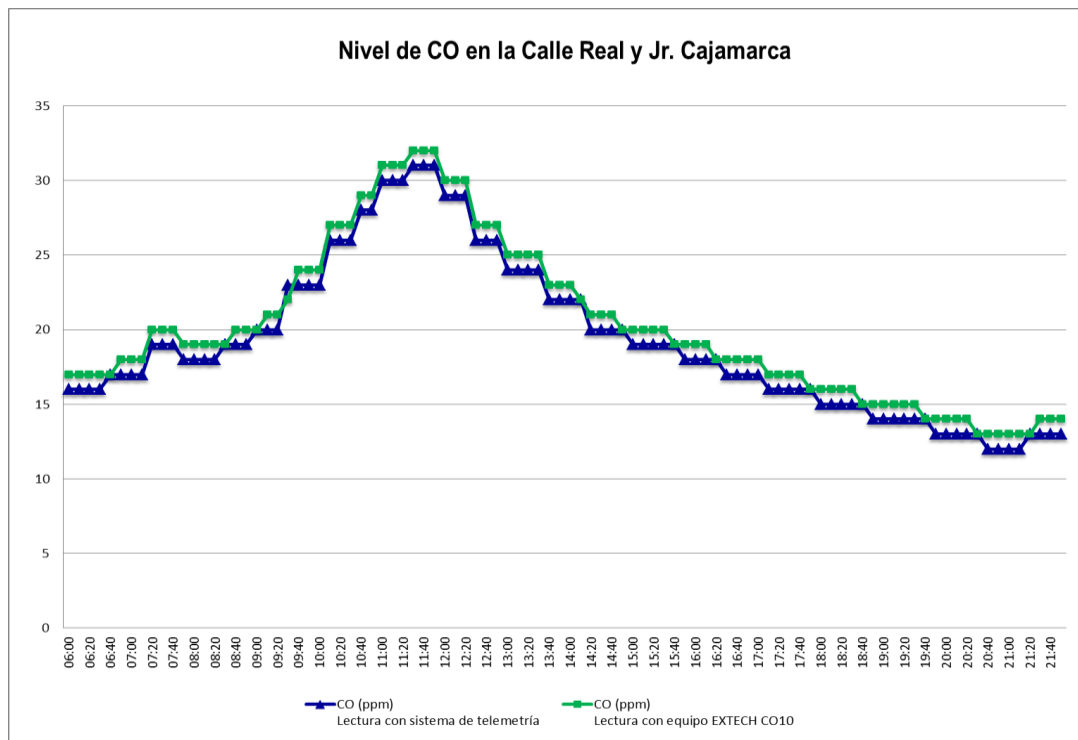
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.6: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 5



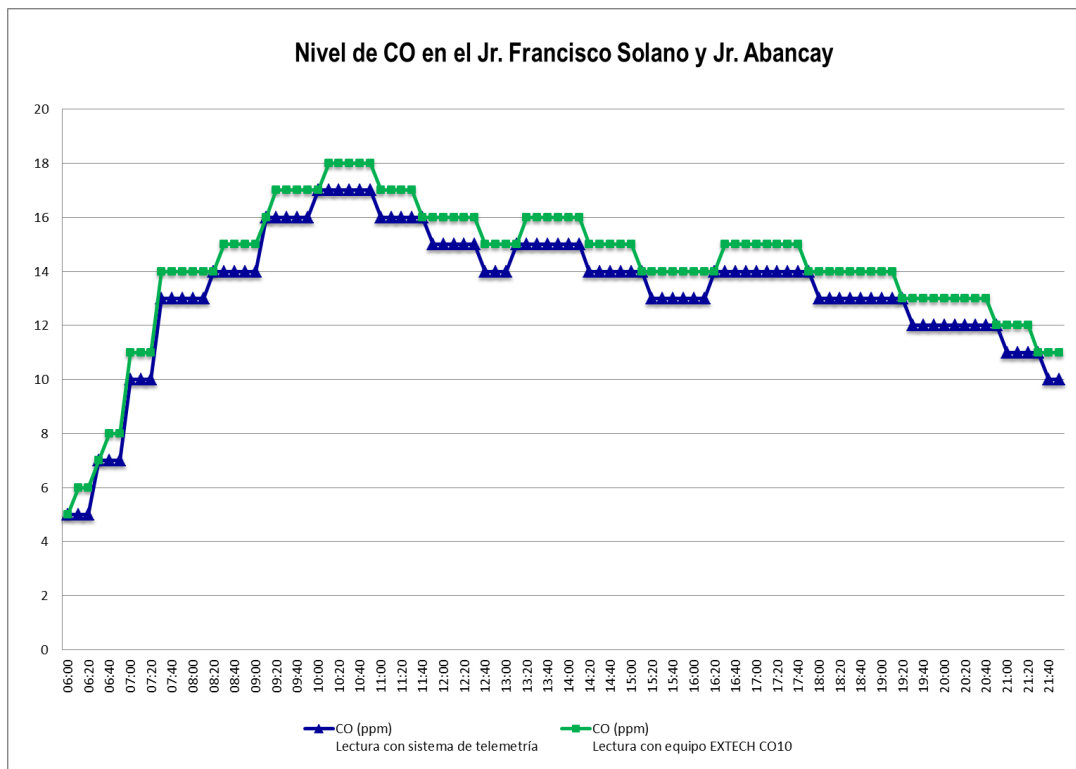
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.7: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 6



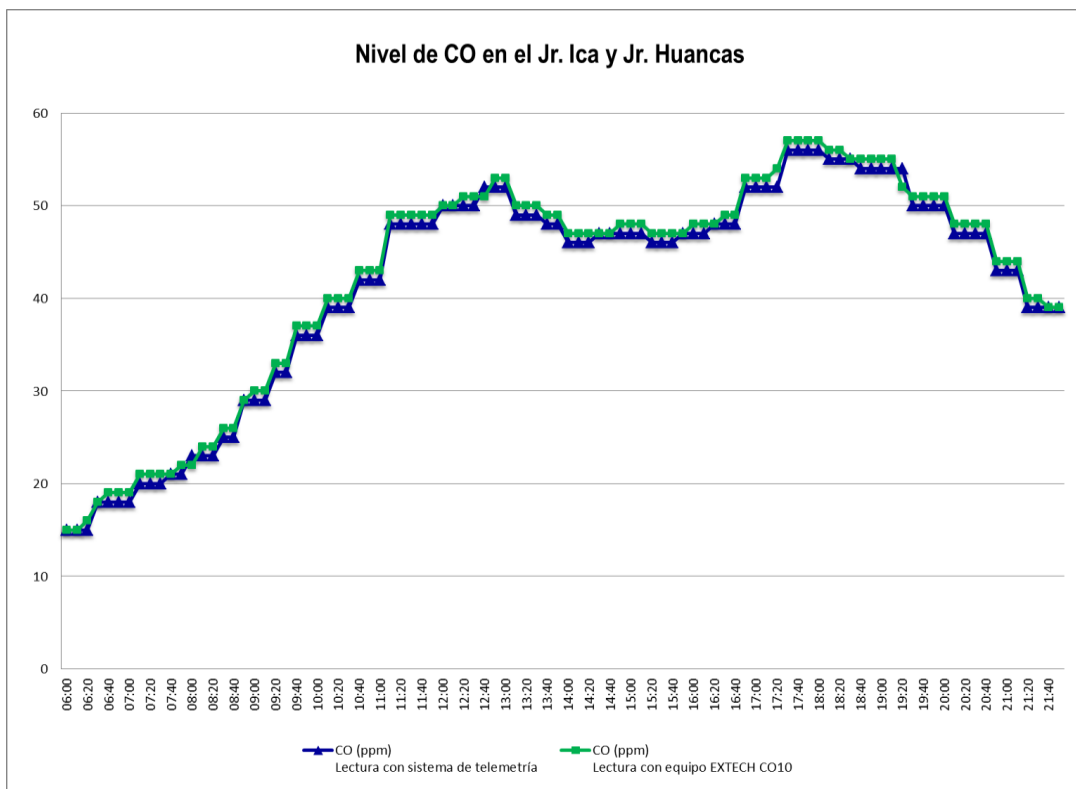
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.8: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 7



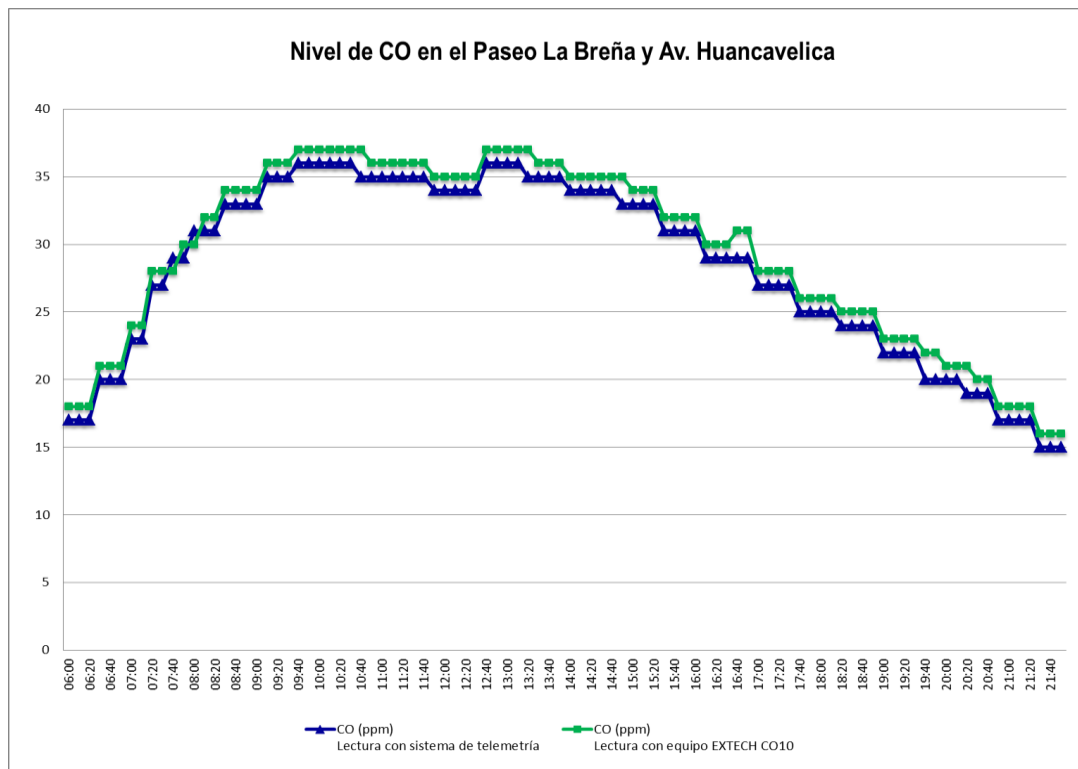
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.9: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 8



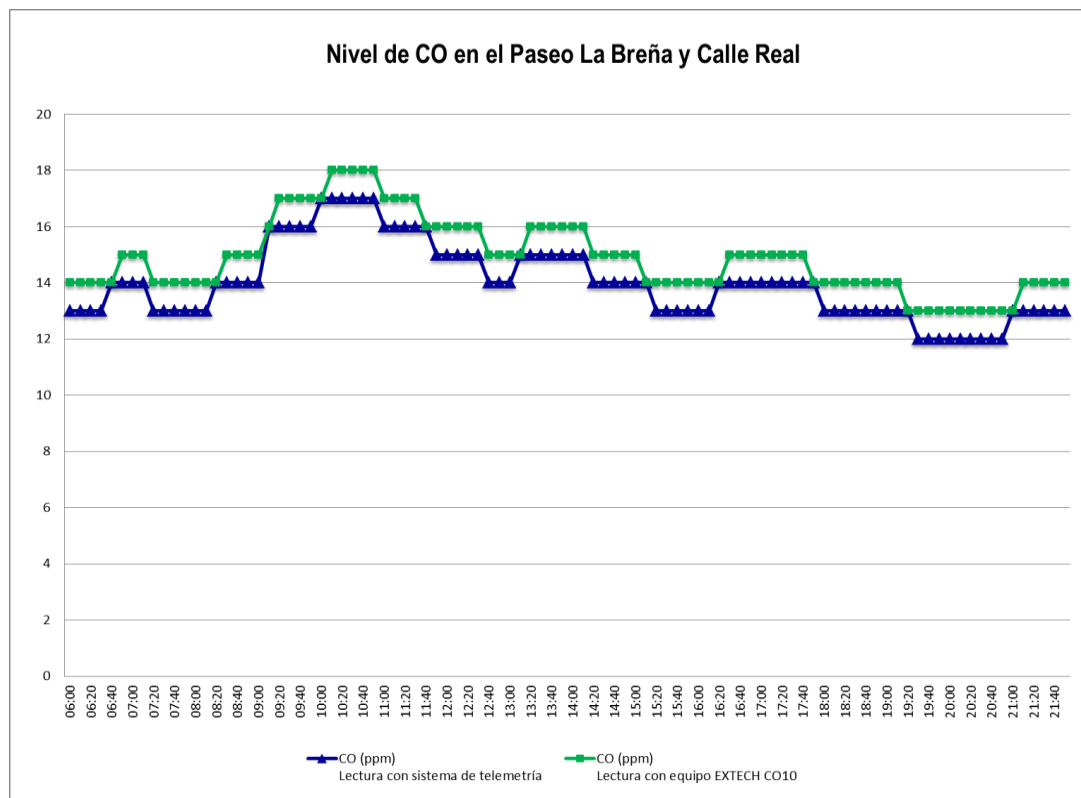
Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.10: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 9



Fuente: Propio del investigador

Gráfico N° 4.11: Variaciones en el tiempo del nivel de CO en el punto 10



Fuente: Propio del investigador

Procesamiento y presentación de resultados de la variable dependiente

Para la adquisición de los datos de la variable dependiente: alertar su incremento, se sigue de la siguiente manera: estando monitoreando un determinado lugar, por ejemplo Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, si el nivel de CO supera el valor límite permisible de 26 ppm en el periodo de una hora, entonces se elige la entidad (ver gráfico N° 4.12), para este caso recién se habilita el icono transmite alerta y haciendo clic en su icono correspondiente se envía un SMS a los celulares de las autoridades, para alertar su incremento del nivel de CO, al superar el valor límite permisible de 26 ppm.

Gráfico N° 4.12: Selección de entidad, Icono e indicador para alerta



Fuente: Propio del investigador

Para verificar este hecho, se realizaron 960 pruebas experimentales, observándose que en los diez lugares elegidos, cuando se realizaron las pruebas, en cada lugar elegido se presentaron algunos problemas técnicos que impidieron se concluya con enviar el mensaje de alerta a las diversas autoridades.

En un determinado punto de mayor concurrencia de personas, la mayoría de las pruebas no presentaron problemas; en el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, el nivel de CO y se envía vía GSM el mensaje de alerta a las autoridades. Los datos obtenidos en las pruebas realizadas sobre alertar su incremento que supera el valor límite permisible, se muestran en las tablas N° 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19 y 4.20.

En las tablas N° 4.21 y 4.22, se muestran el procesamiento de los datos para la variable dependiente, observándose una efectividad del 95.52%.

Tabla N° 4.11: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 1

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.12: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 2

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	No	✓	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	No	✓	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	No	✓	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	No	✓	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.13: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 3

ítem		1			2			3			ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
		Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No			Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.14: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 4

ítem		1			2			3			ítem		1			2			3			
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Av. San Carlos y Calle San Jorge?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Jr. Nicolás de Piérola y Jr. Victoria Garma?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.15: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 5

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Calle Real y Jr. Ayacucho?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Calle Real y Jr. Ayacucho?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.16: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 6

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Calle Real y Jr. Cajamarca?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección de la Calle Real y Jr. Cajamarca?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.17: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 7

ítem		1			2			3			ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.18: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 8

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3		
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Jr. Ica y Jr. Huancas?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Jr. Ica y Jr. Huancas?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?		
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.19: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 9

Ítem		1			2			3			Ítem		1			2			3			
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Paseo La Breña y Av. Huancavelica?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Paseo La Breña y Av. Huancavelica?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			
		Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No			Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	Si
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	✓	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	✓
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	✓	87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.20: Resultados de las pruebas: alertar su incremento, en el punto 10

ítem		1			2			3			ítem		1			2			3			
Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Paseo La Breña y Calle Real?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			Prueba	Hora	¿En el LCD de la unidad de adquisición se visualiza el estado del mensaje de alerta, y el nivel de monóxido de carbono en la intersección del Paseo La Breña y Calle Real?			¿El módulo GSM SIM 900 del centro de monitoreo recibe el SMS, y través del puerto USB del PIC18F2550 lo envía al aplicativo de LabView en donde se grafica en tiempo real y se visualiza su valor numérico?			¿En el aplicativo de LabView, al hacer clic en el icono de alerta; la PC envía por el puerto USB su equivalente digital y a través del PIC18F2550 en formato RS232 llega al SIM 900 que lo transmite como SMS al celular de las autoridades?			
		Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No			Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	Si
1	06:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	49	14:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No	
2	06:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	50	14:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
3	06:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		51	14:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
4	06:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		52	14:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
5	06:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	53	14:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
6	06:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		54	14:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
7	07:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		55	15:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
8	07:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		56	15:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
9	07:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		57	15:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
10	07:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		58	15:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
11	07:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		59	15:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
12	07:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		60	15:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
13	08:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		61	16:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
14	08:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		62	16:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
15	08:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		63	16:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
16	08:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		64	16:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
17	08:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		65	16:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
18	08:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		66	16:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
19	09:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	67	17:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
20	09:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		68	17:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
21	09:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		69	17:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
22	09:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		70	17:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
23	09:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		71	17:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
24	09:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		72	17:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
25	10:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		73	18:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
26	10:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si		No	✓	74	18:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
27	10:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		75	18:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
28	10:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		76	18:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
29	10:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		77	18:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
30	10:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		78	18:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
31	11:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		79	19:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
32	11:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		80	19:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
33	11:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		81	19:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
34	11:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		82	19:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
35	11:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		83	19:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
36	11:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		84	19:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
37	12:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		85	20:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
38	12:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		86	20:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
39	12:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		87	20:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
40	12:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		88	20:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
41	12:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		89	20:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
42	12:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		90	20:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
43	13:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		91	21:00	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
44	13:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		92	21:10	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
45	13:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		93	21:20	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
46	13:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		94	21:30	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
47	13:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		95	21:40	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No
48	13:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No		96	21:50	Si	✓	No	Si	✓	No	Si	✓	No

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.21: Procesamiento de los datos para la v. dependiente para el punto 1

Prueba																								
Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
Prueba																								
Ítem	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Prueba																								
Ítem	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Prueba																								
Ítem	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Propio del investigador

Tabla N° 4.22: Procesamiento de los datos de la variable dependiente

Resultados	Punto de monitoreo									
	Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca	Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez	Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar	Av. San Carlos y Calle San Jorge	Calle Real y Jr. Ayacucho	Calle Real y Jr. Cajamarca	Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay	Jr. Ica y Jr. Huancas	Paseo La Breña y Av. Huancavelica	Paseo La Breña y Calle Real
Si	91	91	92	92	93	91	91	92	93	92
No	5	5	4	4	3	5	5	4	3	4
Promedio	0.9479	0.9479	0.9583	0.9479	0.9688	0.9479	0.9479	0.9583	0.9688	0.9583
Efectividad	94.79%	94.79%	95.83%	94.79%	96.88%	94.79%	94.79%	95.83%	96.88%	95.83%
Total	Efectividad			95.52		Desviación estandar			0.8597	

Fuente: Propio del investigador

4.2. Análisis de Resultados

Diseñado y desarrollado completamente el prototipo, para realizar las pruebas experimentales, se instaló el centro de monitoreo en el jirón Francisco Bolognesi S/N en el distrito de Ingenio y las unidades de adquisición remota, se instaló colocado en una estructura de madera, en los diferentes puntos de mayor concurrencia de personas en el distrito de Huancayo, que son las intersecciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica, y Paseo La Breña y Calle Real.

A la variable independiente nivel de monóxido de carbono y la variable dependiente alertar su incremento cuando se supera el valor límite permisible, se les aplicó 960 pruebas experimentales en momentos diferentes.

Para la evaluación de la variable independiente: nivel de monóxido de carbono, se realizaron la telemetría de 960 pruebas de medida del nivel de CO, cada 10 minutos en las 24 horas del día, durante 10 días en los diez puntos de mayor concurrencia, obteniéndose que estos valores se encuentran muy cercanos a los valores obtenidos con un equipo de medición TENMARS TM-801, con una diferencia máxima de la unidad; lo que indica que los valores medidos son homogéneos.

De las tablas N° 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10, se obtienen los niveles promedios de monóxido de carbono que son: 19.1 ppm, 6.9 ppm, 28.5, 28,4 ppm, 14 ppm, 19.3, 13.3, 41.8, 28.4 y 14.0 ppm; en las interacciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca de, Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano

y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica y Paseo La Breña y Calle Real, respectivamente.

En la evaluación a la variable dependiente alertar su incremento, se observó, que cuando se realizaron las pruebas, en cada lugar elegido se presentaron algunos problemas técnicos que impidieron se concluya con enviar el mensaje de alerta a las diversas autoridades que tienen que ver con el cuidado del aire; pudiéndose concluir de acuerdo a la tabla 4.22, que esta variable presenta, una efectividad del 95.52%.

4.3. Prueba de hipótesis

En probabilidad y estadística, la distribución t de Student es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño $n \leq 30$.

La estadística de prueba es:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

Dónde:

\bar{x} : Media de la muestra.

μ : Media de la población.

s : Desviación estándar de la muestra.

n : Representa el número de experimentos realizado a la variable dependiente.

Para el caso de la variable: alertar su incremento, se realizaron 10 experimentos de 96 pruebas cada una.

Hipótesis:

H_0 : El diseño de un sistema de telemetría utilizando sensores electroquímicos permite mejorar el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo con una efectividad menor o igual al 95%, para alertar su incremento.

H_1 : El diseño de un sistema de telemetría utilizando sensores electroquímicos permite mejorar el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo con una efectividad mayor al 95%, para alertar su incremento.

A nivel del enlace de una comunicación móvil se tiene un $\mu=95.0$ % de efectividad, es decir un 5 % de error.

Como la hipótesis alterna es unilateral, tomando $\alpha = 0.05$, y utilizando la tabla del anexo B de la distribución "t" de Student con $k=10$. Para los grados de libertad, se tiene que: $g.l = k-1 = 10 - 1 = 9$; se establece la siguiente regla de decisión:

Si: $p < 0.05$ Se rechaza H_0

Si: $p \geq 0.05$ No se rechaza H_0

De la tabla N° 4.22, para la investigación, se tiene la media de efectividad que es igual a 95.52 y la desviación estándar que es igual a 0.8597.

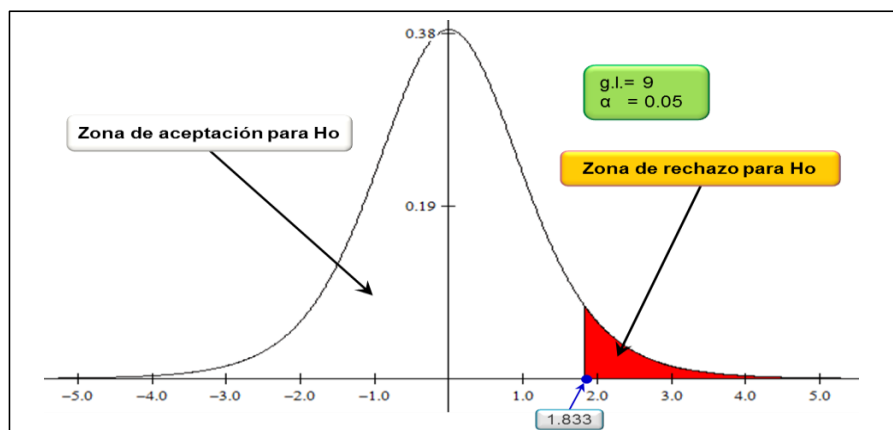
$$t_c = \frac{95.52 - 95.0}{(0.8597/\sqrt{10})}, \quad t_c = \frac{0.5200}{0.2719}, \quad t_c = 1.9127$$

De la tabla del anexo B y del gráfico N° 4.13, se tiene los valores de t que corresponde a la fila de 9 grados de libertad. En dicha fila determinamos entre que valores se localiza el número 1.9127, teniendo como valor crítico 1.833 (valor que corresponde para $\alpha = 0.05$) y que probabilidades le corresponde respectivamente en la prueba de una cola; observamos que 1.9127 está entre los valores 1.833 y 2.262 y las probabilidades que le corresponde a una prueba de una cola son de 0.05 y 0.025 respectivamente; es decir: $0.025 < p < 0.05$.

Decisión estadística: según el gráfico N° 4.13, como $p < 0.05$, se tiene que H_0 se encuentra en la zona de rechazo, por lo que rechazamos H_0 y aceptamos H_1 .

Por lo tanto, el sistema de telemetría desarrollado juntamente con los programas y el aplicativo MoniSoft_CO, que monitorea el nivel de CO, alerta al superar el valor límite permisible, con una efectividad mayor al 95 %; lo cual equivale a un error menor que 5 %.

Gráfico N° 4.13: La curva gaussiana, que muestra el valor crítico



Fuente: Propio del investigador

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de telemetría utilizando sensores electroquímicos permitió mejorar el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo con una efectividad mayor al 95%, para alertar su incremento.
2. El uso del microcontrolador PIC 18F2550 adaptado al sistema global de comunicaciones móviles GSM SIM900 permitió leer los datos y enviar al servidor.
3. El centro de monitoreo adquirió los niveles de CO, que fueron visualizados en valor numérico y gráficamente en tiempo real (señalando fecha, hora y punto de monitoreo), actualizado cada 10 minutos; para los distintos puntos de mayor concurrencia en el distrito de Huancayo; obteniéndose que los niveles medidos de CO tienen los promedios de 19.1, 6.9, 28.5, 28.4, 14, 19.3, 13.3, 41.8, 28.4 y 14.0 ppm; en las interacciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, de la Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica y Paseo La Breña y Calle Real, respectivamente. Los cuales en 9 puntos se superó el valor límite permisible de CO en 8 horas que es 26 ppm y en 4 puntos supero el valor límite permisible para 1 hora de exposición que es 8 ppm.
4. El programa desarrollado en LabVIEW para el centro de monitoreo, nos permitió procesar los niveles de monóxido de carbono que fueron adquiridos desde el sensor.
5. Se realizaron 960 pruebas, de las cuales 42 no llegaron o fueron erróneas, presentando una efectividad de 95.52% que es mayor a lo considerado, y se activó al superar el valor límite permisible de 26 ppm de CO en una hora y al hacer clic en el icono ¡ALERTA!, se transmite un SMS, vía la red GSM, al móvil de las autoridades los que recibieron el mensaje: "Nivel de Monóxido de carbono, supero valor límite permisible de 26 ppm".
6. Para evaluar el sistema diseñado se realizaron la telemetría de 960 pruebas, cada 10 minutos, en las 24 horas del día, durante 10 días, en los diez puntos de mayor concurrencia; observándose que estos valores son muy cercanos y tienen una mínima diferencia de los valores obtenidos con el equipo TENMARS TM-801; lo que indica que los valores medidos son homogéneos.
7. El sistema de telemetría vía GSM, que monitoreo el nivel de monóxido de carbono en los 10 puntos de mayor concurrencia de personas en el distrito de Huancayo, opera automáticamente con capacidad de enviar los datos de nivel de CO en tiempo real hacia el centro de monitoreo y/o usuarios remotos, sin importar la hora.

RECOMENDACIONES

1. Para una buena comunicación GSM, usar las fuentes de alimentación adecuados como baterías recargables, que no producen ruidos, evitando tener dificultad en la transmisión y recepción de SMS.
2. Se puede utilizar otro microcontrolador de Microchip o de otros fabricantes como ARM, Intel, Atmel, Freescale, Zilog, etc.; que tengan implementado en silicio la comunicación USB y RS232 mínimamente; además cuenten con el entorno de desarrollo integrado de fácil acceso al usuario y que sea de bajo costo y se podría usar en vez de SMS el formato PDU para los módulos GSM.
3. Se puede utilizar otro sensor de CO de mejor calidad, con mayores prestaciones y del tipo industrial, resistente a la intemperie, debido a que serán instalados en el exterior.
4. Realizar las pruebas de campo, respecto al conexionado eléctrico, acoplo magnético u otro. Medir los voltajes en los puntos de prueba del circuito, para validar el correcto funcionamiento de todo el sistema.
5. Se debe almacenar e implementar una buena base de datos, que permitan realizar otros tipos de estudios considerando otras variables o factores.
6. Se debe considerar el retardo en el sistema de telemetría, que permita actualizar cada cierto tiempo los datos de las variables monitoreadas; debido al tiempo que tardan en llegar los datos, luego de ser transmitidas.
7. Para un correcto funcionamiento del sistema completo, como están instalados a unos 3271 m.s.n.m., deben contar con sistemas de protección contra descargas atmosféricas, se debe utilizar baterías recargables con celdas fotovoltaicas; lo cual asegurara un periodo de funcionamiento relativamente largo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 4gamericas.org. (2015). Mobile Technology Statistics - Global. Recuperado el 15 de junio de 2015, de <http://www.4gamericas.org/en/resources/statistics/statistics-global/>
- AGRO ATS. (2010). Una guía práctica para monitorear gases peligrosos. Recuperado el 20 de abril de 2015, de <http://www.atsintech.com/tablas/ISTBook>
- Bejarano, L., Mormontoy, W., & Tipacti, C. (2006). Muestreo e Inferencia Estadística en Ciencias de la Salud (1 ed.). Lima-Perú: Editorial Imprenta Unión.
- Bibing.us.es. (2010). Red GSM. Recuperado el 18 de Junio de 2014, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GSM>
- CESCOO-SERNA. (2010). Calidad del Aire Honduras. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de <http://calidadairehonduras.blogspot.com/p/contaminacion-atmosferica.html>
- Diario Correo. (12 de Julio de 2014). Huancayo "Carcochas"contaminantes inundan parque automotor. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://diariocorreo.pe/ciudad/huancayo-carcochas-contaminantes-inundan-20447/>
- DIGESA. (2004). Plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire ciudad de Huancayo. Parte 2. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=1424>
- Estrada, J., & Reinoso, D. (2009). Diseño e implementación de un prototipo de monitoreo remoto de contaminación ambiental utilizando tecnología GSM. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional-Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- García, E. (2008). COMPILADOR C CCS Y SIMULADOR PROTEUS PARA MICROCONTROLADORES PIC. México: Alfaomega grupo editor S.A. de C.V.
- Guagchinga, L. V., & Guamaní, E. M. (2012). Diseño e implementación de un sistema de medición electrónico de gases contaminantes y contaminación acústica en dos lugares de la ciudad de Latacunga utilizando un sistema de transmisión basado en tecnología ZIGBEE. Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga, Latacunga, Ecuador.
- Gutiérrez, C. (2010). Monitoreo y control remoto usando la red de telefonía celular GSM. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de ingeniería.
- ITU. (2010). The World in 2010. Recuperado el 15 de junio de 2015, de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2010>
- ITU. (2012). Global ICT developments, 2001-2013. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2012/stat_page_all_charts.xls

- Kioskea. (2014). Redes inalámbricas. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://es.kioskea.net/contents/818-redes-inalambricas>
- Leopoldo, G., & Guamaní, E. (2012). Diseño e implementación de un sistema de medición electrónico de gases contaminantes y contaminación acústica en dos lugares de la ciudad de Latacunga utilizando un sistema de transmisión basado en tecnología ZIGBEE. Escuela , Latacunga, Ecuador.
- Maldonado, B. (2010). Estudio, diseño e implementación de un sistema que permita controlar y monitorear de manera automática los parámetros de temperatura, presión, humedad y de emisión de gases en el laboratorio de cocinas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Israel.
- Mínguez, D. (2009). Monitoreo de parámetros a través de un sistema de telemetría. Tijuana, B.C-México: Instituto Politécnico Nacional-Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital.
- MTC Perú. (2001). D.S. No 074-2001-PCM.- Estándares Nacionales de calidad ambiental del aire. Recuperado el 18 de Febrero de 2015, de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/D.S.-N%C2%BA-074-2001-PCM>
- Mtc.gob.pe. (2010). AE2010_REVISION. Recuperado el 15 de junio de 2015, de https://www.mtc.gob.pe/portal/AE2010_REVISION_14_06_2011_V2-Rev.pdf
- Organizacion Panamericana para la Salud. (1999). Curso de autoinstrucción orientación para el control de la contaminación del aire. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_orientacion/lecc4/tabla.html
- Oyarce, A. (2009). Implementación del protocolo MODBUS. Recuperado el 20 de setiembre de 2015, de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/oyarce_a/sources/oyarce_a.pdf
- Radio Capital. (18 de Marzo de 2012). Parque automotor genera el 70% de la contaminación en Perú. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de http://www.capital.com.pe/2012-03-18-parque-automotor-genera-el-70-de-la-contaminacion-en-peru-noticia_462487.html
- Sim Com. (2006). AT Commands Set SIM300_ATC_V1.06. Recuperado el 18 de Junio de 2014, de http://www.owen.ru/uploads/re_pm01_list_command
- Sparkfun Electronics Co. Ltd. (2007). MQ-7. Recuperado el 18 de Junio de 2014, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7>
- Tacuri, M. (2011). Diseño e implementación de un sistema de monitorización y alerta temprana para la escuela de ingeniería electrónica. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica - Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes.

- Tenmars. (2015). TM-801 CO Meter. Recuperado el 20 de setiembre de 2015, de <http://www.tenmars.com/webbs-en-us/TM-801.html>
- Tinysine Electronics. (2014). Arduino GSM/GPRS Shield. Recuperado el 22 de Febrero de 2015, de http://www.tinyosshop.com/index.php?route=product/product&product_id=464
- Torres, C. (2009). Diseño del sistema de alarma para el monitoreo desde un terminal móvil mediante la red GSM utilizando mensajes de texto para la empresa de seguridad SIDEPRO. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial- Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones.
- Wayne, T. (2004). SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS (Cuarta ed.). México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

ANEXOS

ANEXO A
FOTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

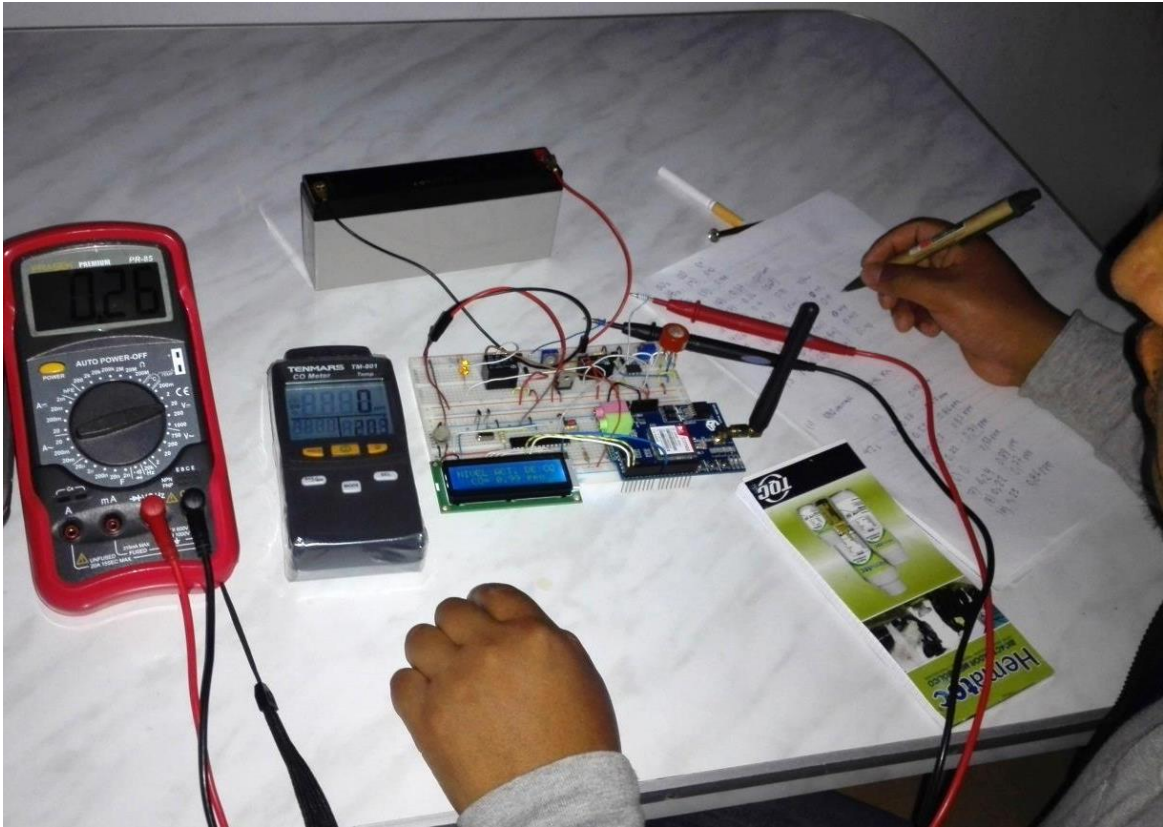


Foto 1 Realizando los cálculos para realizar la calibración de la unidad de adquisición.

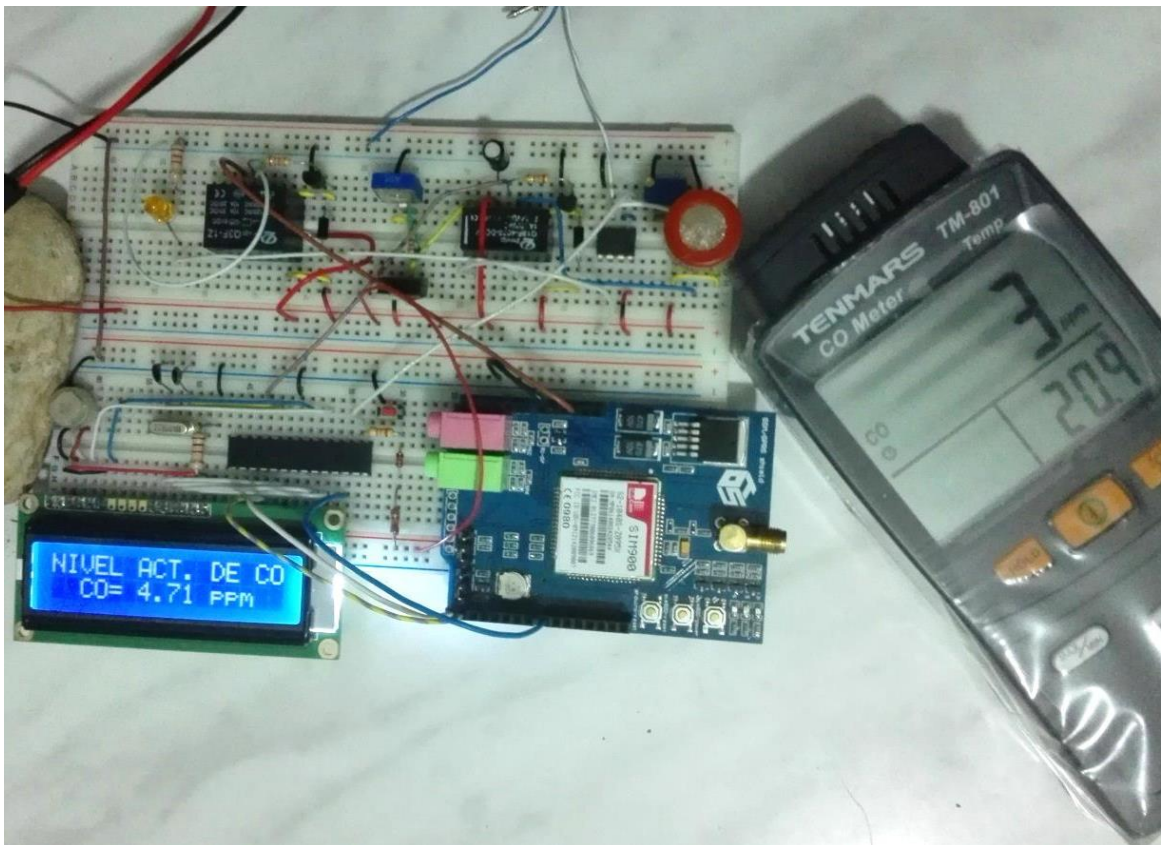


Foto 2 Calibrando la unidad de adquisición con el equipo TENMARS TM-01.



Foto 3 Realizando medidas de prueba con la unidad de adquisición.



Foto 4 Medida de prueba con equipo TENMARS TM 801.



Foto 5 Medida de prueba con equipo TENMARS TM 801, cerca al tubo de escape.



Foto 6 Realizando la toma de datos en Jr. Ica con Jr. Huancas.



Foto 7 Realizando la toma de datos en la Av. Ferrocarril con Jr. Ica.



Foto 8 Realizando la toma de datos en la Av. Ferrocarril con Jr. Cajamarca.



Foto 9 Realizando la toma de datos en la Calle Real con Jr. Cajamarca.

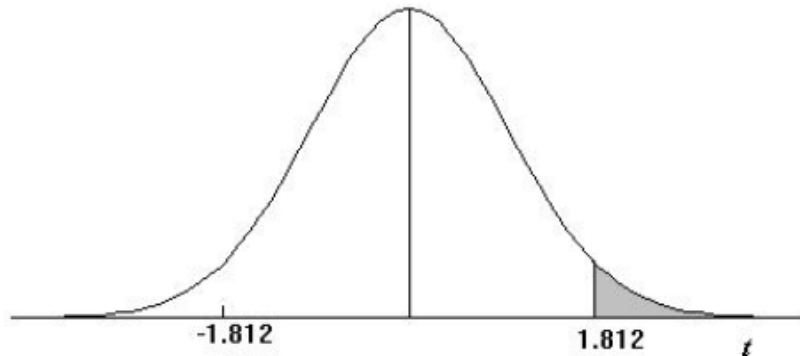


Foto 10 Realizando la toma de datos en Calle Real con Paseo la Breña.

ANEXO B

TABLA DE DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

Puntos de porcentaje de la distribución t



Ejemplo

Para $\phi = 10$ grados de libertad:

$$P[t > 1.812] = 0.05$$

$$P[t < -1.812] = 0.05$$

α r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

ANEXO C

MATRIZ CONSISTENCIA

TESIS: “SISTEMA DE TELEMETRÍA QUE MONITOREA EL CONTAMINANTE MONÓXIDO DE CARBONO EN PUNTOS MÁS CONCURRIDOS DEL DISTRITO DE HUANCAYO, PARA ALERTAR SU INCREMENTO – AÑO 2015”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general					
¿Cómo monitorear el contaminante monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?	Monitorear el contaminante monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento.	El diseño de un sistema de telemetría utilizando sensores electroquímicos permite mejorar el monitoreo de los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo con una efectividad mayor al 95%, para alertar su incremento.	Variale dependiente Y: Alertar incremento (AI)	26, 8 ppm	Tipo de Investigación: Aplicada-tecnológica. Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de la Investigación: Experimental con un diseño específico ex post facto G1.....X.....O1 G2.....X.....O2 Dónde: G1, G1 = Grupos de estudio. X = Variable independiente que no ha sido manipulada O1, O2 = Mediciones realizadas. Universo: Lo constituyen los datos de los niveles de CO monitoreados en los 10 puntos de mayor concurrencia. Muestra: El número de muestras necesarias para el sistema es 960.	Observación	-Ficha de observación: Fotos. -Cámara video/fotográfica: Fotos de actividades.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos					
1 ¿Qué equipo electrónico permite monitorear los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?	Diseñar un sistema de telemetría para monitorear los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento.	El uso de un microcontrolador PIC 18F2550 adaptado al sistema global de comunicaciones móviles GSM SIM900 permite leer los datos y enviar al servidor.	Variable independiente X1: Diseño de un sistema de telemetría (DST) X2: Nivel de monóxido de carbono (NMC)	% ppm o µg/m ³		Análisis Documental.	-Ficha de investigación: Tesis anteriores -Archivo electrónico: Datos xlsx.

2	¿Cuáles son los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento?	Determinar los niveles de monóxido de carbono en los puntos más concurridos del distrito de Huancayo, para alertar su incremento..	Los niveles promedios de monóxido de carbono son 19.1, 6.9, 28.5, 28.4, 14, 19.3, 13.3, 41.8, 28.4 y 14.0 ppm; en las interacciones de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, de la Av. Ferrocarril y Jr. Giráldez, Av. San Carlos y Av. Calmell del Solar, Av. San Carlos y Calle San Jorge, Calle Real y Jr. Ayacucho, Calle Real y Jr. Cajamarca, Jr. Francisco Solano y Jr. Abancay, Jr. Ica y Jr. Huancas, Paseo La Breña y Av. Huancavelica y Paseo La Breña y Calle Real, respectivamente.				Experimental	-Análisis matemático: cálculos para obtener nivel de CO -Análisis electrónico: Simulación con Proteus ISIS. -Criterios de diseño: Diagrama de flujo del programa, esquemas de circuitos electrónicos. -Prueba de ensayo-error: Pruebas
---	--	--	--	--	--	--	--------------	---

ANEXO D

CATÁLOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y TESIS SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA "SUNEDU"

RESUMEN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TESIS

I. DATOS GENERALES:

PRE GRADO

- **UNIVERSIDAD:** Universidad Alas Peruanas
- **CARRERA PROFESIONAL:** Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y telecomunicaciones.
- **TÍTULO DE LA TESIS:** "SISTEMA DE TELEMETRÍA QUE MONITOREA EL CONTAMINANTE MONÓXIDO DE CARBONO EN PUNTOS MÁS CONCURRIDOS DEL DISTRITO DE HUANCAYO, PARA ALERTAR SU INCREMENTO – AÑO 2015"
- **AUTOR:**
APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Laureano Omar Deyvi
DNI N°: 72719724
- **GRADOS O TÍTULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE:** Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones
- **AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN:** 2016

II. CONTENIDO DEL RESUMEN

- PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO
- MARCO TEÓRICO
- MATERIALES Y MÉTODOS
- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

III. ABSTRACT

- Proposal methodological
- Theoretical framework
- Materials and methods
- Results of investigation
- conclusions
- Bibliography

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CCS (abreviatura del Inglés, Custom Computer Service): Es una empresa conocida por su compilador para microcontroladores de Microchip, llamado CCS C.

CDMA: Son las siglas en inglés, Code Division Multiplexing Access.

CO: Abreviatura del gas contaminante monóxido de carbono.

COMANDOS AT: Es el estándar más utilizado para la comunicación entre un módem y un módulo cualquiera. Debido a su gran simplicidad, es que se ha convertido prácticamente en el único estándar. Aun cuando los comandos se encuentran casi todos establecidos, se ha hecho popular que cada fabricante realice sus propios comando AT con la misma sintaxis, pero que realizan funciones más complejas o tareas autónomas.

CONAM: Abreviatura del Concejo Nacional del Ambiente.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

DIGESA: Abreviatura de la Dirección General de Salud.

EDGE: Abreviatura del Inglés, Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

E-EDGE: Son las siglas en inglés de Evolved - Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

EIR: Abreviatura del Inglés Equipment Identity Register.

FSK (modulación por desplazamiento de frecuencia, del inglés Frequency Shift Keying): Es una técnica de modulación para la transmisión digital de información utilizando dos o más frecuencias diferentes para cada símbolo. La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos formando un tren de pulsos donde uno representa un "1" o "marca" y el otro representa el "0" o "espacio".

GMSC (abreviatura del Inglés, Gateway MSC).

GMSK (abreviatura del Inglés, Gaussian Minimum Shift Keying).

GPRS, (General Packet Radio Service) o servicio general de paquetes vía radio creado en la década de los 80 es una extensión del sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes. Existe un servicio similar para los teléfonos móviles, el sistema IS-136. Permite velocidades de transferencia de 56 a 114 kbps.

GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles, del inglés Global System for Mobile Communications, y originariamente del francés groupe spécial mobile): Es un sistema estándar de telefonía móvil digital.

IMEI (abreviatura del inglés International Mobile System Equipment Identity, sistema Internacional para la Identidad de Equipos Móviles) es un código USSD pre-grabado en los teléfonos móviles GSM. Este código identifica al aparato unívocamente a nivel mundial, y es transmitido por el aparato a la red al conectarse a ésta.

ISDN (Red Digital de Servicios Integrados, del Inglés Integrated Services Digital Network)

ISI: Son las siglas en inglés de Inter-Symbol Interference)

ITU: Abreviatura de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

LabVIEW (abreviatura de Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench): es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

LAN (significa Red de área local). Es un grupo de equipos que pertenecen a la misma organización y están conectados dentro de un área geográfica pequeña a través de una red, generalmente con la misma tecnología.

MICROCONTROLADOR: Circuito integrado programable que incluye un CPU, memoria de programa, memoria de datos, puertos de E/S, temporizadores, canales de comunicación, sistemas de interrupciones, sistemas de seguridad y un largo etcétera; todo en un solo chip.

MINAM: Abreviatura de la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente.

MMS: Abreviatura del Inglés, Multimedia Message Service.

MSC: Son las siglas en inglés de Mobile services Switching Center.

MSK: Abreviatura del Inglés, Minimum Shift Keyng.

NMEA: Son las siglas en inglés de National Marine Electronics Association.

NSS: Abreviatura del Inglés, Switching System.

OSS: Son las siglas en inglés de Operation and Maintenance Sub System.

PDC: Abreviatura del inglés, Personal Digital Cellular.

PROTEUS: Es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.

PSD: Abreviatura del Inglés, Power Spectral Density.

PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada, del Inglés Public Switched telephone.

SMSC: Abreviatura del Inglés, Short Message Service Center.

TDMA (abreviatura del Inglés, Time Division Multiplexing Access). Es una tecnología inalámbrica de segunda generación, que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, dando acceso múltiple a un número reducido de frecuencias. TDMA permite dar servicios de alta calidad de voz y datos.

UART (son las siglas en inglés de Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, en español: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal): Es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo.

UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles, del Inglés Universal Mobile Telecommunications System): Es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, sucesora de GSM, debido a que la tecnología GSM propiamente dicha no podía seguir un camino evolutivo para llegar a brindar servicios considerados de tercera generación.

USB (de Universal Serial Bus, abreviado comúnmente USB): Es un puerto que sirve para conectar periféricos a un ordenador. Fue creado en 1996 por siete empresas (que actualmente forman el consejo directivo): IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.

VLR: Abreviatura del Inglés, Visitor Location Register.

WCDMA: Abreviatura del Inglés, Wideband Code Division Multiple Access.