



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
SISTEMAS**

**DESARROLLO DE UN SENSOR PARA LA ALERTA  
TEMPRANA DEL DESBORDE DEL RIO SECO  
UTILIZANDO ARDUINO EN LA CIUDAD DE HUARAZ  
2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**AUTOR:**

**BACH. IVAN ROBERT HUAMAN LOPEZ**

**ASESORA:**

**DRA. ING. MARÍA ALICIA SUXE RAMÍREZ**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2019**

**JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR**

MGTR. ING. CIP. JOSÉ ALBERTO CASTRO CURAY  
PRESIDENTE

MGTR. ING. CIP. JESÚS DANIEL OCAÑA VELÁSQUEZ  
SECRETARIO

MGTR. ING. CIP. CARMEN CECILIA TORRES CECLÉN  
MIEMBRO

DRA. ING. CIP. MARÍA ALICIA SUXE RAMÍREZ  
ASESORA

## **DEDICATORIA**

A mis padres Oscar y Felicitas; por ser mi fortaleza, guía constante en mi camino de la superación, mis adorables hermanos ya que me brindan el apoyo incondicional, y la alegría que me motivan para seguir cosechando triunfos.

*Ivan Robert Huaman Lopez*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la buena salud, bienestar, iluminar mi mente y guiarme por el camino correcto en cada paso que doy.

De igual manera, agradezco a mis docentes, por haberme vertido sus conocimientos y guiarme por los senderos del progreso para culminar mi estudio de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas.

*Ivan Robert Huaman Lopez*

## RESUMEN

La presente tesis fue desarrollada bajo la línea de investigación: Implementación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) para la mejora continua de la calidad en las organizaciones del Perú, de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; tuvo como objetivo: el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino; la investigación fue cuantitativa desarrollada bajo el diseño no experimental y por las características de la ejecución, será de corte transversal – descriptivo. La población son los integrantes de INDECI Huaraz y la muestra se delimito a 40 de ellos; para la recolección de datos se utilizó el instrumento del cuestionario mediante la técnica de la encuesta, los cuales arrojaron los siguientes resultados: en la dimensión de desarrollo de un prototipo de SAT con Arduino se observó que el 96% de los encuestados expresaron que, SI es necesario el desarrollo de un prototipo SAT, en la segunda dimensión del estado de nivel que brinda el sensor de SAT, se observó que el 98 % de los encuestados expresaron que, SI están satisfechos con respecto a los estados de nivel que brinda el prototipo SAT. Estos resultados, coinciden con la hipótesis específica y en consecuencia confirma la hipótesis general, quedando así demostrada y justificada la investigación de propuesta para el desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz.

**Palabras clave:** Río Seco, SAT, Sensor.

## ABSTRACT

This thesis was developed under the line of research: Implementation of information and communication technologies (ICT) for the continuous improvement of quality in organizations in Peru, the professional school of Systems Engineering of the Catholic University of Los Angeles Chimbote; had as objective: the development of a sensor for the early warning of a natural disaster of overflowing the Seco River using Arduino; the research was quantitative developed under the non-experimental design and by the characteristics of the execution, it will be cross-descriptive. The population is the members of INDECI Huaraz and the sample was delimited to 40 of them; for data collection the questionnaire instrument was used by means of the survey technique, which yielded the following results: in the development dimension of a SAT prototype with Arduino it was observed that 96% of the respondents expressed that, SI it is necessary to develop a SAT prototype, in the second dimension of the level status provided by the SAT sensor, it was observed that 98% of the respondents expressed that, IF they are satisfied with respect to the level states provided by the prototype SAT. These results coincide with the specific hypothesis and consequently confirms the general hypothesis, thus demonstrating and justifying the proposal research for the development of a sensor for the early warning of the overflow of the Seco River using Arduino in the city of Huaraz.

**Keywords:** Dry river, SAT, Sensor.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional .....	4
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional .....	6
2.1.3. Antecedentes a nivel regional.....	8
2.2. Bases teóricas. ....	9
2.2.1. Rubro de la empresa.....	9
2.2.2. Relacionadas con la empresa en investigación.....	10
2.2.3. Las Tecnologías de información y comunicaciones (TIC) .....	14
2.2.4. Tecnologías usadas en la investigación.....	20
III. HIPÓTESIS. ....	36
3.1. Hipótesis General .....	36
3.2. Hipótesis Específicas .....	36
IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
4.1. Tipo y nivel de la investigación .....	37
4.2. Diseño de la investigación .....	37
4.3. Población y muestra.....	38

4.4.	Definición operacional de las variables en estudio .....	39
4.5.	Técnica e instrumentos de medición.....	41
4.5.1.	Técnicas.....	41
4.5.2.	Instrumentos. ....	41
4.5.3.	Procedimiento de recolección de datos .....	41
4.6.	Plan de análisis de datos .....	42
4.7.	Matriz de Consistencia.....	43
4.8.	Principios éticos .....	45
V.	RESULTADOS .....	46
5.1.	Resultados .....	46
5.1.1.	Resultados Dimensión 1: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.....	46
5.1.2.	Resumen Dimensión 1 .....	56
5.1.3.	Resultados Dimensión 2: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.....	58
5.1.4.	Resumen Dimensión 2 .....	68
5.2.	Análisis de resultados .....	70
5.3.	Propuesta de mejora.....	71
5.3.1.	Propuesta técnica .....	71
5.3.2.	Diagrama de Gantt .....	84
5.3.3.	Propuesta económica.....	85
VI.	CONCLUSIONES .....	86
VII.	RECOMENDACIONES .....	88
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
	ANEXOS .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1: Estado de alerta SAT. ....	23
Tabla Nro. 2: Función de PIN y características Ultrasonido HC-SR04. ....	30
Tabla Nro. 3: Matriz de operacionalización de la variable el sistema de alerta temprana con Arduino. ....	39
Tabla Nro. 4: Matriz de consistencia. ....	43
Tabla Nro. 5: Importancia SAT. ....	46
Tabla Nro. 6: Diseño del sensor. ....	47
Tabla Nro. 7: Tecnología del sensor. ....	48
Tabla Nro. 8: Originalidad del sensor. ....	49
Tabla Nro. 9: Resultado de pruebas. ....	50
Tabla Nro. 10: Organización de la población. ....	51
Tabla Nro. 11: Utilidad. ....	52
Tabla Nro. 12: Beneficio. ....	53
Tabla Nro. 13: Adaptabilidad. ....	54
Tabla Nro. 14: Capacitar al personal. ....	55
Tabla Nro. 15: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino. ....	56
Tabla Nro. 16: Estados de alerta. ....	58
Tabla Nro. 17: Tiempo de reacción del sensor. ....	59
Tabla Nro. 18: Material de protección. ....	60
Tabla Nro. 19: Datos proporcionados por el sensor. ....	61
Tabla Nro. 20: Funcionalidad entre los sensores. ....	62
Tabla Nro. 21: Distribución de los sensores. ....	63
Tabla Nro. 22: Cumplimiento de los objetivos propuestos. ....	64
Tabla Nro. 23: Confiabilidad del sensor. ....	65
Tabla Nro. 24: Marca recomendada del sensor. ....	66
Tabla Nro. 25: Agilidad del sensor. ....	67
Tabla Nro. 26: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT. ....	68
Tabla Nro. 27: Presupuesto para el Desarrollo del SAT. ....	85
Tabla Nro. 28: Presupuesto de Mano de Obra. ....	85

## ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico Nro. 1: Mapa de ubicación del departamento de Ancash (izquierda). Subcuenca del río Seco ubicada al sur de la ciudad de Huaraz (derecha).....	10
Gráfico Nro. 2: Vista en campo de Cruz Punta.....	11
Gráfico Nro. 3: Zonas vulnerables río Seco. ....	12
Gráfico Nro. 4: Plano Del Rio Seco.....	13
Gráfico Nro. 5: Desarrollo global de las Tecnologías de Información 2001 – 2017*. .....	15
Gráfico Nro. 6: Proceso de funcionamiento SAT.....	21
Gráfico Nro. 7: Arduino Uno.....	25
Gráfico Nro. 8: Arduino Mega.....	26
Gráfico Nro. 9: Arduino Nano.....	27
Gráfico Nro. 10: Ultrasonido HC-SR04.....	31
Gráfico Nro. 11: Diodo emisor de luz (LED).....	31
Gráfico Nro. 12: Componentes de un LED.....	32
Gráfico Nro. 13: LCD Salida de 2x16.....	33
Gráfico Nro. 14: Resistencia.....	33
Gráfico Nro. 15: Relay.....	34
Gráfico Nro. 16: Bocina de bicicleta.....	34
Gráfico Nro. 17: PCB.....	35
Gráfico Nro. 18: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.....	57
Gráfico Nro. 19: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.....	69
Gráfico Nro. 20: Tarjeta Arduino Nano.....	73
Gráfico Nro. 21: Ultrasonido HC-SR04.....	73
Gráfico Nro. 22: Relay 5V.....	74
Gráfico Nro. 23: Bocina de bicicleta.....	74
Gráfico Nro. 24: LCD Salida de 2x16.....	75
Gráfico Nro. 25: Polaridad de la LED.....	75
Gráfico Nro. 26: Modelo de prototipo de comunicación del Sistema de alerta.....	76
Gráfico Nro. 27: Modelo General de prototipo SAT PCB.....	77
Gráfico Nro. 28: Programación Arduino IDE.....	78
Gráfico Nro. 29: Cronograma propuesto para el desarrollo del SAT.....	84

## I. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo el fenómeno natural de desborde de ríos han sido el principal problema, como es el caso del 10 de marzo de 2010, la temporada de lluvias, afectó a los ciudadanos, sus propiedades, arrasando sus carros, las calles y carreteras sumergidas por el desborde del río Patanemo. Donde se registraron 16 familias afectadas según datos proporcionados por la Dirección de Protección Civil del estado Patanemo. Posteriormente de la tragedia de Vargas en 1999, parte del grupo científico de Venezuela comenzó a tomar más interés en el estudio de los montos pluviómetros que se registran como es el caso del río Andresse y Pulwarty que se produjo en el año 2001 (1).

En el Perú las lluvias intensas ocasionan huaicos, desborde de los ríos como es el caso del río Sicra y Otomayo que se desbordó, afectando a 6.500 familias, que dejó las inundaciones en el departamento Ica 2017 (2), los personales del Ministerio de Agricultura recorrieron por los lugares afectadas y estimaron que los deslizamientos ocasionados por el desborde de ríos afectaron 100 hectáreas de cultivos, convirtiéndose de esta manera en el segundo desastre natural en el Perú después de las heladas (3).

El sistema de alerta temprana (SAT) es un dispositivo importante ante fenómenos naturales, parte en anticipar con cierto nivel de certeza, tiempo y espacio, una amenaza natural o generada por la actividad humana. Permitiendo su vigilancia, monitoreo y la activación de los canales de comunicación establecidos, para la alerta oportuna a la sociedad. La necesidad del desarrollo del sistema de alerta temprana incluye tanto hardware y software, permitiendo justificar y sustentar los objetivos trazados.

Las precipitaciones fluviales en la ciudad de Huaraz del departamento de Ancash son constantes, en los meses de noviembre a marzo. El origen del río Seco es “Cruz Punta” y con un recorrido en dirección Este-Oeste para desembocar en el río Santa, el nivel del río Seco crece por los riachuelos, canales fluviales conectados de las

casas de los pobladores, produciendo el caudal que arrasa todo a su paso a la altura del lugar denominado Taclán. Durante los últimos años han producido desborde e inundaciones. Debido a la no existencia de un medio de comunicación rápida y segura para poder alertar a los pobladores que viven en las riberas del río Seco, por tal motivo existe la preocupación de las personas que viven en las riberas del río Seco, por un posible desborde.

En base a la problemática descrita en los párrafos anteriores, se determinó el siguiente enunciado del problema: ¿De qué manera el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017; puede ayudar a salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales?

Con la finalidad de resolver el enunciado propuesto a la problemática indicada, se planteó el siguiente objetivo general: Realizar el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, con la finalidad de salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales.

Para lograr cumplir dicho objetivo general, es preciso proponer los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar las características generales de las cuencas de alimentación para el desarrollo de un prototipo SAT con Arduino del río seco de la ciudad de Huaraz 2017.
2. Evaluar las características técnicas de los componentes electrónicos de un prototipo con los sensores disponibles que mejor se adapten para la secuencia del proyecto.
3. Realizar el diseño, pruebas y demostrar el funcionamiento en un prototipo con Arduino.

En cuanto a la justificación académica emplearemos los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, en los cursos de las líneas de programación, base de datos y proyectos de control.

Justificación operativa por salvar vidas y reducir pérdida de bienes servicios; por medio de comunicación rápida y efectiva para alertar a los pobladores que viven en las riberas del río seco en caso de desbordes.

En lo que respecta a la justificación económica tiene la de abaratar los costos en el uso de elementos de hardware y software libre.

En la justificación tecnológica se utilizará el sensor ultrasonico HC-SR04 para la alerta temprana, LCD, la tarjeta Arduino y una bocina.

Con respecto al alcance de la investigación será local y se desarrollará un prototipo eléctrico SAT en el río Seco Huaraz – Ancash.

La presente investigación en su metodología utiliza un enfoque cuantitativo de tipo descriptiva, así mismo su diseño es no experimental y por las características de su ejecución es de corte transversal.

El alcance de la investigación será desarrollar el prototipo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz – Departamento de Ancash.

Finalmente se concluyó desarrollar un sensor para la alerta temprana pudiendo solucionar los problemas de la no existencia de un medio de comunicación rápida y segura para poder alertar a los pobladores que viven en las riberas del río seco en caso de desborde.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Proaño J. y Suarez M. (4), en el año 2016, en su tesis titulada “Implementación de un prototipo de sistema electrónico mediante comunicación inalámbrica para supervisión y detección de inundaciones”, ubicada en Riobamba – Ecuador, la metodología de la investigación se fundamentó teórico, diseño del sistema y desarrollo del código fuente. Tiene como objetivo implementar un prototipo de sistema electrónico mediante comunicación inalámbrica para supervisión y detección de inundaciones. La población de estudio fue de 370 personas de la Parroquia Valle Hermoso, donde determina que existe una vulnerabilidad debido a un porcentaje alto de personas con discapacidad y se ubica en una zona de inundación del 52%, de acuerdo que las autoridades parroquiales implementen un sistema electrónico de alerta temprana con un 94%. Concluye que el sistema con la realización de pruebas se obtuvo el coeficiente de variación de 7%, el mismo indicó que el sistema es preciso, recomendó para trabajos futuros la inserción de cámaras web para una visualización inmediata cuando suceda el evento.

Campo P. y Zafra K. (5), en el año 2013, realizó una tesis denominada “Sistema electrónico inalámbrico de alerta temprana y monitoreo del comportamiento del nivel de los ríos de bajo costo”, ubicada en Santiago de Cali – Colombia, la metodología de la investigación es de carácter investigativo-aplicativo con enfoque experimental, para su desarrollo. El trabajo tuvo como objetivo de diseñar y construir un sistema electrónico inalámbrico de alerta

temprana y monitoreo del comportamiento del nivel de los ríos que sea de bajo costo. Donde determina que el sistema se puede usar para alerta y monitoreo sin registrar datos sino solamente visualizando la última medición y el estado del nivel de riesgo que este genera. Adicionalmente está la opción de conectarlo con un computador en donde se pueda realizar la parte de monitoreo gráfico y de almacenamiento de la variable nivel, por el tiempo que el computador se encuentre encendido. Se concluye que el diseño y construcción de un sistema electrónico inalámbrico de alerta temprana y monitoreo del comportamiento del nivel de los ríos que es de bajo costo, recomendó hacer un mantenimiento frecuente al sensor, ya que por su forma constructiva tiende a que la suciedad del río se adhiera a él con gran facilidad, y esto puede desencadenar un mal funcionamiento del mismo.

Reinoso C. (6), en el año 2013, en su tesis denominada “Diseño y construcción de un prototipo de sistema de sensores inalámbricos para alerta temprana de deslaves”, tuvo como objetivo diseñar, construir y probar un sistema prototipo de red de sensores inalámbricos embebidos (WSN) para prevenir accidentes mediante el monitoreo de la inclinación y deslizamiento de laderas, utilizando tecnología basada en el estándar IEEE 802.15.4/Zigbee y de comunicaciones móviles. Donde determina, el desarrollo realizado para el diseño, modelamiento y selección de sensores, módulos electrónicos, radios de comunicaciones con soporte de topología MESH, fuentes de energía incluyendo sus respectivas descripciones por capacidades y requerimientos, concluyendo que la tecnología disponible al momento prestó un contingente primordial, principalmente por ofrecer tecnología de código abierto, lo que facilita y permite su desarrollo y aplicaciones, como es el caso de las PCB Arduino, los radio de comunicaciones XBee, y los sensores, aunque fue necesaria su importación.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

Quispe W. (7), en el año 2015, realizó una tesis denominada “Telemetría de nivel y caudal del agua para alertar tempranamente el inminente desborde de río, utilizando el sistema global de comunicaciones móviles”, la metodología de investigación es de nivel explicativo, método dialectico y de diseño experimental. En este trabajo que tiene como objetivo determinar los valores de nivel y caudal del río Mantaro, para alertar tempranamente su inminente desborde, utilizando el sistema global de comunicaciones móviles. La población de estudio fue de 600 datos que se midieron remotamente del nivel y caudal del río Mantaro correspondiente al distrito de Sincos, obtuvo como resultados del análisis de procesamiento de datos, que la tendencia de efectividad es de 99.83%, significa que el mensaje de texto recibido indicando los parámetros de nivel y caudal de agua, el cual indicara el peligro de desborde. Concluye en la evaluación a las variables independientes: nivel y caudal del río Mantaro, se realizaron la telemetría de 600 valores simultáneamente, cada 12 minutos en las 24 horas del día, durante 5 días; obteniéndose que estos valores se encuentran dentro de los valores obtenidos manualmente con un fluxómetro, lo que indica que los valores son relativamente homogéneos, recomendó que se puede utilizar otro módulo con sensor ultrasónico de mayores prestaciones y del tipo industrial, resistente a la intemperie y baterías de gran duración.

Godínez R. (8), el año 2011, en su tesis de “Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM”, los elementos metodológicos en la investigación se fundamentó teórico, desarrollo del firmware y desarrollo del hardware. Tuvo como objetivo desarrollar e implementar un sistema de telemetría que utilice la red de GSM para el transporte de datos

de medición del nivel de agua de un río a través de sensores de ultrasonido con el fin de alertar de manera remota y en tiempo real a una persona, grupo de personas o una central de monitoreo ante un inminente peligro de desborde y asimismo es posible realizar la medición de parámetros de humedad y temperatura, utilizables para el análisis gráfico. Las pruebas realizadas en campo se efectuaron en el río Rímac, teniendo como referencia la proximidad al puente “Los Ángeles” en el distrito de Chaclacayo, cuyas coordenadas geográficas del punto medición fueron en Latitud: 11°58.046’ y Longitud 76°44.715’. Concluye que el módulo del sistema de alerta contra desbordes de un río está diseñado para ser inteligente con capacidad de enviar el dato en tiempo real acerca de las variaciones de nivel del agua de un río hacia una estación de monitoreo y/o usuarios remotos organizados sin importar la hora y que la implementación del SAT es de suma importancia en las zonas más vulnerables, y es muy necesario que el punto de medición se ubique a una distancia prudente. El tiempo de demora fue de 10 segundos, desde la medición del nivel de agua y el envío al punto remoto de recepción mediante SMS a los usuarios organizados, así como al Terminal de Datos de la Central de Monitoreo.

Mocetti G. (9), en el año 2006, realizó una tesis denominada “Sistema de alerta temprana de inundaciones – Aplicación en el río Chillón”. El trabajo tuvo como objetivo dar a conocer la importancia del sistema de alerta temprana contra inundaciones en las cuencas de costa, se emplearon datos de precipitación total de 24 horas, a los cuales se les aplicó el método de desagregación de lluvias para obtener precipitaciones horarias. Concluye que el sistema de alerta temprana debería constar de estaciones pluviométricas e hidrométricas que transmitan la información en tiempo real y el tiempo de implementación del sistema de alerta temprana sería de 180 días calendario, recomendó implementar el plan y promover la

creación de un sistema de alerta temprana de inundaciones para la cuenca del río Chillón.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel regional**

INAIGEM. (10), en el año 2017, realizó el primer sensor hidrometereológico, el proyecto está desarrollado con un sensor piloto que forma parte de un proyecto macro con el objetivo de iniciar la fabricación de sensores de bajo costo adecuados a los ecosistemas de montaña para su instalación en las subcuencas, denominada NL1. Dicho sensor, ha sido instalado en calidad de prueba el 08 de mayo en la laguna Palcacocha, para medir el nivel de agua. La tecnología empleada en su fabricación es Arduino, se alimenta de energía solar.

Rubio G. y Choton H. (11), se tiene la tesis realizada en el año 2015, denominada “Diseño e implementación de un sistema de control automático para el acuario (ralfish) en la ciudad de Trujillo”, la metodología de la investigación es de tipo aplicada. La población de estudio fue a los Acuarios del “Ralfish”. Utilizando el Arduino mega se logró determinar que las condiciones necesarias para el buen funcionamiento del acuario “Ralfish” son: La climatización, que varía entre 20 y 30 °C; los niveles de pH, establecidos entre 6 y 8; el filtrado, que debe ser supervisado constantemente según la capacidad del acuario, la que varía entre 70 y 120 litros; por último, se debe contar con 3 tipos de iluminación, los que son seleccionados según la necesidad.

Yabar Meoño D. (12), en el año 2014, realizó una tesis denominada Metodología para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) a inundaciones para la región de Madre de Dios, Perú; en la metodología de la tesis propone el registro de información,

elaboración de la metodología para la planificación de un SAT y socialización. Entre las conclusiones el autor menciona que, según las entrevistas realizadas a los expertos y personas involucradas con la gestión del riesgo y el sistema de alerta temprana presente en la región, así como los diferentes actores sociales, se concluye que ocurren inundaciones en zonas que no eran consideradas vulnerables, por lo que el sistema de alerta temprana necesita mejorarse o fortalecerse siguiendo la metodología propuesta en este estudio, recomendó el mapeo de instituciones como ONG, universidades o entidades privadas, que cuenten con equipos o instrumentos que permitan o recaben información utilizable para la gestión de riesgo, con el fin de generar vínculos para la obtención de dicha información.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. Rubro de la empresa**

El río Seco, cuya denominación se da a que solo tiene discurrimiento de aguas en las estaciones de lluvias, es un curso hidrográfico (13).

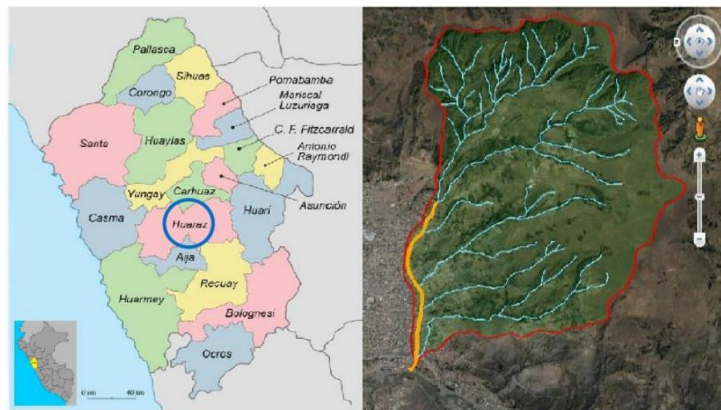
Una cuenca es la porción de tierra drenada por un lago, arroyo, río y sus afluentes. Abarca toda la superficie terrestre diseccionada y drenada por muchas corrientes y arroyos que fluyen cuesta abajo entre sí. En una cuenca fluvial, toda el agua drena a un gran río. El término cuenca se usa para describir un área de tierra más pequeña que drena a un arroyo, lago o humedal más pequeño. Hay muchas cuencas más pequeñas dentro de una cuenca fluvial (13).

## 2.2.2. Relacionadas con la empresa en investigación

### 2.2.2.1. Información de la empresa investigada

El río Seco es un curso hidrográfico ubicado al sur de la ciudad de Huaraz, con orígenes en el área denominada “Cruz Punta” (3,600 m.s.n.m., aprox.) y con un recorrido en dirección Ester-Oeste para desembocar en el río Santa, a la altura del lugar denominado Taclán (14).

Gráfico Nro. 1: Mapa de ubicación del departamento de Ancash (izquierda). Subcuenca del río Seco ubicada al sur de la ciudad de Huaraz (derecha).



Fuente: Montenegro C. (15).

La subcuenca del río Seco pertenece a la cuenca alta del río Santa está ubicada en parte sur de la ciudad de Huaraz, vertiente del Pacífico en el departamento de Ancash. El área del río seco es de 4.10 Km<sup>2</sup>, la longitud del cauce principal es de 3.4 Km, y desciende desde una elevación de 3 605 m.s.n.m. con una pendiente promedio de 14%. El régimen de escurrimiento es temporal, con caudales significativos de flujo generándose usualmente como consecuencia de la ocurrencia de lluvias de corta duración y gran intensidad.

La interpretación geomorfológica de los sucesivos eventos geodinámicas con las constantes inundaciones que son frecuentes en la zona, debido esencialmente a las temporadas de lluvia, así como la falta de interés por parte de la municipalidad para hacer respetar las áreas de uso de suelo, así como la negligencia de las personas que habitan en las orillas del río, exponiéndose de manera directa a fenómenos de inundaciones y huaycos. Finalmente, en su actual lugar como consecuencia de los importantes flujos de material fluvio-glaciario que viniendo de la parte superior se han desplazado en forma de abanico en las zonas de la Soledad, Villón Alto, Villón Bajo y, posiblemente, en la zona de belén.

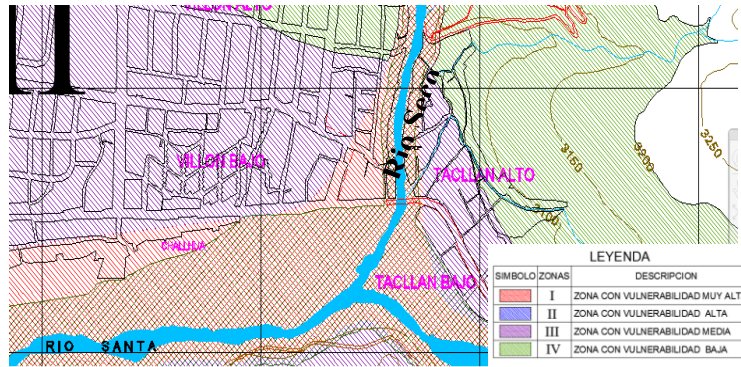
Gráfico Nro. 2: Vista en campo de Cruz Punta.



Fuente: Montenegro Torres C. (15).

Conforme señala el plan de desarrollo urbano 2012-2022 de la Municipalidad Provincial de Huaraz, el río seco, se considera Zona de Reglamentación Especial (ZRE)-1c; que es aquella zona conformada por áreas urbanas no planificadas, con asentamientos informales e invasiones, ubicados dentro de zonas de Alto Riesgo por flujos de lodos e inundaciones.

Gráfico Nro. 3: Zonas vulnerables río Seco.



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) (16).

Desde el punto de vista de la dinámica fluvial, las aguas estacionales que caen en períodos de lluvias desde el mes de octubre a marzo, arrancan con facilidad el material fluvio-glaciario que en forma muy importante se encuentra acumulado en las nacientes del río Seco (área de Cruz Punta), transportándose a manera de flujos que, por lo general, colmatan su cauce.

Igualmente, en lo descrito en los párrafos anteriores, también ha sido un segmento donde se producían erosiones en su margen derecha por el impacto del material arrastrado, con el peligro de comprometer la plataforma habitacional. Se deja definido que los problemas de seguridad física que se dan a lo largo de este río Seco solo se presentan en su margen derecha, comprometiendo material de relleno (plataforma de la ciudad de Huaraz), ya que en su margen izquierda no hay ninguna evidencia de inestabilidad, por la presencia de roca de muy buena resistencia.

El peligro generado por el transporte de sedimentos en el río Seco se da aguas abajo en su entrega al río Santa, las

aguas que escurren por las calles del sistema de desagüe domiciliario generando dificultades de transporte peatonal. Shaurama es la zona vulnerable de alerta y preocupación en épocas de lluvias torrenciales porque se inundan las viviendas y aumenta el caudal del río Seco, el mismo que puede ser afectado si hay un aumento considerable del material arrastrado por lluvias extraordinarias (16).

#### **2.2.2.2. Ubicación geográfica**

En la investigación realizada por Autoridad Nacional del Agua (ANA) Huaraz. El río seco está ubicado en los Sectores de Pedregal, Shaurama, Villón Alto, Villón Bajo, Chuna Mará, Bellavista, con orígenes en el área denominada “Cruz Punta” (3,600 m.s.n.m., aprox.) y con un recorrido en dirección Ester-Oeste para desembocar en el río Santa, a la altura del lugar denominado Tacllán.

Gráfico Nro. 4: Plano Del Rio Seco.



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) (16).

## **2.2.3. Las Tecnologías de información y comunicaciones (TIC)**

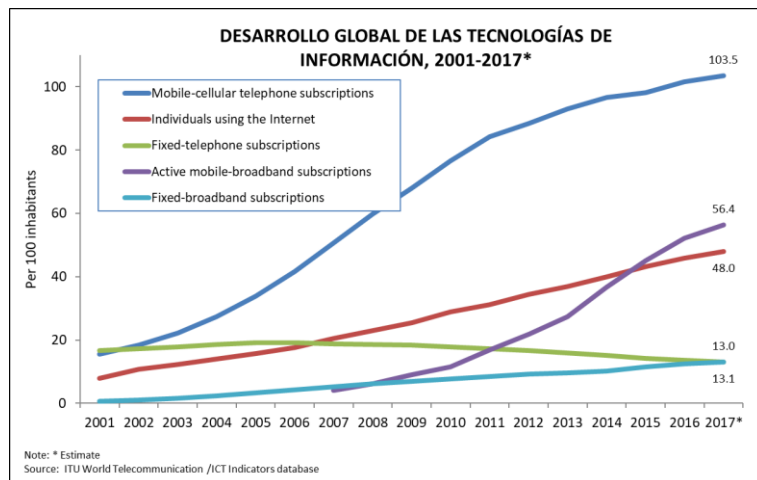
### **2.2.3.1. Definición**

De acuerdo a Quintero V. (17), La tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) se refiere a toda la tecnología utilizada para gestionar las telecomunicaciones, los medios de difusión, los sistemas inteligentes de gestión de edificios, los sistemas de procesamiento y transmisión audiovisual y las funciones de control y supervisión basadas en la red. TIC es un término utilizado para indicar un tema amplio relacionado con la tecnología y otros aspectos de la gestión y el procesamiento de la información.

Si bien no existe una definición única y universal de TIC, el término generalmente se acepta como todos los dispositivos, componentes de red, aplicaciones y sistemas que combinados permiten que personas y organizaciones (es decir, empresas, agencias sin fines de lucro, gobiernos y empresas criminales) interactúen en el mundo digital.

El acrónimo "TIC", que es la combinación de ambos términos Información y Comunicación, se unieron para enfatizar la fusión de ambas tecnologías. Esta frase también se utiliza para describir una gama de tecnologías con el fin de recopilar, almacenar, recuperar, procesar, analizar y transmitir información. La tecnología puede definirse como el proceso de utilizar recursos científicos, materiales y humanos para satisfacer la necesidad o el propósito humano (18).

Gráfico Nro. 5: Desarrollo global de las Tecnologías de Información 2001 – 2017\*.



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU (19).

### 2.2.3.2. Características principales de las TIC

Según Cabero J. (20), entre sus características principales de las tecnologías de información y comunicación, podemos enfatizar:

- **Inmaterialidad.** Permite disponer de información a través de la materia prima en el cual se desarrollan su actividad en la informática.
- **Instantaneidad.** La información se consigue con la comunicación rápidamente desde el lugar donde estas de una fuente original.
- **Interactividad.** La comunicación entre una persona o grupo de personas es bidireccional a través de las diferentes redes sociales, web, SMS.
- **Interconexión.** Las TIC ase posible la conexión entre dos tecnologías ya sea la imagen, el sonido y el texto para la construcción de plataformas de multimedia.

- **Automatización de tareas.** Facilidades de trabajo en la vida de las personas, en las diferentes actividades diarias.
- **Digitalización.** La transmisión de diferentes medios en un único formato universal como animaciones, sonido, imágenes, texto, etc.

En algunos casos, por ejemplo, es considerado temas de debate público, guerra y político para un futuro prometedor, el uso de la Internet y la informática continua, en torno a la educación beneficia en gran proporción ya que es más accesible y dinámica en las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

#### 2.2.3.3. Áreas de aplicación de las TIC

Según González M. (21), describe las siguientes áreas donde se aplica las TIC.

- **Educación:** obtener el tipo correcto de información es un desafío importante, al igual que obtener información para que tenga sentido. Los estudiantes expuestos a Internet dicen que creen que la red les ha ayudado a mejorar la calidad de su investigación académica y de su trabajo escrito. Una revolución en la educación es el advenimiento del aprendizaje a distancia. Esto ofrece. Una variedad de cursos en línea basados en internet y video.
- **Salud y medicina:** la tecnología informática está cambiando radicalmente las herramientas de la medicina. Toda la información médica ahora puede ser digitalizada. El software ahora puede computar el riesgo de una enfermedad. Los investigadores de salud mental

están usando computadoras para evaluar a adolescentes con problemas que necesitan psicoterapia. Un paciente paralizado por un derrame cerebral ha recibido un implante que permite la comunicación entre su cerebro y una computadora; como resultado, puede mover un cursor a través de una pantalla con capacidad intelectual y transmitir mensajes simples.

- **Ciencia:** los científicos han sido durante mucho tiempo usuarios de la misma. Una nueva aventura entre los científicos es la idea de un "colaborativo", un laboratorio colaborativo basado en Internet, en el que los investigadores de todo el mundo pueden trabajar fácilmente juntos incluso a distancia.
- **Negocios:** los negocios ven claramente el interés como una forma de mejorar la productividad y la competitividad. Algunas áreas de negocios que están experimentando cambios rápidos son ventas y mercadotecnia, comercio minorista, banca, operaciones bursátiles, etc. Los representantes de ventas no solo necesitan estar mejor informados y tener más conocimiento sobre los negocios de sus clientes, sino que también deben sentirse cómodos con la tecnología informática. Internet se ha convertido en una popular herramienta de marketing. El mundo del ciber efectivo ha llegado a la banca, no solo tarjetas inteligentes, sino también banca por Internet, depósito electrónico, pago de facturas, acciones en línea y negociación de bonos, etc.
- **Recreación y entretenimiento:** Nuestro entretenimiento y tiempo de placer también se han visto afectados por la informatización. Por ejemplo:

- En las películas, los gráficos generados por computadora dan libertad a los diseñadores, de modo que los efectos especiales e incluso los personajes imaginarios pueden desempeñar un papel en la creación de películas, videos y comerciales.
- En los deportes, las computadoras compilan estadísticas, venden boletos, crean programas de entrenamiento y dietas para atletas, y sugieren estrategias de planes de juego basadas en el desempeño pasado del competidor.
- En los restaurantes, casi todos han comido comida en la que el empleado ingresa una orden indicando las opciones en una caja registradora de aspecto bastante inusual; el dispositivo ingresa directamente los datos reales en una computadora, calcula el costo y luego imprime un recibo.

#### **2.2.3.4. Beneficios que aportan las TIC**

Según Tovar M. (22), en su página web define que los beneficios de las TIC son:

- Fácil acceso a la información de todo tipo, ya sea a través de Internet y los diferentes dispositivos. Lo que permite estar enterados de todas las cosas que suceden a nivel mundial, según lo que se necesita conocer y aprender.
- Fácil acceso a grandes almacenamientos de información, ya sea de libros, músicas, videos, etc. en las páginas web, disquete, CD-ROM, USB, Disco Duro que almacena grandes capacidades de información que son portables.

- Fácil acceso a la comunicación y cobertura total con precios rentable, debido a la evolución de los diferentes medios como es la Internet y telefonía en general, permitiendo establecer una comunicación de una persona o institución del mundo, mediante la web, el correo electrónico, mensajes, videoconferencias, etc.
- Ayudar a las personas con la automatización de tareas, como es el cerebro, el corazón, celulares de todas las TIC a través de la programación de algoritmos, permitiendo agilizar las tareas cotidianas.
- Fácil acceso a la gestión de diferentes programas como los sistemas expertos, videojuegos, maquinas programables, permitiendo definir su conducta estableciendo de acuerdo a las acciones del usuario.
- Hoy en día el acceso a las tecnologías de información y comunicación es día a día, ya sea en el ámbito de la música, audiovisual, cámaras digitales, las comunicaciones vía computador o telefonía móvil, comercios electrónicos, que permiten intercambiar información a través de la Internet.

#### **2.2.3.5. Principales TIC utilizadas en la empresa**

El río Seco de la provincia de Huaraz, departamento de Ancash, no cuenta con ningún Tecnología de información y comunicación que ayude a la población a tomar medidas de precaución ante un desborde del río.

#### **2.2.3.6. Importancia de las TIC en la empresa**

La importancia del uso de las TIC, en las empresas, permiten el desarrollo de nuevos modelos y métodos de

gestión de negocio ya sea en la inversión y productividad; que van desde la automatización de procesos de negocios a reducir los costes, en los grandes datos de las organizaciones. Generando nuevas ideas que impulsan nuevos productos y servicios, a las transacciones basadas en las TIC, tales como las compras por Internet y la telemedicina y redes sociales que ofrecen a los clientes más opciones de compra, comunicación e interacción con los usuarios (22).

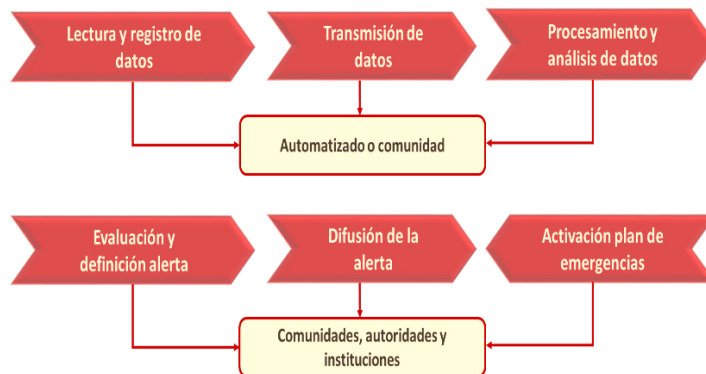
#### **2.2.4. Tecnologías usadas en la investigación**

##### **2.2.4.1. Sistema de alerta temprana (SAT)**

**Definición:** Los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT, es un conjunto integrado de sistemas y procesos de monitoreo, pronóstico y predicción de riesgos, evaluación de riesgos de desastres, comunicación y actividades de preparación que permite a individuos, comunidades, gobiernos, empresas y otros tomar medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres antes de los eventos peligrosos (23).

Los sistemas de alerta temprana son medios por los cuales las personas reciben información relevante y oportuna de manera sistemática antes de un desastre para tomar decisiones informadas y tomar medidas. El sistema de palabras se usa para referirse a la interacción entre una serie de elementos destinados a facilitar la comunicación y una respuesta rápida para proteger y reducir la pérdida de vida humana (24).

Gráfico Nro. 6: Proceso de funcionamiento SAT



Fuente: CEPREDENAC (23).

#### 2.2.4.2. Desastres Naturales

Un desastre natural se caracteriza por la intensidad anormal de un agente natural (inundación, deslizamiento de tierra, terremoto, avalancha, sequía) cuando las medidas habituales que se deben tomar para prevenir este daño no pudieron evitar su aparición o no se pudieron tomar (25).

#### 2.2.4.3. Desastres Naturales De Origen Hídrico

##### - Sequías

Las sequías se presentan debido a la inestabilidad en las precipitaciones pluviales, afectando principalmente la fertilidad de la tierra y consecuentemente la actividad agrícola propia de la zona (25).

##### - Inundación

La inundación de un área normalmente seca causada por el exceso del caudal del agua en una vía fluvial existente, como un río, un arroyo o una zanja de drenaje, estanque de agua o cerca del punto donde cayó la lluvia. Las inundaciones son un evento a más largo plazo que las

inundaciones repentinas: pueden durar días o semanas, perturbando a las poblaciones y el entorno. Las inundaciones se encuentran dentro de la clasificación de fenómenos hidrometeorológicos (26).

#### **2.2.4.4. Estados de alerta de un SAT**

El indicador de SAT muestra el nivel actual de la información o el resultado del análisis de los datos procesados, y determinando así el daño potencial, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir, para ayudarlo a priorizar y administrar las alertas en la lista de eventos. Los niveles de alerta están codificados por colores para una fácil identificación.

- **Verde:** Indica que la situación es normal y notificar a las personas, permitiéndoles tomar medidas preventivas. No representan una amenaza inmediata para la población en general, sino solo para aquellas personas expuestas al riesgo por la naturaleza de su ubicación y / o actividad.
  
- **Naranja:** Es para impactar significativamente en las personas en las áreas afectadas, por el incremento del río, también implica que todos los receptores en las áreas afectadas deben prepararse de manera adecuada para las condiciones previstas.
  
- **Rojo:** Implica que los pobladores tomen medidas para protegerse; esto podría ser moviendo a sus familias fuera de la zona de peligro temporalmente, u otras acciones específicas dirigidas a mitigar los efectos de las condiciones climáticas.

Tabla Nro. 1: Estado de alerta SAT.

<b>SIMBOLO</b>	<b>RANGO DE AMENAZAS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>VERDE</b>	Niveles normales en épocas seca.	Mantener a la población en alerta constante y que le den seguimiento a las lluvias.
<b>NARANJA</b>	Niveles que estén entre 3,0 y 4,5 metros en la escala hidrométrica <b>ANA</b>	Dar alerta a de comunicación ante el desborde inminente del río.
<b>ROJO</b>	Niveles que excedan los 4,5 metros de la escala hidrométrica <b>ANA</b>	Alertar a la población e activar la regla de emergencias, mayormente se ordenará la evacuación de los pobladores a zonas seguras, además otras acciones, según las condiciones en que se presenta el evento.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.2.4.5. Microcontroladores

**Definición:** Un microcontrolador es una pequeña computadora presente en un solo circuito integrado que se dedica a realizar una tarea y ejecutar una aplicación específica. Contiene memoria, periféricos de entrada/salida, programables y un procesador. Su función es automatizar procesos y procesar información. Los microcontroladores están diseñados principalmente para aplicaciones integradas y se usan mucho en dispositivos electrónicos de control automático, como teléfonos celulares, cámaras, hornos de microondas, lavadoras, etc (27).

#### 2.2.4.6. Microcontroladores Arduino

**Definición:** En la página web oficial, Arduino se describe como una plataforma electrónica de código abierto, es un microcontrolador, se puede programar para que realice acciones de manera autónoma y eficiente, Arduino se basa en el cableado (hardware), y el software de Arduino (IDE), sobre la base de proceso para la creación de prototipos (28).

##### **Tipos de Arduino**

Entre los más usados de los tipos de Arduino son: uno, mega y nano.

##### **- Arduino Uno**

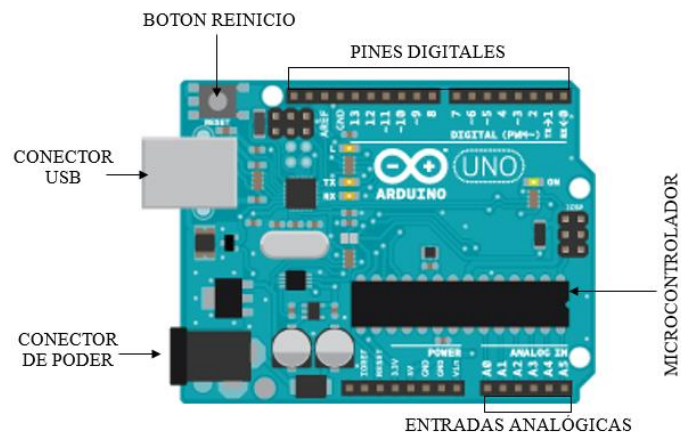
El Arduino Uno R3 es una placa de microcontrolador basada en un microcontrolador ATmega328 extraíble.

Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 pueden usarse como salidas PWM y 6 como entradas analógicas). El R3 es la tercera y última revisión del Arduino Uno (29).

Tiene las siguientes características:

- Microcontrolador ATmega328
- Voltaje funcionamiento 5V
- Voltaje de entrada 7-12V
- Pines E/S digitales 40 (6 como salida PWM)
- Pines de entrada analógicos 6
- Memoria Flash 32 KB
- Velocidad de reloj 16 MHz

Gráfico Nro. 7: Arduino Uno.



Fuente: Página Oficial Arduino (29).

### - **Arduino Mega**

El Arduino Mega es una placa electrónica, basada en un microcontrolador ATmeg1280. Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, un cristal oscilador

de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. El modo de uso se da simplemente conectándolo al ordenador con el cable USB, es una de las tablas más grandes de Arduino (30).

Gráfico Nro. 8: Arduino Mega.



Fuente: Página Oficial Arduino (30).

#### - **Arduino Nano**

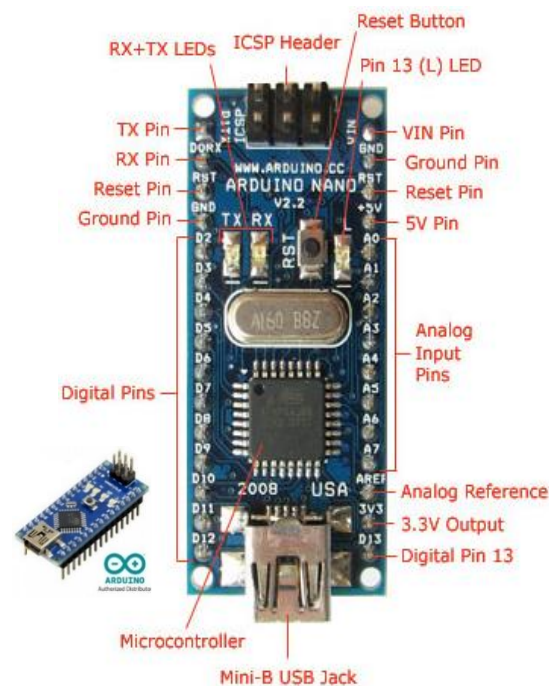
El Arduino Nano es un tablero electrónico pequeño, completo y amigable, basada en el ATmega328P (Arduino Nano 3.0). Esta nueva versión 3.0 ofrece más espacio de programación y memoria de datos. Los pines de entrada más analógicas y puente, con un voltaje de operación de 5V, el voltaje de entrada puede variar de 7 a 12V. Esta placa es bastante similar a otras placas Arduino disponibles en el mercado, pero el tamaño pequeño hace que esta placa se destaque de otras. (31).

Entre sus características principales son las siguientes:

- Microcontrolador: ATmega328P (versiones anteriores ATmega168)
- Tensión de Operación: 5 V
- Tensión de Entrada: 7-12 V (límites de 6-20 V)

- Pines Entrada/Salida: 14 (6 son de salida PWM)
- Entradas Analógicas: 8
- Corriente máxima de E/S: 40 mA
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328P), 16 KB (ATmega168)
- SRAM: 1 KB (ATmega168), 2 KB (ATmega328P)
- EEPROM: 512 bytes (ATmega168), 1 KB (ATmega328P)
- Frecuencia de reloj: 16 MHz

Gráfico Nro. 9: Arduino Nano.



Fuente: Página Oficial Arduino (31).

## Lenguaje de programación

**Definición:** El lenguaje de programación permite dar instrucciones, reglas, normas o cálculo que será llevado a cabo por su ordenador, parte del lenguaje que una computadora puede entender se denomina Binario. La traducción del lenguaje de programación al binario se

conoce como Compilación. Desde el lenguaje Ensamblador, C al Python, tiene sus propias características distintas, aunque muchas veces hay puntos en común. Entre los lenguajes de programación. Arduino utiliza el lenguaje de programación C, que es fácil de aprender, que se compila en Código Máquina y que utiliza poco espacio limitada de memoria de Arduino (32).

El IDE para programar en Arduino se puede descargar desde: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>.

#### **2.2.4.7. Sensores**

**Definición:** Son dispositivos electrónicos que emiten una señal analógica, señal binaria (encendido o apagado), físicas o químicas. También llamados captadores. Que detecta cambios en las condiciones ambientales o en el estado de otro dispositivo o sistema, y transmite o registra esta información de cierta manera (4).

Un sensor es un dispositivo que detecta y responde a algún tipo de entrada del entorno físico. La entrada específica puede ser luz, calor, movimiento, humedad, presión o cualquiera de una gran cantidad de otros fenómenos ambientales.

##### **- Sensor Ultrasonido HC-SR04**

El módulo de rango ultrasónico HC-SR04 también conocido como un transductor ultrasónico que se basa en un transmisor y receptor y se usa principalmente para determinar la distancia desde el objeto objetivo.

El sensor ultrasónico HC-SR04 ocupa hoy en día un lugar importante en la vida moderna ya que es un sensor ultrasónico de bajo costo muy popular que se utiliza para mediciones de distancia sin contacto. El módulo viene con un transmisor y un receptor separados. Para determinar la distancia de un obstáculo frente al módulo, el transmisor transmite automáticamente ocho ráfagas, señales ultrasónicas de 40 Hz. Las ráfagas golpean el obstáculo y luego vuelven al módulo. Cuando la señal ultrasónica regresa, el pin del receptor (ECHO) automáticamente se vuelve ALTO durante un período de tiempo de envío y recepción de la ráfaga ultrasónica. El tiempo se multiplica por una constante para obtener la distancia (33).

Tabla Nro. 2: Función de PIN y características  
 Ultrasonido HC-SR04.

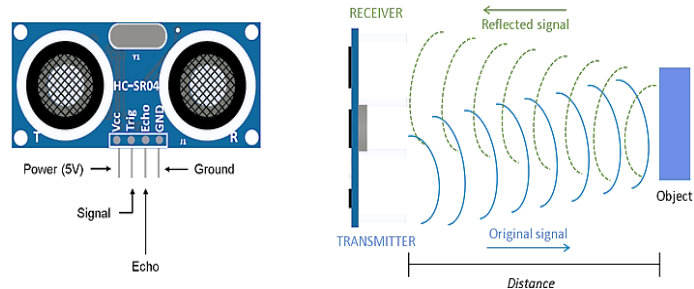
<b>FUNCIÓN DE PIN</b>	
TRIG	Entrada de impulso de disparo
ECHO	Salida de impulso de eco
GND	Suelo
VCC	Suministro de 5 V
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Tensión de trabajo	DC5V
Corriente de trabajo	16mA
Frecuencia de trabajo	40Hz
Rango máximo	700 cm, señal estable asegurada dentro de los 5 m, señal desaparecida gradualmente fuera de los 5 m hasta desaparecer en la posición de 7 m.
Rango mínimo	2cm
Señal de entrada de disparo	Pulso 10uS TTL
Señal de salida de eco	Señal de palanca TTL de entrada y el rango en proporción.
Dimensión	46x20.5x15 mm

Fuente: Elaboración propia.

Proporciona una función de medición sin contacto de 2 cm a 700 cm, la precisión de alcance puede alcanzar hasta 3 mm. Señal estable asegurada dentro de los 5 m,

señal desvanecida gradualmente fuera de los 5 m hasta que desaparezca Posición 7m.

Gráfico Nro. 10: Ultrasonido HC-SR04.

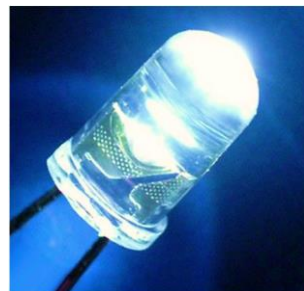


Fuente: Simón, página TeachwithICT (33).

#### 2.2.4.8. Diodo Led

**Definición:** LED significa diodo emisor de luz es un mecanismo de iluminación de estado sólido es un diodo de unión pn que se utiliza principalmente como fuente de luz. Libera energía en forma de fotones que da la luz. Por lo tanto, es una fuente de luz semiconductor de dos derivaciones. Ligero diodos emisores representa nuestro sistema de iluminación y la cantidad de la luz emitida por ella está directamente relacionada con la cantidad de luz en el ambiente que es cuando la luz exterior es menor que la luz dada Por LEDS es más y viceversa.

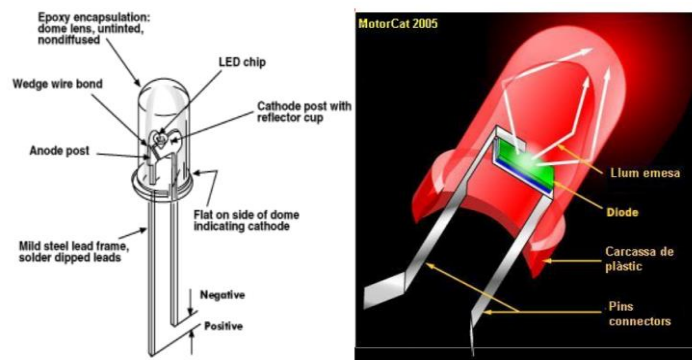
Gráfico Nro. 11: Diodo emisor de luz (LED).



Fuente: Mesa M. (34).

Los LED han existido durante algún tiempo, también conocidos como diodos emisores de infrarrojos, son muy útiles en una amplia gama de aplicaciones. Los expertos siempre tenían la necesidad de crear una alternativa de bombillas regulares que resultaran ser caras y menos eficientes. (34).

Gráfico Nro. 12: Componentes de un LED



Fuente: Mesa M. (34).

#### 2.2.4.9. LCD

**Definición:** LCD de acrónimo Pantalla de cristal líquido, es una tecnología de pantalla plana comúnmente utilizada en televisores y monitores de computadora, dispositivos móviles, tabletas y teléfonos inteligentes, la pantalla contiene una matriz de píxeles y está compuesto de varias capas que incluyen dos paneles polarizados a través del cual se proyecta la capa de cristales líquidos y se colorea, permitiendo que la imagen sea visible. Para controlar las pantallas LCD necesita de la biblioteca LiquidCrystal (35), se puede descargar desde:

<https://playground.arduino.cc/Main/LiquidCrystal>.

Gráfico Nro. 13: LCD Salida de 2x16



Fuente: Página oficial de Arduino (35).

#### 2.2.4.10. Resistencia

**Definición:** Una resistencia es un dispositivo de dos terminales que se usa para resistir el flujo de corriente. Vienen en diferentes formas que van desde resistencias variables a resistencias fijas. Dependiendo de la característica de las resistencias, ambas se usan en muchas aplicaciones. Se mide en ohmios.

Gráfico Nro. 14: Resistencia

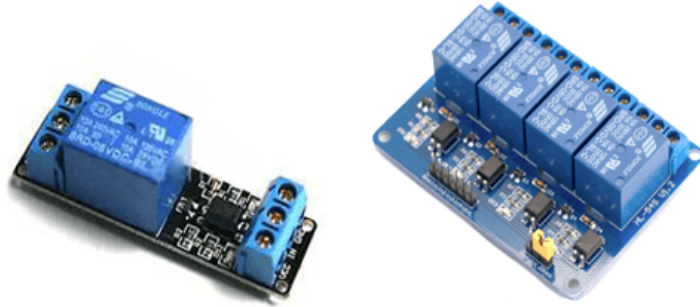


Fuente: Llamas L. (36).

#### 2.2.4.11. Relay

**Definición:** El relay es un interruptor que permite controlar dispositivos a grandes voltajes como la bombilla de casa, bocina, etc, para luego conectar a nuestra placa de Arduino y que esta controle esa conexión mediante una señal eléctrica.

Gráfico Nro. 15: Relay.



Fuente: Ruiz C. (37).

#### 2.2.4.12. Bocina

**Definición:** Este dispositivo también conocido como altavoz, parlante, dispositivo de reproductor de sonido; que transforma la energía eléctrica, mecánica y finalmente a la energía acústica. El Arduino en este circuito crea tonos de diferentes frecuencias y lo reproduce a través de la bocina conectado a él (38).

Gráfico Nro. 16: Bocina de bicicleta.



Fuente: Pagina de Alibaba.com (39).

#### 2.2.4.13. Placas de circuito impreso (PCB)

**Definición:** Una placa de circuito impreso (PCB) es un circuito electrónico utilizado en dispositivos para

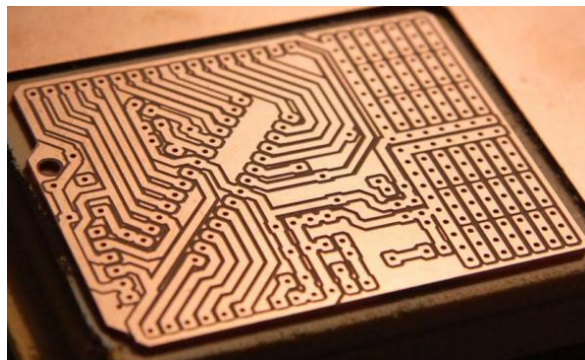
proporcionar soporte mecánico y un camino hacia sus componentes electrónicos. PCB también se conoce como placa de cableado impresa o placa de cableado grabada. Se fabrica combinando diferentes láminas de material no conductor, como fibra de vidrio o plástico, que sostiene fácilmente los circuitos de cobre (40).

Las ventajas de la PCB son los factores que han permitido que los circuitos electrónicos sean más pequeños, más compactos y que estén contenidos en una placa conveniente y resistente. Los orificios perforados en las placas de circuitos permiten la inserción y soldadura de componentes como resistencias y condensadores a través de la automatización.

Los materiales que se requieren para hacer una placa de circuito son:

- Impresora láser.
- Papel fotográfico satinado.
- Un marcador negro permanente.
- Un tablero revestido de cobre.
- Papel de lija.

Gráfico Nro. 17: PCB



Fuente: Cifuentes Molano M. y Jaramillo Blandón J.

(41).

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1. Hipótesis General**

El desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, permite salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales.

#### **3.2. Hipótesis Específicas**

1. La determinación de las características generales de las cuencas de alimentación facilita el desarrollo de un prototipo SAT con Arduino del río seco de la ciudad de Huaraz 2017.
2. La evaluación de las características técnicas de los componentes electrónicos de un prototipo con los sensores disponibles permite mejorar la adaptabilidad para la secuencia del proyecto.
3. El diseño y pruebas permite demostrar el funcionamiento de Hardware y software de la plataforma de Arduino en un prototipo.

## IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Tipo y nivel de la investigación

Esta investigación de proyecto reúne las condiciones de una investigación cuantitativa y de tipo descriptiva, por lo que se analizó una problemática y partiendo de ese análisis se realizó una interpretación de los resultados producidos.

**Cuantitativa:** Esta investigación permite buscar las variables de manera numérica de una determinada población (recolección de datos cuantificable), en este caso mediante la investigación descriptiva, entre los elementos del problema de investigación se basa en el uso de técnicas estadísticas para conocer ciertos aspectos de interés sobre la población que se está investigando, la relación entre las variables y la unidad de observación (42).

La investigación de **tipo descriptiva**, también conocida, investigaciones diagnósticas. Es aquellas que especifican las características, perfiles, propiedades, rasgos, situación o fenómeno importantes que se va a describir. Exclusivamente intentan medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables de un grupo o población (43).

### 4.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental y de corte transversal porque no se manipulan deliberadamente las variables y además se observan los fenómenos en su ambiente natural en un momento dado para después analizarlos.

**No experimental:** Este tipo de investigación se cumple sin manipular intencionadamente las variables, indicando la que en esta investigación no

tenemos el control de las variables independientes, lo que se realiza es ver los fenómenos, tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (43).

**Corte Transversal:** En esta investigación se analiza el fenómeno en un periodo determinado, en un determinado tiempo único, su intención es detallar variables y analizar los sucesos e interrelación en un momento dado (43).

### **4.3. Población y muestra**

#### **Población:**

Conjunto de todos los individuos, objetos o medidas que poseen características comunes observables en un lugar y en un momento determinado (43).

Para el desarrollo de esta investigación, la población asciende a 40 integrantes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

#### **Muestra:**

Es tomar una parte de una población como subconjunto específico de dicha población seleccionada (43).

Para los efectos de la investigación no se ha tomado ningún muestreo probabilístico porque se tomó toda la población.

#### 4.4. Definición operacional de las variables en estudio

Tabla Nro. 3: Matriz de operacionalización de la variable el sistema de alerta temprana con Arduino.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Definición operacional
Desarrollo de un prototipo SAT con Arduino.	Conjunto de sistema integrado y procesos de monitoreo, pronóstico y predicción de riesgos, evaluación de riesgos de desastres, comunicación y actividades de preparación que permite a individuos, comunidades, gobiernos, empresas y otros tomar medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres antes de los eventos peligrosos (23).	Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Importancia SAT.</li> <li>- Diseño del sensor.</li> <li>- Tecnología del sensor.</li> <li>- Originalidad del sensor.</li> <li>- Resultado de pruebas.</li> <li>- Organización de la población.</li> <li>- Utilidad.</li> <li>- Beneficio.</li> <li>- Adaptabilidad.</li> <li>- Capacitar al personal.</li> </ul>	Ordinal	Cuestionario
		Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estados de alerta.</li> <li>- Tiempo de reacción del sensor.</li> </ul>		

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material de protección.</li> <li>- Datos proporcionados por el sensor.</li> <li>- Funcionalidad entre los sensores.</li> <li>- Distribución de los sensores.</li> <li>- Cumplimiento de los objetivos propuestos.</li> <li>- Confiabilidad del sensor.</li> <li>- Marca recomendada del sensor.</li> <li>- Agilidad del sensor.</li> </ul>		
--	--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.5. Técnica e instrumentos de medición.**

Se utilizará como técnica la encuesta y como instrumento el cuestionario

##### **4.5.1. Técnicas.**

En este proyecto de investigación se utilizó la técnica de la encuesta y el cuestionario como instrumento.

##### **4.5.2. Instrumentos.**

La encuesta son un método de investigación con una serie de preguntas y respuestas cerradas permitiendo un rápido procesamiento, tabulación y análisis (44).

Para este proyecto de investigación se utilizó el cuestionario como instrumento.

El cuestionario es un instrumento, de generar datos necesarios que consiste en la obtención de respuesta de los objetos estudiados de la investigación a partir de la formulación de un conjunto de preguntas (43).

##### **4.5.3. Procedimiento de recolección de datos**

El procedimiento para recoger los datos, según los indicadores correspondientes, fue el siguiente:

- Solicitar información de la institución Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Se seleccionó adecuadamente a los especialistas que fueron la fuente de la información requerida.

- Se elaboró y se entregó el cuestionario a los integrantes de INDECI, se absolvió las dudas referidas a las interrogantes planteadas en el cuestionario.
- Se elaboró un archivo en formato Microsoft Excel 2016 para la tabulación de las respuestas de cada cuestionario para cada variable en estudio y se obtuvo rápidamente los resultados que se detallan más adelante.

#### **4.6. Plan de análisis de datos**

Los datos obtenidos con el cuestionario servirán para realizar las diferentes pruebas de funcionamiento del SAT. Se integraron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2016 con el cual se obtuvieron los cuadros y gráficos de los resultados obtenidos acerca de las variables en estudio.

#### 4.7. Matriz de Consistencia

Tabla Nro. 4: Matriz de consistencia.

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del rio Seco utilizando Arduino, puede ayudar a salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Realizar el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del rio Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, con la finalidad de salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar e investigar las características generales de las cuencas de alimentación para el desarrollo de un prototipo</li> </ol>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> El desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del rio Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, permite salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La determinación de las características generales de las cuencas de alimentación facilita el desarrollo de un prototipo SAT con Arduino</li> </ol>	<p><b>VARIABLES DE ESTUDIO:</b></p> <p>Desarrollo de un prototipo SAT con Arduino.</p>

	<p>SAT con Arduino del rio seco de la ciudad de Huaraz 2017.</p> <p>2. Evaluar las características técnicas de los componentes electrónicos de un prototipo con los sensores disponibles que mejor se adapten para la secuencia del proyecto.</p> <p>3. Realizar el diseño, pruebas y demostrar el funcionamiento en un prototipo con Arduino.</p>	<p>del rio seco de la ciudad de Huaraz 2017.</p> <p>2. La evaluación de las características técnicas de los componentes electrónicos de un prototipo con los sensores disponibles permite mejorar la adaptabilidad para la secuencia del proyecto.</p> <p>3. El diseño y pruebas permite demostrar el funcionamiento de Hardware y software de la plataforma de Arduino en un prototipo.</p>	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.8. Principios éticos**

Durante el desarrollo de la presente investigación denominada desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, se ha considerado en forma estricta el cumplimiento de los principios éticos que permitan asegurar la originalidad de la Investigación. Asimismo, se han respetado los derechos de propiedad intelectual de los libros de texto y de las fuentes electrónicas consultadas, necesarias para estructurar el marco teórico.

Por otro lado, considerando que gran parte de los datos utilizados son de carácter público, y pueden ser conocidos y empleados por diversos analistas sin mayores restricciones, se ha incluido su contenido sin modificaciones, salvo aquellas necesarias por la aplicación de la metodología para el análisis requerido en esta investigación.

Igualmente, se conserva intacto el contenido de las respuestas, manifestaciones y opiniones recibidas de los trabajadores y funcionarios que han colaborado contestando las encuestas a efectos de establecer la relación causa-efecto de la o de las variables de investigación. Finalmente, se ha creído conveniente mantener en reserva la identidad de los mismos con la finalidad de lograr objetividad en los resultados.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados

#### 5.1.1. Resultados Dimensión 1: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.

Tabla Nro. 5: Importancia SAT.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados conocen la importancia de un SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Conoce la importancia de un SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 5, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI conocen la importancia de un SAT.

Tabla Nro. 6: Diseño del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran correcto el diseño del sensor SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿El diseño del sensor SAT es la correcta?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 6, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es correcto el diseño del sensor SAT.

Tabla Nro. 7: Tecnología del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran correcto la tecnología empleada del sensor SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿La tecnología empleada en el sensor del SAT es la correcta?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 7, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI la tecnología empleada en el sensor del SAT es la correcta.

Tabla Nro. 8: Originalidad del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran correcto la originalidad del sensor SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Le parece buena la originalidad del sensor de alerta SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 8, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI le parece buena la originalidad del sensor de alerta SAT.

Tabla Nro. 9: Resultado de pruebas.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran correcto el resultado de las pruebas SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿El resultado de las pruebas SAT es la correcta?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 9, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI los resultados de las pruebas SAT es la correcta.

Tabla Nro. 10: Organización de la población.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran bueno la organización de la población ante el SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece bueno la organización de la población ante el Sistema de Alerta Temprano?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 10, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI les parece bueno la organización de la población ante el sistema de alerta temprana.

Tabla Nro. 11: Utilidad.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran útil el SAT en caso de implementar en el río Seco; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Consideraría útil el SAT en caso de implementar en el río seco?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 11, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI consideran útil el SAT en caso de implementar en el río Seco.

Tabla Nro. 12: Beneficio.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran beneficioso el desarrollo SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Considera beneficioso el desarrollo del SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 12, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI consideran beneficioso el desarrollo SAT.

Tabla Nro. 13: Adaptabilidad.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran adaptable el SAT en otro río; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	25	63.00
No	15	37.00
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Sería adaptable el SAT desarrollada en otro río?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 13, que el 63.00% de los encuestados indican que, SI es adaptable el SAT desarrollado en otro río, mientras que el 37.00% indican que, NO es adaptable el SAT desarrollado en otro río.

Tabla Nro. 14: Capacitar al personal.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran buena capacitar al personal en el manejo del SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del rio seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece bueno capacitar al personal para el manejo del sistema (SAT)?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 14, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es buena capacitar al personal para el manejo del sistema SAT.

### 5.1.2. Resumen Dimensión 1

Tabla Nro. 15: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a la primera dimensión, en donde se evidencia la necesidad del desarrollo de un prototipo SAT; respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

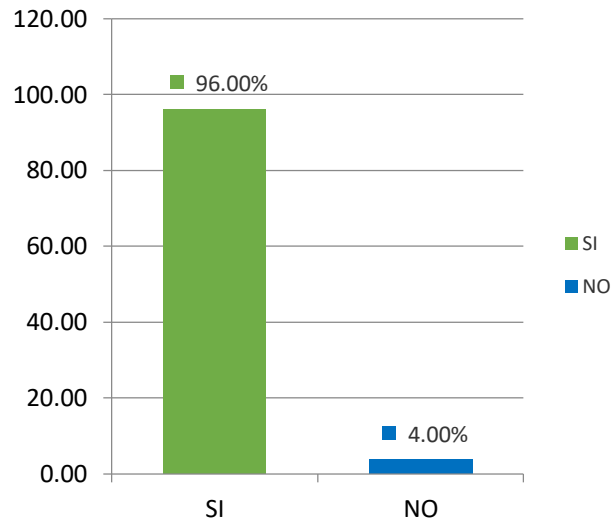
Alternativas	n	%
Si	38	96.00
No	2	4.00
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la ciudad de Huaraz para medir la Dimensión 1, basado en 10 preguntas.

Aplicado por: Huaman, I.; 2018

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 15, que el 96.00% de los encuestados indican que, SI hay la necesidad del desarrollo del sensor para la Alerta Temprana, mientras que el 4.00% de los encuestados expresaron que, No hay la necesidad de desarrollar el sistema de alerta temprana.

Gráfico Nro. 18: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.



Fuente: Tabla Nro. 15

### 5.1.3. Resultados Dimensión 2: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.

Tabla Nro. 16: Estados de alerta.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados determinan si los sensores cumplen con los estados de alerta; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿El sensor cumple con los estados de alerta?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 16, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI el sensor cumple con los estados de alerta.

Tabla Nro. 17: Tiempo de reacción del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados determinan el tiempo de reacción del sensor; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	38	95.00
No	2	5.00
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece bueno el tiempo de reacción del sensor?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 17, que el 95.00% de los encuestados indican que, SI es bueno el tiempo de reacción del sensor, mientras que el 5.00% de los encuestados expresaron que, No es bono el tiempo de reacción del sensor.

Tabla Nro. 18: Material de protección.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran adecuada el material de protección del sensor; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	33	83.00
No	7	17.00
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿El material de protección del sensor es la adecuada?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 18, que el 83.00% de los encuestados indican que, SI es la adecuada el material de protección del sensor, mientras que el 17.00% de los encuestados expresaron que, No es la adecuada el material de protección del sensor.

Tabla Nro. 19: Datos proporcionados por el sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran apropiados los datos proporcionados por el sensor; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Los datos proporcionados por el sensor es la apropiada?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 19, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es apropiado los datos proporcionados por el sensor.

Tabla Nro. 20: Funcionalidad entre los sensores.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran si es buena el funcionamiento entre los sensores de alerta; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece bueno la funcionalidad entre los sensores de alerta SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 20, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es bueno la funcionalidad entre los sensores de alerta.

Tabla Nro. 21: Distribución de los sensores.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados indican si es la adecuada la distribución de los sensores; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿La distribución del desarrollo del sensor es la adecuada?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 21, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es la adecuada la distribución de los sensores de alerta.

Tabla Nro. 22: Cumplimiento de los objetivos propuestos.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados indican si el desarrollo SAT cumple con los objetivos propuestos; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿El desarrollo SAT cumple con los objetivos propuestos?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 22, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI el desarrollo SAT cumple con los objetivos propuestos.

Tabla Nro. 23: Confiabilidad del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran de forma oportuna y confiable el sensor del sistema de alerta temprano; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Considera de forma oportuna y confiable el sensor del sistema de alerta temprano?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 23, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI consideran de forma oportuna y confiable el sensor del sistema de alerta temprano.

Tabla Nro. 24: Marca recomendada del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados indican si es correcto la marca de los sensores para el desarrollo SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece correcto la marca recomendada del sensor para el desarrollo del SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 23, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es correcto la marca de los sensores para el desarrollo SAT.

Tabla Nro. 25: Agilidad del sensor.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas si los integrantes de INDECI encuestados consideran bueno la agilidad del sensor para el desarrollo SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del rio seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

Alternativas	n	%
Si	40	100.00
No	-	-
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los integrantes de INDECI de la municipalidad de Huaraz, en relación a la pregunta: ¿Te parece bueno la agilidad del sensor para el desarrollo del SAT?

Aplicado por: Huaman, I.; 2018.

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 25, que el 100.00% de los encuestados indican que, SI es bueno la agilidad del sensor para el desarrollo del SAT.

#### 5.1.4. Resumen Dimensión 2

Tabla Nro. 26: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.

Distribución de frecuencias y respuestas relacionadas a la segunda dimensión en donde se mide los estados de nivel que brinda el sensor de SAT; con respecto al Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017.

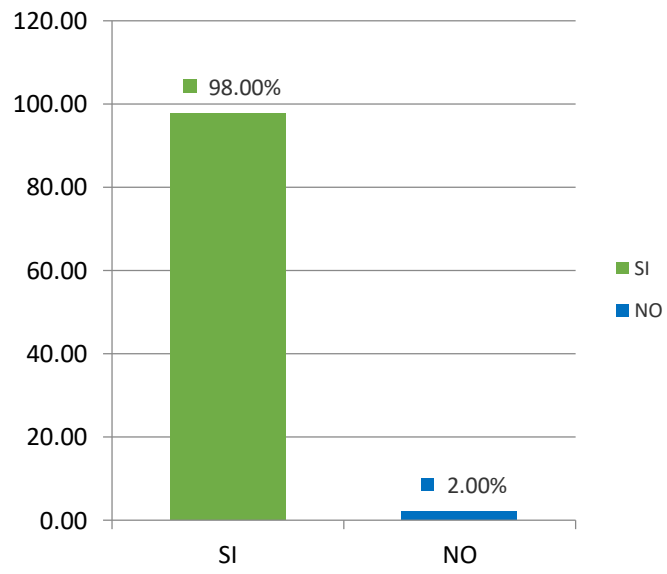
Alternativas	n	%
Si	39	98.00
No	1	2.00
Total	40	100.00

Fuente: Origen del instrumento aplicado a los especialistas de la municipalidad de Huaraz, para medir la Dimensión 2, basado en 10 preguntas.

Aplicado por: Huaman, I.; 2018

Se observa en los resultados de la Tabla Nro. 26, que el 98.00% de los encuestados indican que, SI están de acuerdo con el estado de nivel que brinda el sensor de SAT, mientras que el 2.00% de los encuestados expresaron que, No están de acuerdo con el estado de nivel que brinda el sensor de SAT.

Gráfico Nro. 19: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.



Fuente: Tabla Nro. 26.

## 5.2. Análisis de resultados

La presente investigación tuvo como objetivo general realizar el desarrollo de un sensor para la alerta temprana de un desastre natural de desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, con el fin de solucionar los problemas de la falta de un medio de comunicación rápida y segura para poder alertar a los pobladores que viven en las riberas del río Seco en caso de desborde, frente a las dos dimensiones que se han definido por esta investigación. En consecuencia, luego de la interpretación de resultados realizada en la sección anterior se puede realizar los siguientes análisis de resultados.

En relación a la dimensión 01: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino en el resumen de esta dimensión se puede apreciar que el 96.00% de las personas encuestadas expresaron que SI aceptan el desarrollo de un prototipo SAT con Arduino; este resultado tiene similitud con los resultados obtenidos por, Godínez R. (8), quien en su investigación titulada: “Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM” del 2011, Ciudad de Lima, tuvo como resultado, que el sistema de alerta contra desbordamientos de un río está diseñado para ser inteligente con capacidad de enviar el dato en tiempo real acerca de las variaciones de nivel del agua de un río hacia una estación de monitoreo y/o usuarios remotos organizados sin importar la hora, y el tiempo de demora fue de 10 segundos, desde la medición del nivel de agua y el envío a los usuarios y al central de monitoreo, después de lo mencionado yo llego a la conclusión que los resultados de la investigación coinciden con los antecedentes y bases teóricas porque el desarrollo de este prototipo con Arduino es una necesidad para los pobladores del río Seco, que facilitara la comunicación de forma oportuna y sistemática a salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales.

En relación a la dimensión 02: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT se puede observar que el 98.00% de las personas encuestadas expresaron que SI están conformes con respecto a los estados de nivel que brinda el prototipo SAT; este resultado tiene similitud con los resultados obtenidos por Moccetti G. (9), quien en su investigación titulada “Diseño y construcción de un prototipo de sistema de sensores inalámbricos para alerta temprana de deslaves”, demostró que el sensor facilita la escalabilidad del uso de más nodos sensores, se emplearon datos de precipitación total de 24 horas, a los cuales se les aplicó el método de desagregación de lluvias para obtener precipitaciones horarias, luego de todo lo mencionado yo puedo concluir que los niveles que brinda el sensor SAT envía la alerta en un tiempo prudente para que la población organizada pueda evacuar antes un desborde.

### **5.3. Propuesta de mejora**

#### **5.3.1. Propuesta técnica**

##### **5.3.1.1. Descripción del Sistema Actual.**

En la actualidad el río Seco no cuenta con ningún dispositivo de comunicación de alerta y menos con ningún prototipo electrónico para la alerta temprana ante un desborde con Arduino.

##### **5.3.1.2. Nuevos procesos para el río Seco.**

Debido a los resultados logrados en la investigación y con el objetivo de desarrollar un sensor para la alerta temprana con Arduino, se identificó un proceso principal, el desarrollo del sensor para la alerta temprana del desborde del río Seco con Arduino, para alertar oportunamente a los

pobladores que viven en las riberas del río seco en caso de desbordes, reduciendo los gastos económicos en la compra de un SAT.

### **5.3.1.3. Identificación de los requerimientos.**

Análisis de entrada y salida de datos, dentro del análisis tenemos:

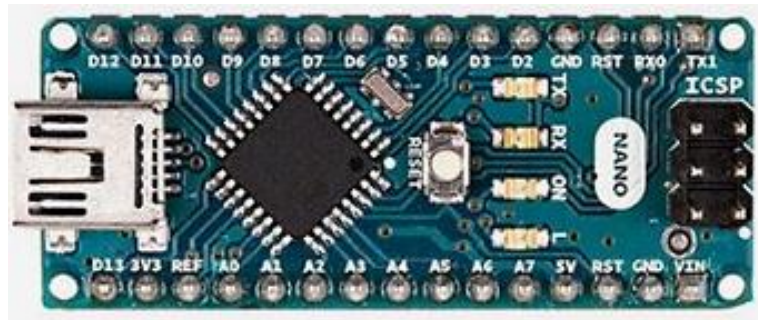
- Procesamiento de datos: está conformada por la placa Arduino NANO V3.0.

La placa Arduino nano tiene 30 pines digitales que pueden configurarse como entrada o salida y 6 pines analógicos incorporados en la placa, para el desarrollo de este caso, al momento de establecer la comunicación con el módulo del sensor Ultrasonido HC-SR04, se utilizará el pin número 19-22, el cual permitirá enviar y recibir solo datos binarios, el cual puede ser 0 y 1, descifrando así el creciente nivel de agua igual 1 e igual 0 en el nivel de agua normal, datos que serán enviados desde el sensor a la placa Arduino; el pin 19-22 de la placa Arduino enviará los datos binarios hacia la pantalla LCD con los datos deprecionados y Relay de 5V, produciendo alarma sonora y encendido de las luces led dependiendo de los niveles de alerta, en su defecto mediante la bocina.

La placa Arduino cuenta para la alimentación de energía de 5V, además tiene pines:

- 1 Pin de 3.3 V Salida.
- 3 Pines GND (Tierra o negativo)
- Vin (Voltaje de entrada externa).

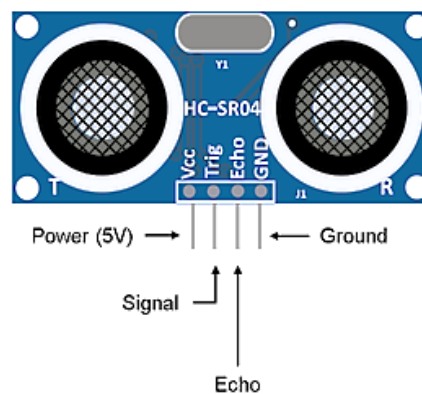
Gráfico Nro. 20: Tarjeta Arduino Nano



Fuente: Página Oficial de Arduino (31).

- **Módulo Sensor Ultrasonido HC-SR04:** este módulo que comprende con un par de transductores para determinar la distancia de un objeto. A través del pin Trigger que recibe un pulso de habilitación medición de distancia hacía la parte del Arduino y el pin echo devuelve el sonido mediante el transductor al Arduino Nano.

Gráfico Nro. 21: Ultrasonido HC-SR04

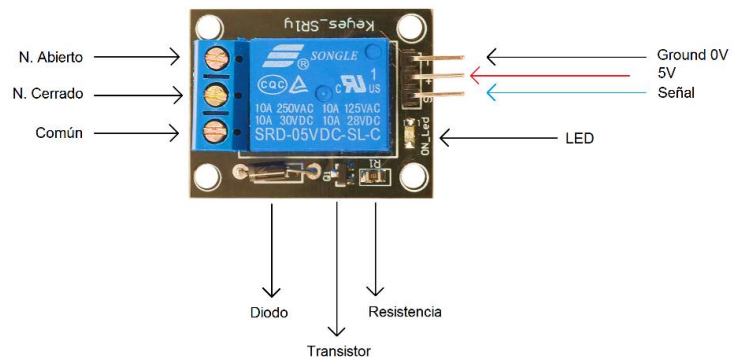


Fuente: Simón, Página TeachwithICT (33).

- **Módulo Relay:** Esta diseñado perfectamente para el buen funcionamiento con el Arduino; en este proceso controlará la reproducción de alarma sonora que recibe 12 Voltios de corriente, se compone de los siguiente:

- VCC: 12V de corriente continua.
- GND: Ground (Tierra)
- La base del transistor ingresa pulsos (0 o 1), este pin se conectará directamente al pin D0 del Arduino Nano.

Gráfico Nro. 22: Relay 5V



Fuente: Ruiz C. (37).

- **Bocina:** Convierte una señal eléctrica a ondas de sonido, de acuerdo al nivel de alerta la bocina emitirá un sonido programado, la activación de la bocina es controlada por el relay.

Gráfico Nro. 23: Bocina de bicicleta



Fuente: Pagina de Alibaba.com (39).

- **LCD:** Es un módulo para visualizar textos, en este proyecto mostrara las incidencias ocurridas por los niveles del caudal del río Seco.

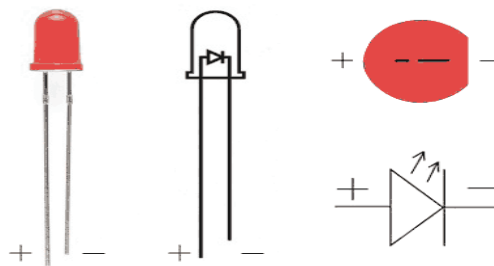
Gráfico Nro. 24: LCD Salida de 2x16



Fuente: Página oficial de Arduino (35).

- **Led:** Este diodo emisor de luz, siempre se conecta con una resistencia 330 Ohm, el led se emitirá luz de acuerdo a los datos obtenidos del nivel del río Seco.

Gráfico Nro. 25: Polaridad de la LED

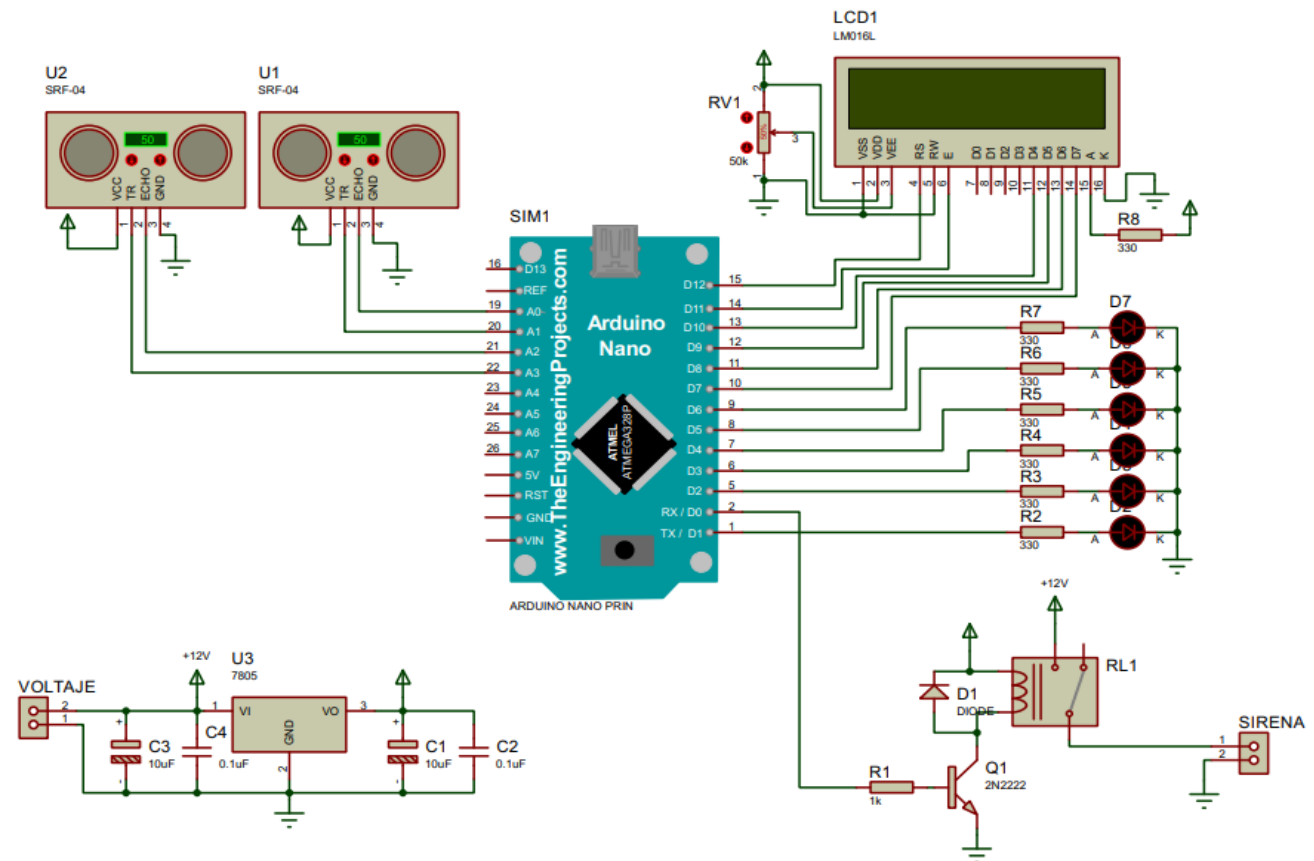


Fuente: Mesa M. (34).

- **PCB:** Para el desarrollo del prototipo usaremos la placa de circuito impreso. A partir de un diseño realizado en Proteus v8.6. Primeramente, se imprime el diseño de su PCB utilizando una impresora láser y el papel fotográfico A4.

### 5.3.1.4. Modelo de prototipo de SAT.

Gráfico Nro. 26: Modelo de prototipo de comunicación del Sistema de alerta

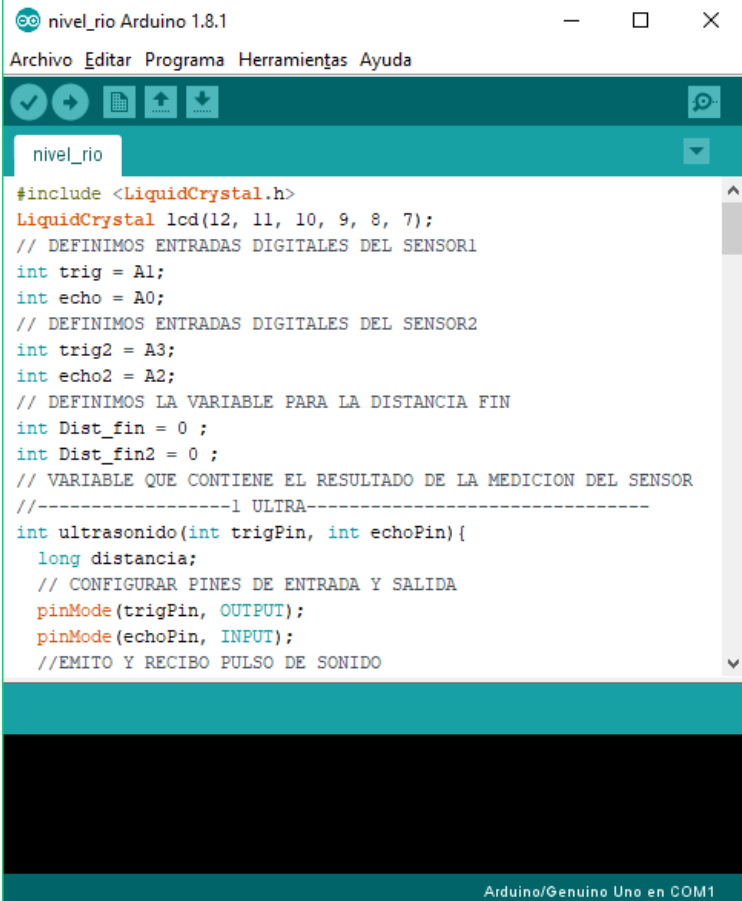


Fuente: Elaboración propia.



### 5.3.1.6. Entorno de Programación.

Gráfico Nro. 28: Programación Arduino IDE



```
nivel_rio Arduino 1.8.1
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
nivel_rio
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
// DEFINIMOS ENTRADAS DIGITALES DEL SENSOR1
int trig = A1;
int echo = A0;
// DEFINIMOS ENTRADAS DIGITALES DEL SENSOR2
int trig2 = A3;
int echo2 = A2;
// DEFINIMOS LA VARIABLE PARA LA DISTANCIA FIN
int Dist_fin = 0 ;
int Dist_fin2 = 0 ;
// VARIABLE QUE CONTIENE EL RESULTADO DE LA MEDICION DEL SENSOR
//-----1 ULTRA-----
int ultrasonido(int trigPin, int echoPin){
  long distancia;
  // CONFIGURAR PINES DE ENTRADA Y SALIDA
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  //EMITO Y RECIBO PULSO DE SONIDO
```

Arduino/Genuino Uno en COM1

Fuente: Elaboración propia.

- **Código de programación:**

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
// DEFINIMOS ENTRADAS DIGITALES DEL
SENSOR1
int trig = A1;
int echo = A0;
// DEFINIMOS ENTRADAS DIGITALES DEL
SENSOR2
int trig2 = A3;
int echo2 = A2;
```

```

// DEFINIMOS LA VARIABLE PARA LA
DISTANCIA FIN
int Dist_fin = 0 ;
int Dist_fin2 = 0 ;
// VARIABLE QUE CONTIENE EL RESULTADO DE
LA MEDICION DEL SENSOR
//-----1 ULTRA-----
int ultrasonido(int trigPin, int echoPin){
    long distancia;
    // CONFIGURAR PINES DE ENTRADA Y SALIDA
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    //EMITO Y RECIBO PULSO DE SONIDO
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(20);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    //LEO EL TIEMPO QUE DURO EL REBOTE DE
sonido
    distancia = pulseIn(echoPin, HIGH);
    distancia = distancia*0.01695; // / 59;
    return distancia;
}
//-----2do ULTRA-----
int ultrasonido2(int trigPin2, int echoPin2){
    long distancia2;
    // CONFIGURAR PINES DE ENTRADA Y SALIDA
    pinMode(trigPin2, OUTPUT);
    pinMode(echoPin2, INPUT);
    //EMITO Y RECIBO PULSO DE SONIDO
    digitalWrite(trigPin2, LOW);

```

```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(20);
digitalWrite(trigPin2, LOW);
//LEO EL TIEMPO QUE DURO EL REBOTE DE
SONIDO
distancia2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
distancia2 = distancia2*0.017; // / 59;
return distancia2;
}
int i;
void setup(){
  for(i=0;i<=6;i++){
    pinMode(i,OUTPUT);
  }
  pinMode(13,OUTPUT);
// APAGO LA SALIDA DIGITAL
digitalWrite( trig , LOW );
digitalWrite( echo , LOW );
digitalWrite( trig2 , LOW );
digitalWrite( echo2 , LOW );
lcd.begin(16,2);
// PREPARAR LA COMUNICACION SERIAL
Serial.begin(9600);
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("STMA DE ALERTA");
}
void loop(){
  Dist_fin = ultrasonido( trig , echo );
  delay (100);
  Dist_fin2 = ultrasonido2( trig2 , echo2 );
  delay (100);

```

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(Dist_fin);
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print(" cm");
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(Dist_fin2);
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(" cm");
    delay (200);
    if(Dist_fin<10 || Dist_fin2<10){
        lcd.setCursor(1,1);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(9,1);
        lcd.print(" ");
    }
    //lcd.clear();
    if(Dist_fin<11 || Dist_fin2<11 ){
        digitalWrite(1,1);
        if(Dist_fin<10.5 || Dist_fin2<10.5){
            digitalWrite(2,1);
            if(Dist_fin<10|| Dist_fin2<10){
                digitalWrite(3,1);
                if(Dist_fin<9.5 || Dist_fin2<9.5){
                    digitalWrite(4,1);
                    if(Dist_fin<9 || Dist_fin2<9){
                        digitalWrite(5,1);
                        if(Dist_fin<8 || Dist_fin2<8){
                            lcd.setCursor(0,0);
                            lcd.print(" PELIGRO ");
                            digitalWrite(6,1);
                            digitalWrite(13,1);
                            delay(100);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }

```

```

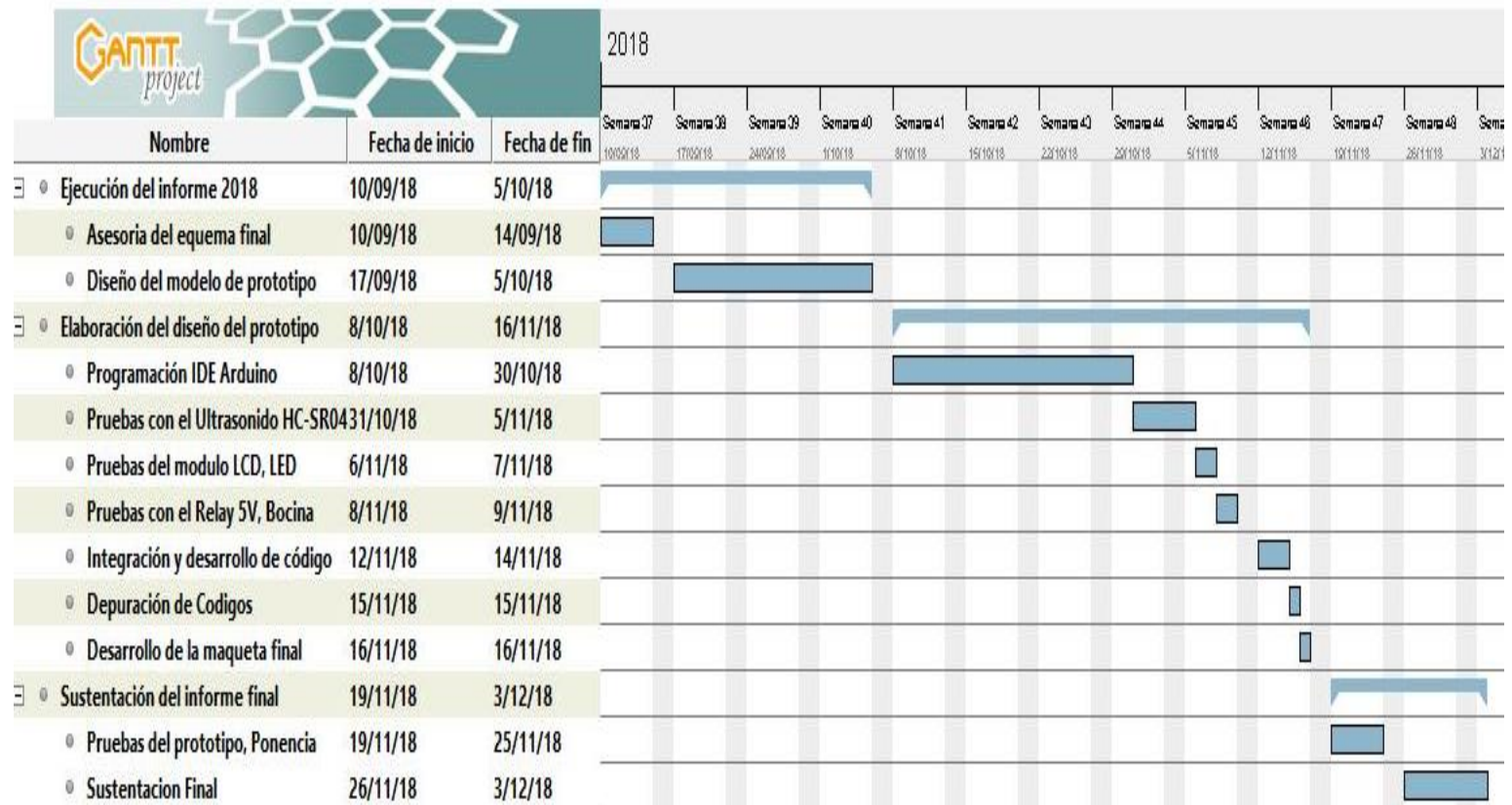
    }
    else{ digitalWrite(6,0);
        lcd.setCursor(1,0);
        lcd.print("STMA DE ALERTA");
        digitalWrite(13,0);
    }
}
else{ digitalWrite(6,0);
    digitalWrite(5,0);
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("STMA DE ALERTA");
    digitalWrite(13,0);
}
}
else{ digitalWrite(4,0);
    digitalWrite(5,0);
    digitalWrite(6,0);
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("STMA DE ALERTA");
    digitalWrite(13,0);
}
}
else{ digitalWrite(3,0);
    digitalWrite(4,0);
    digitalWrite(5,0);
    digitalWrite(6,0);
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("STMA DE ALERTA");
    digitalWrite(13,0);
}
}
else{ digitalWrite(2,0);

```

```
digitalWrite(3,0);
digitalWrite(4,0);
digitalWrite(5,0);
digitalWrite(6,0);
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("STMA DE ALERTA");
digitalWrite(13,0);
}
}
else{digitalWrite(1,0);
digitalWrite(2,0);
digitalWrite(3,0);
digitalWrite(4,0);
digitalWrite(5,0);
digitalWrite(6,0);
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("STMA DE ALERTA");
digitalWrite(13,0);
}
}
```

### 5.3.2. Diagrama de Gantt

Gráfico Nro. 29: Cronograma propuesto para el desarrollo del SAT.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3. Propuesta económica

Tabla Nro. 27: Presupuesto para el Desarrollo del SAT

Nro.	Accesorio	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Placa Arduino Nano	1	S/. 25.00	S/. 25.00
2	Ultrasonido HC-SR04	2	S/.10.00	S/.20.00
3	Relay de 5V	1	S/.3.00	S/.3.00
4	LCD	1	S/.10.00	S/.10.00
5	Led	6	S/.0.20	S/.1.20
6	Resistencia	8	S/.0.10	S/.0.80
7	PCB	1	S/.5.00	S/.5.00
8	Cable Dupont (Macho a Macho)	8	S/.0.20	S/.1.60
9	Bocina de bicicleta	1	S/15.00	S/15.00
TOTAL				S/.81.60

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla Nro. 28: Presupuesto de Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Mano de Obra</b>			
1.1. Desarrollo de Circuito	1	S/.100.00	S/.100.00
1.2. Programación de código	1	S/.200.00	S/.200.00
<b>Instrumento o Herramientas de Evaluación</b>			
1.1. Uso de Laptop	1	S/.500.00	S/.500.00
1.2. Cautín (Soldador eléctrico)	1	S/.15.00	S/.15.00
1.3. Estaño	1	S/5.00	S/5.00
1.4. Cable de datos	1	S/.15.00	S/.15.00
TOTAL			S/.835.00

Fuente: Elaboración Propia.

## VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, analizados e interpretados, se concluye que el desarrollar de un sensor para la alerta temprana del desborde del río Seco utilizando Arduino, que reduce o evita riesgos a que se produzcan como lesiones, pérdidas de vidas, daños a los bienes y materiales, mediante una alerta efectiva. Esta interpretación coincide con lo propuesto en la hipótesis general planteada en esta investigación, en el que desarrollar un sensor para la alerta temprana del desborde del río Seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz 2017, soluciona los problemas de la no existencia de un medio de comunicación rápida y segura para poder alertar a los pobladores que viven en las riberas del río seco en caso de desborde. Como conclusión a esto podemos decir que la hipótesis general queda aceptada.

Por consiguiente, teniendo en cuenta las hipótesis específicas, llegamos a las siguientes conclusiones específicas.

1. Se demostró que existe la necesidad de desarrollar un prototipo SAT, lo cual determino la investigación de las características generales de las cuencas de alimentación para el desarrollo de un prototipo SAT con Arduino del río Seco de la ciudad de Huaraz; teniendo como resultado que el 96,00% de los encuestados expresaron que, SI sienten la necesidad de desarrollo de un prototipo SAT para reducir o evitar riesgos a que se produzcan como: lesiones, pérdidas de vidas, daños a los bienes y materiales con Arduino en el río Seco.
2. Se utilizó la tecnología Arduino, de manera que ayuda para la evaluación de las características técnicas de los componentes electrónicos de un prototipo con Arduino con los sensores disponibles que mejor se ajusten para la consecución del proyecto.
3. Se logró realizar la propuesta de mejora del diseño, pruebas y demostrar el funcionamiento de hardware y software de la plataforma de Arduino en un prototipo.

Se concluye de los resultados obtenidos con el prototipo del sensor de sistema de alerta temprana contra desbordes del río Seco, que desde el momento que detecte un incremento del nivel del río y sobre pase el nivel de alerta establecido mi sistema emite una alarma en tiempo real, permitiendo a la población tomar las medidas de precaución ante un desborde. El costo del desarrollo SAT es económico y al alcance para la población del río Seco.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere realizar una capacitación a los pobladores de las riberas del río Seco para su organización, sobre la tecnología aplicada en el prototipo para la alerta temprana con Arduino.
2. Se sugiere a la intervención de INDECI Huaraz, adquirir estuche resistente para la protección segura de los circuitos electrónicos del prototipo SAT.
3. Se propone al Instituto Nacional de Defensa Civil Huaraz, se difunda los beneficios del sistema alerta temprana, como modelo de aplicación en el futuro, de manera global a nivel de la Región Ancash.
4. Se recomienda realizar el sistema de alerta temprana, en toda la trayectoria del río seco, utilizando más sensores ultrasónicos en lugares estratégicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carrera J, Méndez W, Rivas L. Modelaje hidrológico de escenarios para eventos de inundaciones en la planicie de desborde del río Patanemo, estado Carabobo, Venezuela [Internet]. Vol. 37, Revista de Investigación. Unidad de Investigación del Instituto Pedagógico de Caracas; 2013 [cited 2018 Oct 23]. 245-268 p. Available from: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142013000300012](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142013000300012).
2. elcomercio.pe. Lluvias, huaicos e inundaciones en regiones del Perú [EN VIVO] [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 23]. Available from: <https://elcomercio.pe/peru/lluvias-huaicos-e-inundaciones-regiones-peru-vivo-161351>.
3. elcomercio.pe. Huarmey, la ciudad que quedó bajo el agua tras El Niño costero [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 23]. Available from: <https://elcomercio.pe/peru/ancash/huarmey-ciudad-queda-agua-nino-costero-noticia-485418>.
4. Proaño Vallejo J, Suarez Chamchay M. Implementación de un prototipo de sistema electrónico mediante comunicación inalámbrica para supervisión y detección de inundaciones. Tesis. Rio Banba: Escuela superior politécnica de Chimborazo; 2016.
5. Campo P, Zafra K. Sistema electrónico inalámbrico de alerta temprana y monitoreo del comportamiento del nivel de los ríos de bajo costo. Tesis. Cali; Universidad De San Buenaventura De Cali; 2013.
6. Reinoso Jeres A. Diseño y construcción de un prototipo de sistema de sensores inalámbricos para alerta temprana de deslaves. Tesis. Quito: Pontificia universidad católica del ecuador; 2013.
7. Quispe Ataipoma W. Telemetría de nivel y caudal del agua para alertar tempranamente el inminente desborde de río, utilizando el sistema global de comunicaciones móviles. Tesis. Huancavelica: Universidad nacional de Huancavelica; 2015.
8. Godinez Tello R. Diseño e implementacion de un Sistema de Alerta Temprana

- ante desborde de rios utilizando la Red GSM. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2011.
9. Moccetti Rojas G. Sistema de alerta temprana de inundaciones: aplicación en el río Chillón. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 2006.
  10. INAIGEM. INAIGEM crea primer sensor para monitoreo de lagunas [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 24]. Available from: <http://www.inaigem.gob.pe/NotasDePrensa/inaigem-crea-primer-sensor-para-monitoreo-de-lagunas>.
  11. Rubio Quispe G, Choton Posadas H. Diseño e implementación de un sistema de control automático para el acuario RALFISH en la ciudad de Trujillo. Tesis. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO; 2016.
  12. Yabar Meoño D. Metodología para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) a inundaciones para la región de Madre de Dios, Perú. Tesis. Turrialba: Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza; 2014.
  13. Ruiz Ríos R, Torres Giraldo H. Codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú [Internet]. [cited 2019 Feb 13]. Available from: <http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/ANA/596/ANA0000382.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  14. INDECI. Mapa de peligros de la ciudad de Huaraz [Internet]. [cited 2018 Oct 24]. Available from: [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Ancash/ancash/huaraz\\_mapa.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Ancash/ancash/huaraz_mapa.pdf).
  15. Montenegro Torres C. Evaluación de la Vulnerabilidad ante los fenómenos de sismo e inundaciones de la población aledaña al Río Seco – Huaraz – 2017. Tesis. Huaraz: UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”; 2018.
  16. ANA. 03. Memoria Descriptiva - Google Drive [Internet]. [cited 2018 Oct 24]. Available from: <https://drive.google.com/drive/folders/0BxmWtTmTdmnWMVVlcVZWTVpUQTQ>.
  17. Quintero V. Tecnologías de la Información y la Comunicación [Internet]. 2013 [cited 2018 Oct 24]. Available from:

- <https://es.calameo.com/read/002153148b1296c69860d>.
18. aprendeenlinea.udea.edu.co. Manejo de TIC: Definición del concepto de TIC [Internet]. 2015 [cited 2018 Oct 24]. Available from: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/investigacion/mod/page/view.php?id=3118>.
  19. itu.int. Desarrollos globales de las TIC [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 26]. Available from: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>.
  20. Cabero J. Impacto de las nuevas tecnologías de información y la comunicación en las organizaciones educativas. España: Grupo Editorial Universitaria.
  21. González M. Las TIC's y áreas de aplicación. [Internet]. 2013 [cited 2018 Oct 26]. Available from: <https://es.calameo.com/read/001445132d0fb6945f8ac>.
  22. Katz R. El papel de las TIC en el desarrollo. Propuestas de América Latina a los retos económicos actuales. Segunda ed. telefónica F, editor. Barcelona: Ariel S.A.; 2009.
  23. CEPREDENAC. Sistemas de Alerta Temprana [Internet]. 2011 [cited 2018 Oct 26]. Available from: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Panama MANUAL INFORMATIVO.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf).
  24. Borda Quisoe L. Efectividad del Sistema de Alerta Temprana en [Internet]. [cited 2018 Oct 26]. Available from: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20356/Borda\\_QLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20356/Borda_QLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
  25. MINSA. Desastres Naturales [Internet]. [cited 2018 Oct 26]. Available from: [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc41/doc41\\_1.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc41/doc41_1.pdf).
  26. Amay Izquierdo J, Tacuri Puma F. Análisis, diseño e implementación de un sistema de alarma para el monitoreo del registro de la lluvia en la ciudad de Cuenca basado en el protocolo GPRS. Tesis. Cuenca: Universidad politécnica salesiana sede Cuenca; 2014.
  27. Marmolejo R. Microcontrolador - qué es y para que sirve [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 29]. Available from: <https://hetprostore.com/TUTORIALES/microcontrolador/>.

28. [www.arduino.cc. ¿Qué es Arduino? \[Internet\].](http://www.arduino.cc/en/guide/introduction) [cited 2018 Sep 15]. Available from: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
29. [store.arduino.cc. Arduino Uno Rev3 \[Internet\].](https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3) [cited 2018 Sep 15]. Available from: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>.
30. [store.arduino.cc. Arduino Mega 2560 Rev3 \[Internet\].](https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3) [cited 2018 Sep 15]. Available from: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>.
31. [store.arduino.cc. Arduino Nano \[Internet\].](https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano) [cited 2018 Sep 15]. Available from: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>.
32. Simon M. 30 Proyectos con Arduino. Madrid: Estribar; 2012.
33. [teachwithict.com. Sensor ultrasónico \(HC-SR04 5v\) \[Internet\].](http://www.teachwithict.com/hcsr045v.html) [cited 2018 Sep 15]. Available from: <http://www.teachwithict.com/hcsr045v.html>.
34. Dominguez K. Propuesta para la implementacion del sistema “led” para la iluminacion pública en antioquia [Internet]. 2009 [cited 2018 Sep 20]. Available from:  
[http://www.academia.edu/22370450/PROPUESTA\\_PARA\\_LA\\_IMPLMENTACION\\_DEL\\_SISTEMA\\_LED\\_PARA\\_LA\\_ILUMINACION\\_PÚBLICA\\_EN\\_ANTIOQUIA](http://www.academia.edu/22370450/PROPUESTA_PARA_LA_IMPLMENTACION_DEL_SISTEMA_LED_PARA_LA_ILUMINACION_PÚBLICA_EN_ANTIOQUIA).
35. [www.arduino.cc. Hello World! \[Internet\].](https://www.arduino.cc/en/Tutorial>HelloWorld) 2015 [cited 2018 Sep 29]. Available from: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial>HelloWorld>.
36. LLamas L. Lectura de una resistencia variable con Arduino [Internet]. 2014 [cited 2018 Sep 29]. Available from: <https://www.luisllamas.es/lectura-de-una-resistencia-variable-con-arduino/>.
37. Ruiz C. Utilizando un relé en Arduino [Internet]. 2018 [cited 2018 Oct 5]. Available from: <http://openlanuza.com/utilizando-un-rele-en-arduino/>.
38. Llamas L. Reproducir sonidos con Arduino y un buzzer pasivo o altavoz [Internet]. 2016 [cited 2018 Oct 9]. Available from: <https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>.
39. [www.alibaba.com. Bicicleta altavoz voz Bell para Bicicleta electrónica bocina de bicicleta \[Internet\].](https://spanish.alibaba.com/p-detail/bike-speaker-loud-voice-bell-for-bike-electronic-horn-for-bicycle-60500889355.html) [cited 2018 Oct 15]. Available from: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/bike-speaker-loud-voice-bell-for-bike-electronic-horn-for-bicycle-60500889355.html>.
40. Ruiz Guevara J, Acevedo Martínez A. Sistema semiautomático para la

manufactura de placas de circuitos impresos (pcb), utilizando el método de serigrafía. [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 12]. Available from: <http://repositorio.unan.edu.ni/8328/>.

41. Cifuentes Molano M, Jaramillo Blandón J. Diseño de un sistema de manufactura automático para circuitos impresos [Internet]. 2015 [cited 2018 Oct 31]. Available from: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5716/6213815C563.pdf;sequence=1>.
42. Hueso A, Cascant J. Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación [Internet]. 2012 [cited 2018 Oct 26]. Available from: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa y t%E9cnicas cuantitativas de investigaci%F3n\\_6060.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa%20y%20t%E9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%F3n_6060.pdf?sequence=3).
43. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación, 5ta Ed [Internet]. 2010 [cited 2018 Sep 18]. Available from: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia de la investigación 5ta Edición.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%F3n_5ta%20Edici%F3n.pdf).
44. QuestionPro. ¿Qué es una encuesta? [Internet]. [cited 2019 Feb 13]. Available from: <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>.

# ANEXOS

## ANEXO NRO. 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

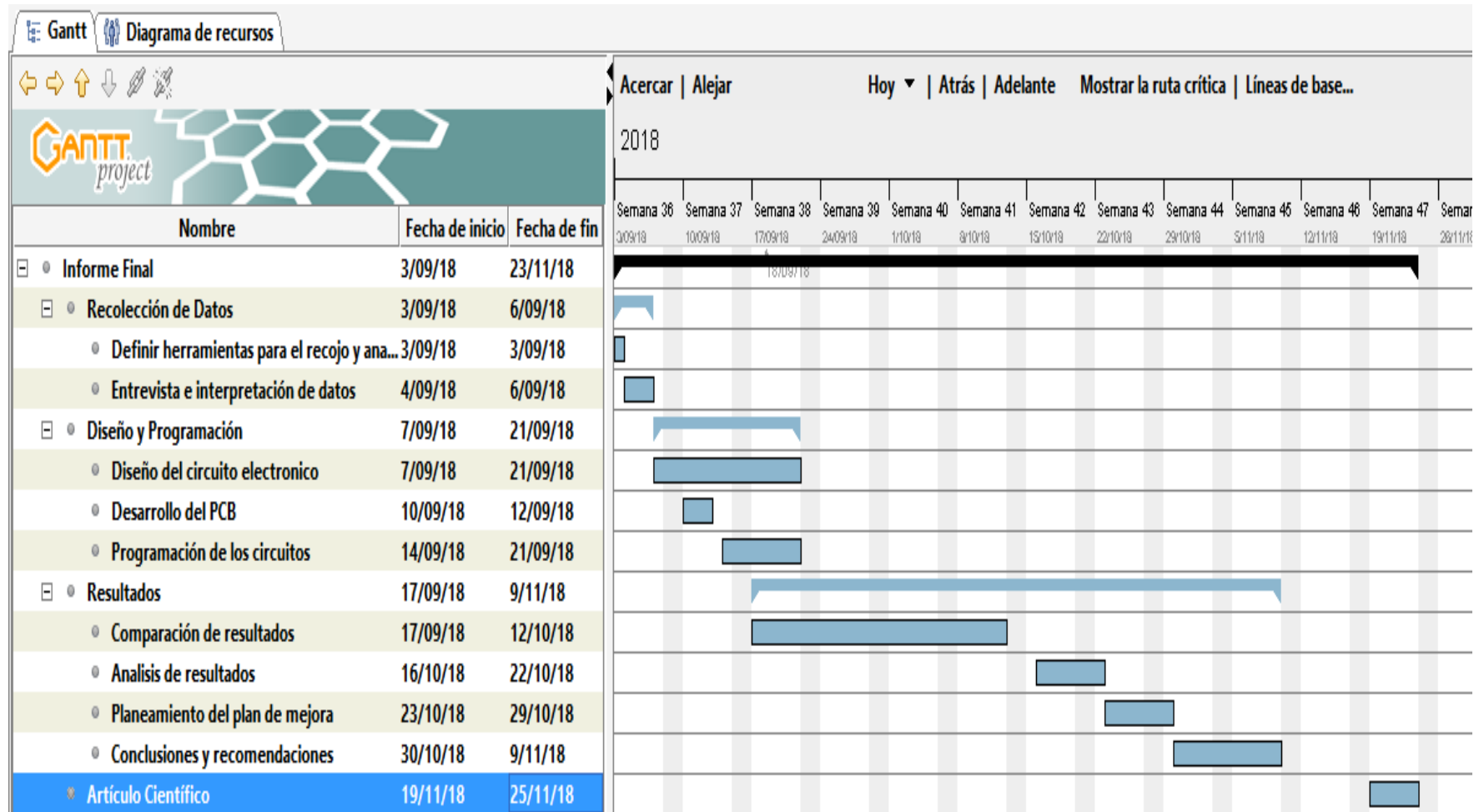


Imagen Elaborada con Software licenciado “Gantt Project”.

## ANEXO NRO. 2: PRESUPUESTO

**TITULO:** DESARROLLO DE UN SENSOR PARA LA ALERTA TEMPRANA DEL DESBORDE DEL RIO SECO UTILIZANDO ARDUINO EN LA CIUDAD DE HUARAZ 2017.

**TESISTA:** HUAMAN LOPEZ IVAN ROBERT

**INVERSIÓN:** S/.170.80

**FINANCIAMIENTO:** Recursos propios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL PARCIAL	TOTAL
<b>1. BIENES DE INVERSION</b>				
1.1.Arduino Nano	01	25.00	25.00	
1.2.Ultrasonido HC-SR04	02	10.00	20.00	
1.3.Relay de 5V	01	3.00	3.00	
1.4.LCD	01	10.00	10.00	
1.5.Led	06	0.20	1.20	
1.6.Resistencia	08	0.10	0.80	
1.7.Cable Dupont (Hembra – Macho)	08	0.20	1.60	
1.8.Bocina	01	15.00	15.00	
			76.60	76.60
<b>2. BIENES DE CONSUMO</b>				
2.1. Impresión	02	0.10	0.20	
2.2. CD	01	2.00	2.00	
2.3. Lapiceros	02	1.00	2.00	
2.4. Lápices	02	1.00	2.00	
			6.20	6.20
<b>3. SERVICIOS</b>				
3.1. Fotocopias	80 hoja	0.10	8.00	
3.2. Servicios de Internet	80hrs	80.00	80.00	
			88.00	88.00

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO NRO. 3: CUESTIONARIO

**TITULO:** DESARROLLO DE UN SENSOR PARA LA ALERTA TEMPRANA DEL DESBORDE DEL RIO SECO UTILIZANDO ARDUINO EN LA CIUDAD DE HUARAZ 2017.

**TESISTA:** HUAMAN LOPEZ IVAN ROBERT

#### PRESENTACIÓN:

El presente instrumento forma parte del actual trabajo de investigación; por lo que se solicita su participación, respondiendo a cada pregunta de manera objetiva y veraz. La información a proporcionar es de carácter confidencial y reservado; y los resultados de la misma serán utilizados solo para efectos académicos y de investigación científica.

#### INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presenta una lista de preguntas, agrupadas por dimensión, que se solicita se responda, marcando una sola alternativa con un aspa (“X”) en el recuadro correspondiente (SI o NO) según considere su alternativa.

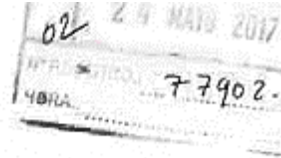
<b>DIMENSIÓN 1: Desarrollo de un Prototipo de SAT con Arduino.</b>			
<b>NRO.</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>1</b>	¿Conoce la importancia de un SAT?		
<b>2</b>	¿El diseño del sensor SAT es la correcta?		
<b>3</b>	¿La tecnología empleada en el sensor del SAT es la correcta?		
<b>4</b>	¿Le parece buena la originalidad del sensor de alerta SAT?		
<b>5</b>	¿El resultado de las pruebas SAT es la correcta?		
<b>6</b>	¿Te parece bueno la organización de la población ante el Sistema de Alerta Temprano?		
<b>7</b>	¿Consideraría útil el SAT en caso de implementar en el río seco?		
<b>8</b>	¿Considera beneficioso el desarrollo del SAT?		
<b>9</b>	¿Sería adaptable el SAT desarrollada en otro río?		
<b>10</b>	¿Te parece bueno capacitar al personal para el manejo del sistema (SAT)?		

<b>DIMENSIÓN 2: Estado de nivel que brinda el sensor de SAT.</b>			
<b>NRO.</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>1</b>	¿El sensor cumple con los estados de alerta?		
<b>2</b>	¿Te parece bueno el tiempo de reacción del sensor?		
<b>3</b>	¿El material de protección del sensor es la adecuada?		
<b>4</b>	¿Los datos proporcionados por el sensor es la apropiada?		
<b>5</b>	¿Te parece bueno la funcionalidad entre los sensores de alerta SAT?		
<b>6</b>	¿La distribución del desarrollo del sensor es la adecuada?		
<b>7</b>	¿El desarrollo SAT cumple con los objetivos propuestos?		
<b>8</b>	¿Considera de forma oportuna y confiable el sensor del sistema de alerta temprano?		
<b>9</b>	¿Te parece correcto la marca recomendada del sensor para el desarrollo del SAT?		
<b>10</b>	¿Te parece bueno la agilidad del sensor para el desarrollo del SAT?		

## ANEXO NRO. 4: SOLICITUD

Solicitud presentada a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) Huaraz para obtener información del río seco.

SOLICITUD



Huaraz, 24 de mayo del 2017

Señor:

Ing. Richard Daniel Miguel Jaimes

Administrador local de agua

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - HUARAZ

Yo, Ivan Huaman Lopez, con DNI 47772714, domiciliado en Jr. Jupe Ruri Shuna bajo Huaraz, con el debido respeto me presento y a usted expreso, que vengo cursando el séptimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería de sistemas en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote – cede Huaraz y con el firme propósito de contribuir con la administración pública y a la vez ganar experiencia pre-profesional, es que solicito información del río seco que su institución tenga para poder realizar mi proyecto de tesis.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ivan Robert Huaman Lopez'.

HUAMAN LOPEZ IVAN ROBERT  
DNI: 47772714

427788 —

## **ANEXO NRO. 5: ARCHIVOS DIGITALES**

Los archivos digitales proporcionado por el Ing. Richard Miguel Jaime (Administrador Local de Agua) Huaraz. Se subieron a un repositorio web para poder ser visualizado, ya que la información que se proporcionó está en un CD.



**Link:**

<https://drive.google.com/drive/folders/0BxmWtTmTdmnWc0hJako1dmlsa0U?usp=s>  
haring