



DICYT



Departamento de  
Informática y Sistemas

Revista

# bit@bit

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
Facultad de Ciencias y Tecnología

ISSN: 2519-741X

Volúmen

**03**

Nro. 5

**REVISTA CIENTÍFICA**

Departamento de Investigación Ciencia y Tecnología

**Junio 2021**



Facultad de Ciencias Y Tecnología  
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho  
Departamento de Informática y Sistemas

# bit @ bit

CONSEJO EDITORIAL



M. Sc. Lic. Efraín Torrejón Tejerina



M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramirez



M. Sc. Lic. Gustavo Succi



M. Sc. Lic. Octavio Aguilar Mallea



**EDITORA**

M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez

# PRESENTACIÓN



M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Marquez  
**DPTO. INFORMÁTICA Y SISTEMAS**  
**DIRECTORA**

El Departamento de Informática y Sistemas de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho tiene el honor de presentar el Volumén 3 Nro. 5 de la Revista bit@bit. Los artículos que contiene la revista son el fruto de la investigación que realizaron los docentes enfocando nuevos puntos de vista y fundamentos en las diferentes áreas de la informática tales como Seguridad Informática, Sistemas de Información Geográficos, Ingeniería de Software, Sistemas Multimedia y Sistemas de Gestión. Nos sentimos satisfechos de este gran aporte académico a nuestros lectores y comunidad científica, es nuestro deseo contribuir al fortalecimiento institucional, de nuestra carrera de Ingeniería Informática y por ende de nuestra universidad.

A nombre del Comité Editorial agradecemos a cada uno de los miembros que hicieron realidad la edición de esta revista, especialmente a nuestros docentes autores de los artículos, que una vez más se distinguieron por su compromiso en la investigación y a la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología DICYT por la motivación y el apoyo brindado en la publicación de esta nueva edición.

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

**bit@bit**

## **AUTORIDADES**

M. Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez

### **RECTOR**

M. Sc. Lic. Luis Ricardo Colpari Díaz

### **VICERRECTOR**

M. Sc. Ing. Jorge Luis Tejerina Oller

### **DIRECTOR-DICYT**

## **AUTORIDADES FACULTATIVAS**

M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

*Decano de la Facultad de Ciencias y Tecnología*

M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

*Vicedecana de la Facultad de Ciencias y Tecnología*

## **EDITORA**

M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Marquez

## **DIAGRAMACIÓN**

Rosalba Castillo Ordoñez

Carla Aracely Cruz Castillo

## **DISEÑO**

Israel Leonardo Marino Jerez

*Correo Electrónico: [dicyt.uajms.edu@gmail.com](mailto:dicyt.uajms.edu@gmail.com)*

Reservados todos los derechos. Esta revista no podrá ser reproducida en forma alguna, total y parcialmente, sin la autorización de los editores.

El contenido de esta revista es responsabilidad de los autores

Publicación financiada por el proyecto:

**“Fortalecimiento de la Difusión y Publicación de Revistas Científicas  
en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”**

# INDICE

# CONTENIDO

1.	TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN EDUCACIÓN . . . . .	1
	<b>Gutierrez Garcia Cecilia</b>	
2.	MODELAMIENTO 3D PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN A PARTIR DE UNA GEODATABASE . . . .	8
	<b>Leon Soliz Ronald</b>	
3.	RESPONDIENDO, ¿AL PORQUE? LOS CASOS DE USO SON EL HILO CONDUCTOR EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE CON RUP . . . . .	19
	<b>Padilla Vedia Carmen Janeth</b>	
4.	CONTRIBUCIÓN DE LAS TIC EN EL DIAGNÓSTICO Y LA CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD HIDROGÁFICA 858961 DE LA CUENCA CAMACHO . . . . .	29
	<b>Paz Ramirez Silvana Sandra</b>	
5.	FUNCIONES ESENCIALES DE BLENDER 3D VERSIÓN 2.93 PARA MODELADO . . . . .	50
	<b>Sossa Sanchez Ruben Dario</b>	
6.	COMPETENCIAS QUE UN PROFESIONAL EN EL ÁREA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA DEBERÍA TENER EN RELACIÓN CON EL DPTO. DE RR.HH . . . . .	59
	<b>Sossa Sanchez Ruben Dario</b>	
7.	SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL HABLA . . . . .	66
	<b>Succi Aguirre Clovis Gustavo</b>	

# ARTICULO 1

# TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN EDUCACIÓN

**Cecilia Gutiérrez García**  
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho  
Tarija-Bolivia  
*cc.gutierrez.garcia@hotmail.com*

## 1. RESUMEN

La tecnología Blockchain, es una tecnología que permite tener un registro distribuido, descentralizado, público y muy seguro, una cadena de bloques con información en una red de computadoras (nodos), que se comunican por un protocolo común, administrando una base de datos segura. Esta red no necesita validación centralizada (intermediarios), la validación se realiza a través de un consenso de todos los participantes, de esta manera se garantiza que la información registrada sea inalterable, perpetua e imposible de ser eliminada,

La blockchain es relacionada con las monedas virtuales (criptomonedas), pero también se puede aplicar a otras áreas como: la banca, con la tecnología blockchain podría simplificar los procesos bancarios, proporcionaría métodos de pago más rápidos; la salud, la blockchain haría las historias y datos médicos más seguros, se podría controlar y gestionar el consumo de medicamentos de los pacientes; en el área legal, la tecnología blockchain podría generar contratos inteligentes incorruptibles; logística, se podría realizar el seguimiento del suministro de alimentos desde la granja hasta la mesa; sistemas de votación en línea, se crearía un sistema de votación transparente y seguro; educación, con la blockchain las instituciones educativas emitirían certificados, diplomas y títulos digitales seguros e inalterables, permitiendo a otras universidades y/o empresas validar los créditos de

cada estudiante, validar títulos, certificados en tiempo real, brindando seguridad y confianza.

En este campo enfatizaremos y veremos las expectativas de oportunidades que nos puede brindar el uso de la tecnología blockchain en la educación, para crear un futuro más transparente y más confiable.

## 2. PALABRAS CLAVE:

Cadena de bloque, certificación, acreditación, base de datos distribuida.

## 3. INTRODUCCIÓN

En este artículo abordaremos como se origina y cómo podríamos aplicarlo en el ámbito educativo, dando a conocer las ventajas y el potencial de la tecnología para mantener la información segura e inmutable.

La tecnología juega un papel fundamental en los cambios del mundo, en 1991 nace la idea de la tecnología Blockchain, los científicos de investigación Stuart Haber y W. Scott Stornetta introdujeron una solución práctica para que documentos digitales firmados con determinada fecha no pudieran ser manipulados, ni falseados. (Damián, 2019)

Sin embargo el año 2008 la historia de blockchain co-

mienza a ganar relevancia dentro del proyecto Bitcoin y es acreditada a Satoshi Nakamoto (una persona o un grupo de personas). "Actualmente su utilización está siendo demandada en otras aplicaciones comerciales y se proyecta un crecimiento anual del 51% para el 2022 en varios mercados, como el de las instituciones financieras o el Internet de las Cosas (IoT), según publicó MarketWatch." (Pastorino, 2018)

La tecnología blockchain fue diseñada para crear una moneda digital descentralizada que no esté bajo la autoridad de ningún banco central.

Y es así que se ha convertido en una herramienta tecnológica muy confiable que hoy en día llegó a revolucionar el sistema financiero mundial y cambiará el mundo más de lo que cambió el internet.

## 4. ELEMENTOS BÁSICOS DE LA BLOCKCHAIN

Para comprender la tecnología blockchain debemos conocer sus elementos básicos:

**Un Nodo:** Puede ser una computadora personal o una megacomputadora según lo complejo de la red. Estos nodos deben contar con el mismo protocolo para comunicarse.

**Un protocolo estándar:** La blockchain establece un protocolo estándar para que entre los nodos de la red puedan comunicarse.

**Una Red entre Pares:** Es una red de nodos conectados a la misma red, estos nodos se comportan como iguales entre sí.

**Un sistema descentralizado:** Dentro de la red todos los nodos controlan la red, no tienen jerarquía entre sí, todos funcionan como iguales, dentro de una red privada, si puede haber jerarquía. (Preukschat, 2017)

## 5. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

La tecnología blockchain tiene algunas características que le permiten funcionar de una manera eficiente.

**Descentralizada:** La red pública es completamente descentralizada y los usuarios conectados a la red tienen ac-

ceso a la base de datos, mediante el que se puede monitorear y actualizar los datos.

**Persistente:** Los datos de la tecnología blockchain son persistentes, mantenidos y distribuidos por los nodos de la red.

Las transacciones antes de agregarse a la red son validadas por los nodos de la red.

**Transparente:** Los datos están abiertos para todos los usuarios de la red, cada registro tiene una marca de tiempo, es lo que le hace fácil de verificar, realizar un seguimiento que se sean transparentes.

**Anónimo:** La identidad real de los usuarios no se expone, los usuarios se conectan a la red con la dirección generada por la misma red.

**Autónomo:** Los nodos de la red son independientes y otros nodos no pueden intervenir en su funcionamiento. (Naveen Chilamkurti, 2021)

## 6. ¿CÓMO FUNCIONA?

Blockchain es una base de datos distribuida, la propiedad de la base de datos no está en un solo sitio, sino que está repartida en distintas computadoras o nodos donde todos son igual de importantes, una red de computadoras donde automáticamente se verifican, se validan todas las transacciones.

Blockchain tiene dos tipos de usuarios, el primero son usuarios que se unen a la red para el uso del sistema y el segundo son usuarios que generan nuevos bloques y además verifican los bloques añadidos a la cadena, estos últimos usuarios se llaman mineros, que son los que ponen sus microprocesadores a resolver problemas matemáticos para añadir un nuevo bloque a la cadena, si llega a resolver la comunidad (los nodos) verifican si es correcto o no para añadir el nuevo bloque.

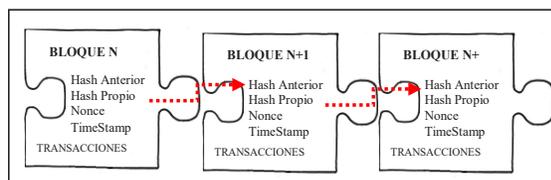


Figura 1 Estructura de la cadena de bloques

Fuente Propia

Cada conjunto de datos que se almacenará, es empaquetado en bloques que forman una cadena y ésta se replica en varios puntos de control (nodos), al ser un registro consensuado no es posible cambiar la información, de esta forma aseguramos su integridad.

Cada bloque durante su encriptación genera una referencia al bloque anterior y al posterior, ésta referencia se llama hash. Si un bloque se modifica, la relación con la cadena se rompe entonces podemos decir que toda la información registrada en los bloques es inalterable y perpetua.

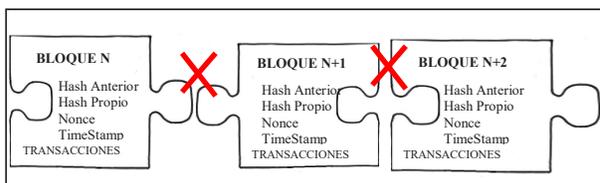


Figura 2 Estructura de la cadena de bloques modificado

Fuente Propia

Con la tecnología blockchain la información que se almacena jamás se podrá perder, ni modificar, ni eliminar.

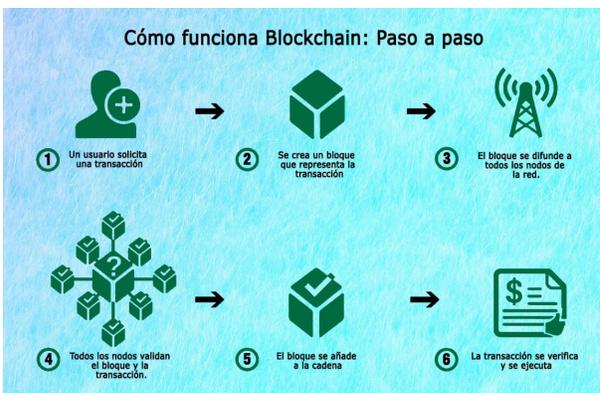


Figura 3 Blockchain paso a paso

Fuente (Barrenechea, 2020)

## 7. TIPOS DE BLOCKCHAIN

Hay tres tipos de soluciones blockchain:

**Blockchain Públicas:** Es accesible a cualquier usuario del mundo, entre los más conocidos de Blockchain Públicas están el Bitcoin y Ethereum.

**Blockchain Privadas:** A diferencia de una blockchain pública, ésta no es abierta al público, solamente se puede

acceder a ella mediante invitación. Las Blockchains privadas son nuevas y entre las más conocidas tenemos a Hyperledger (de la Fundación Linux), Ripple (protocolo para facilitar transferencias internacionales de dinero).

**Blockchain Híbridas:** Es una combinación entre las blockchain públicas y privadas. Los participantes son invitados pero las transacciones son públicas, quiere decir que la seguridad y mantenimiento lo realizan los participantes invitados pero todas las transacciones son visibles para todo el mundo, entre los más conocidos tenemos a BigchainDB (un proveedor de tecnología Blockchain) y a Evernym que quiere facilitar la gestión de la Identidad Digital Soberana. (Preukschat, 2017)

## 8. VENTAJAS DE LA BLOCKCHAIN

Las principales ventajas de la tecnología blockchain son:

**Inmutabilidad de la información:** Es imposible modificar la información de la red, cualquier modificación invalidaría la cadena de bloques.

**Custodia distribuida:** Nadie es dueño de la red, cada usuario almacena distintos nodos de la red que contiene copias de la información.

**Red resiliente:** Blockchain es tolerante a las fallas de un nodo, si uno de ellos falla la red continúa su trabajo porque contiene copias de la información.

**Confianza entre desconocidos:** La tecnología blockchain no necesita de un intermediario que brinde confianza. (Camargo, s.f.)

## 9. DESVENTAJAS DE LA BLOCKCHAIN

Las principales desventajas de la tecnología blockchain son:

**Inmutabilidad de la información:** La inmutabilidad de la información también puede ser una desventaja, porque al registrar puede haber errores que generarían problemas y esta información no se podría modificar.

**Gasto Energético Elevado:** La mayoría de las plataformas blockchain trabajan con el sistema Proof of Work o Prueba de trabajo, que necesita de la minería. La minería requiere miles de ordenadores conectados, lo que supone

un gasto energético muy elevado.

**Imposibilidad de recuperar cuentas:** Si extraviamos las claves de acceso de una dirección blockchain, perdemos para siempre el acceso a la misma. (Camargo, s.f.)

## 10. BLOCKCHAIN EN LA EDUCACIÓN

Esta tecnología también la podemos aplicar en la educación y más aún en la educación superior.

¿Para qué? Para evitar falsificación de títulos, de certificado de notas, de certificado de cursos, actualmente las instituciones educativas emiten certificados y títulos en papel, estas emisiones requieren de mucho tiempo, inclusive pueden llegar a perderse por un mal almacenamiento o por un desastre natural o por un error humano, al utilizar la tecnología blockchain cada usuario tiene una certificación digital firmada, que en cualquier momento pueda ser verificada, estos certificados son guardados inclusive si la institución que lo emitió llegara a cerrar.

Para verificar la acreditación, actualmente para validar o acreditar un título en otro país se requiere de un tercero para aprobar el título y verificar la calidad de institución que lo emitió, lo que resulta en un proceso que requiere mucho tiempo, con la tecnología blockchain la acreditación se realizaría con un simple clic, facilitando la verificación de que la información presentada es válida y real.

## 11. INSTITUCIONES EDUCATIVAS QUE YA USAN LA BLOCKCHAIN

La MIT ya usa ésta tecnología otorgando diplomas digitales y usan una plataforma para verificar si el certificado es válido o no, de ésta forma ayuda al empleador y este se asegura que el título sea real o no.

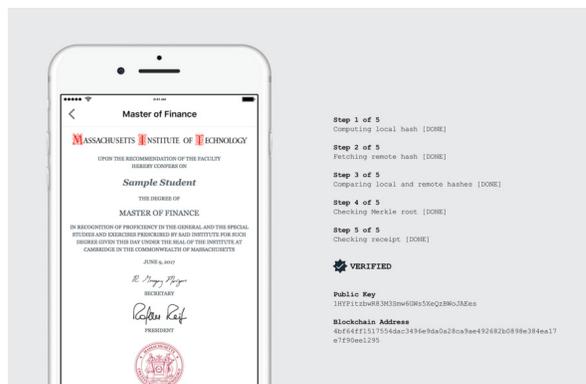


Figura 3 Diploma Digital MIT

Fuente: (Trachy, 2017)

Para evitar el plagio y recompensar el uso y la reutilización de esa propiedad, actualmente no se puede realizar un rastreo o un seguimiento de la reutilización de la propiedad intelectual, con la blockchain el autor podría rastrear cualquier recurso que reutilice la publicación.

Para reducir el fraude de Curriculum Vitae, en la actualidad no se verifica si el CV es fraudulento o no, con la tecnología blockchain el estudiante almacenaría los logros obtenidos y facilitaría a las empresas a contratar el personal más idóneo para su empresa, verificando la información en tiempo real.

Para aportaciones pedagógicas, la tecnología blockchain también puede transformar la forma tradicional de enseñanza aprendizaje, en la actualidad el profesor es el que imparte el conocimiento y el estudiante recibe ese conocimiento, con la blockchain los estudiantes serían participantes de la cadena de nodos, cada estudiante construiría su itinerario personal de aprendizaje, cada estudiante aprendería a su ritmo. (Canfranc, 2018)

Aplicando esta tecnología se crearía un historial académico de cada estudiante, se agilizarían los procesos que todavía son manuales, se certificaría de manera virtual, se cuidaría el medio ambiente.

El tecnológico de Monterrey ya otorga títulos digitales en Blockchain, es la primera universidad mexicana que utiliza la tecnología blockchain para emitir títulos en formato digital, permitiendo a sus egresados validar y verificar en cualquier momento sin la necesidad de un intermediario, así también cualquier empleador o universidad del país o del extranjero podrá verificar al instante si es válido el título.



Figura 4 Título otorgado por el TEC de México

Fuente: (Finanzas, 2019)

La universidad de OXFORD lanza la Woolf University, que es la primera universidad 100% blockchain del mundo. Woolf la diferencia con las otras universidades es que los encuentros entre docente y estudiante son cara a cara, puede ser virtual o presencial y este encuentro debe quedar grabado en la plataforma, de esta forma se tiene un registro de los encuentros de docente y estudiante. (Mernárguez, 2018)

Las universidades de Colombia usan tecnología blockchain para otorgar insignias digitales, estas insignias digitales son representaciones visuales y digitales de un logro, competencia o aprendizaje adquirido, esta tecnología permite brindar verificaciones de autenticidad de forma inmediata e independiente, optaron por ésta tecnología a causa del COVID-19. (Jimenez, 2020)

El ministerio de Educación de Vietnam utilizará la blockchain para emitir diplomas en la gestión 2021. El MOET tiene previsto emitir todo tipo de diplomas otorgados por sus unidades de formación, la escuela secundaria y la educación superior. (Partz, 2020)

## 12. CONCLUSIÓN

La tecnología de cadenas de bloques o blockchain ya no solo es una palabra de moda. En este año 2021 es una de las principales tecnologías para poder impulsar y promover la transformación digital. La aplicación de la blockchain en la educación superior brindaría una mejora de la seguridad de la información, evitaría plagios de trabajos de investigación y artículos científicos y el acceso a la verificación en tiempo real, reemplazaría a los procesos basados en papel.

La tecnología blockchain tiene un gran potencial en la educación porque puede crear un futuro más transparente y más confiable, para que las empresas puedan verificar en tiempo real los diplomas, certificados que emita la universidad.

Ingresa la cadena de bloques en la educación superior, permitiría a las universidades ser más competitivas, por utilizar una tecnología que brinda seguridad y confianza en los datos que almacena y estar en la vanguardia de la tecnología. Además bajaría los costos de gestión de las instituciones educativas, porque reduciría el personal, los equipos que usan en esa repartición, desaparecería la oficina de archivos, porque todos los documentos se manejaría digitalmente, seguros e inalterables, siendo innecesario trasladar documentos de un lugar a otro, corriendo el riesgo de pérdidas o retrasos.

## 13. BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS

- Barrenechea, L., 2020. *El Agrario*. [En línea] Available at: <https://www.elagrario.com/actualidad-blockchain-que-es-y-como-funciona-17163.html> [Último acceso: 10 05 2021].
- Camargo, F., s.f. *camargo.life*. [En línea] Available at: <https://camargo.life/blockchain-ventajas-y-desventajas/#:~:text=Las%20principales%20desventajas%20de%20Blockchain,informaci%C3%B3n%20no%20se%20puede%20modificar.> [Último acceso: 18 05 2021].
- Canfranc, P. R., 2018. *TELOS*. [En línea] Available at: <https://telos.funda->

- [ciontelefonica.com/la-cofa/blockchain-tambien-en-la-educacion/](http://ciontelefonica.com/la-cofa/blockchain-tambien-en-la-educacion/) [Último acceso: 26 05 2021].
- ❑ Damián, 2019. *Máquina Capital*. [En línea] Available at: <https://www.maquinacapital.com/cryptobasics/blockchain-historia-origen/> [Último acceso: 12 05 2021].
  - ❑ Finanzas, 2019. *Sol de México*. [En línea] Available at: <https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/tec-de-monterrey-primer-universidad-en-mexico-que-emite-titulos-en-blockchain-3586275.html> [Último acceso: 18 05 2021].
  - ❑ Jimenez, D., 2019. *Criptotendencia*. [En línea] Available at: <https://criptotendencia.com/2019/02/14/8-terminos-claves-para-entender-la-cadena-de-bloques/> [Último acceso: 12 05 2021].
  - ❑ Jimenez, D., 2020. *COINTELEGRAPH*. [En línea] Available at: <https://es.cointelegraph.com/news/colombian-universities-use-blockchain-technology-to-award-digital-badges> [Último acceso: 18 05 2021].
  - ❑ Menárguez, A. T., 2018. *EL PAIS*. [En línea] Available at: [https://elpais.com/economia/2018/04/06/actualidad/1523015807\\_153950.html](https://elpais.com/economia/2018/04/06/actualidad/1523015807_153950.html) [Último acceso: 20 05 2021].
  - ❑ Naveen Chilamkurti, T. P. B. B., 2021. *Blockchain, Internet of things and Artificial Intelligence*. 1ra ed. Boca Ratón Florida- EEUU: Taylor & Francis Group.
  - ⊙ Partz, H., 2020. *COINTELEGRAPH*. [En línea] Available at: <https://es.cointelegraph.com/news/vietnam-s-ministry-of-education-to-record-certifications-on-blockchain> [Último acceso: 25 05 2021].
  - ❑ Pastorino, C., 2018. *welivesecurity*. [En línea] Available at: <https://www.welivesecurity.com/es/2018/09/04/blockchain-que-es-como-funciona-y-como-se-esta-usando-en-el-mercado/> [Último acceso: 11 05 2021].
  - ❑ Preukschat, A., 2017. *Blockchain: la revolución industrial de internet*. 1ra ed. s.l.:Gestión 2000.
  - ❑ Preukschat, A., 2017. *Inetum*. [En línea] Available at: <https://www.inetum.com/es/es/blog/Post/Los-tipos-de-Blockchain-publicas-privadas-e-hibridas-y-II/> [Último acceso: 20 05 2021].
  - ❑ Trachy, E. D. J. A., 2017. *MIT NEWS*. [En línea] Available at: <https://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017> [Último acceso: 18 05 2021].

# ARTICULO 2

# MODELAMIENTO 3D PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN A PARTIR DE UNA GEODATABASE

Ronald León Soliz

Departamento de Informática y Sistemas U.A.J.M.S.  
Tarija - Bolivia  
*ronald.leon.soliz@gmail.com*

## 1. RESUMEN

La ampliación, remodelación y mantenimiento de las redes de energía eléctrica de media y baja tensión en beneficio de los usuarios de este servicio básico sean convertidos en un trabajo cotidiano para las empresas que dedicadas a este rubro.

El presente trabajo de investigación permitirá sentar las bases para contar a futuro con una herramienta de software que a partir de una geodatabase se pueda visualizar y analizar de manera oportuna y confiable el diseño de redes de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión previamente a ser construida, lo cual permite determinar si las mismas cumplen con estándares de construcción, identificar puntos críticos que podrían poner en riesgo la integridad física de las personas, tipos de estructuras, materiales a ser utilizados, volúmenes de obra y topografía del terreno donde serán emplazadas las redes eléctricas.

Se utilizó el método descriptivo y deductivo para la creación de la geodatabase bajo un modelo de datos eléctrico. Se analizó los beneficios de un SIG, verificando la topología, planos digitales, circuitos de media y baja tensión, transformadores y la ubicación de clientes dentro de la Operación de la Red, definiendo las clases y creando cartografía base, para que así podamos concluir con una mejor calidad de servicio y mantenimiento, planes de expansión, planos para la ubicación de fallas, información

técnica de los componentes de las redes eléctricas georeferenciadas.

## 2. PALABRAS CLAVE

Cartografía, Georreferenciación, Topografía, Sistema, Geográfica, Geodatabase, Fotogrametría.

## 3. INTRODUCCIÓN

Las empresas consultoras y constructoras legalmente establecidas en nuestro país que se adjudican proyectos de diseño o construcción para ampliación y remodelación de red eléctrica reciben información hecha con herramientas CAD de la zona donde será emplazado el proyecto en formato de planos impresos o digitales y los datos referentes a estos en hojas electrónicas adicionales también en formato impreso o digital, donde el tiempo en verificar si la misma es consistente y está correctamente relacionada con los planos recibidos es demasiado moroso en función al volumen de información recibida.

Ya al momento de ejecutar el trabajo en sí (diseño final de la red eléctrica para su posterior construcción) y posteriormente a realizar el trabajo de campo para el relevamiento de datos con equipos topográficos (requisito fundamental para cumplir con el trabajo de diseño y/o construcción) se procede a las digitalización y procesa-

miento de los mismos obteniendo como resultados los planos digitalizados con herramientas CAD y registros relacionados en planillas electrónicas por separado, es decir que no se cuenta con una herramienta de software que integre ambas cosas y garantice la disponibilidad, confiabilidad, integridad y seguridad de los datos procesados.

El hecho de no contar con una herramienta de software integrada que les permita realizar un análisis detallado de todos los aspectos técnicos que se deben tomar en cuenta antes de construir una red de distribución de energía eléctrica, conlleva a gastos económicos significativos (en algunos casos millonarios) para subsanar errores técnicos cometidos en el proceso de construcción.

La Ley de Electricidad establece que el Estado Boliviano será el responsable de desarrollar electrificación, garantizando que estos servicios respondan a principios de eficiencia, transparencia, adaptabilidad, continuidad, calidad y neutralidad, para el efecto establece también que otorga a una persona colectiva el derecho de ejercer la actividad de servicio público de Distribución con altos parámetros de calidad.

En la actualidad las empresas tienen serias limitaciones para alcanzar estos objetivos, entre las que podemos señalar: Inventarios inexactos de materiales del sistema de distribución, escasa información técnica del sistema eléctrico lo que ocasiona deficiencias en la planificación operativa y falta de planes de mantenimiento preventivo y predictivo que conllevan inadecuados índices de interrupciones. Como consecuencia se tiene un ineficiente sistema de gestión para la distribución eléctrica, lo que provoca bajos niveles de satisfacción del cliente, problemas financieros y deterioro de la imagen institucional, impidiendo que la misma contribuya significativamente a mejorar la calidad de vida de la población. Entre los aspectos primordiales de las empresas distribuidoras de servicios eléctricos están el mejorar la confiabilidad de la red, reducir al mínimo las interrupciones del servicio, mejorar la satisfacción al cliente, reducir costos y mejorar la seguridad. Para lo antes citado, es necesario contar con sistemas tecnológicos y bases de datos que permitan el almacenamiento y consultas inteligentes de un gran volumen de información que se genera dentro de una

empresa distribuidora, lo cual permitirá tomar decisiones adecuadas y oportunas.

#### 4. OBJETIVO GENERAL

Realizar la modelación 3D de redes aéreas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión a partir de una geodatabase.

#### 5. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Diseñar e implementar una geodatabase para el registro clasificado de todos los elementos que forman parte de la construcción de redes aéreas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión.

Obtener información de datos topográficos mediante dron de las zonas donde serán emplazadas las redes eléctricas, tomando en cuenta condiciones técnicas de construcción.

Realizar el modelamiento 3D de las redes eléctricas de media y baja tensión haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica.



## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Diseño de la Investigación

A continuación, se detallan los pasos seguidos para logro de los objetivos del presente trabajo de investigación:

### 6.2. Captura de datos

Para la captura de datos se toma en cuenta como elementos e instrumentos fundamentales los siguientes:

- ⊙ GPS RTK Doble Frecuencia para la señalización de puntos geodésicos con alta precisión.
- ⊙ Estación Total con precisión de 5", para el diseño de la ampliación y/o remodelación de la red eléctrica, a partir de los puntos geodésicos señalados.
- ⊙ Distanciómetro láser, como herramienta de apoyo para estimar longitudes aproximadas preliminares al diseño de la red eléctrica.
- ⊙ GPS de navegación para la rápida localización de puntos de inicio, intermedios y fin, tanto de la red existente como de la nueva red distribución de energía eléctrica.
- ⊙ Dron RTK para la captura de fotografías aéreas georreferenciadas de las zonas identificadas como críticas por donde a travesará la línea eléctrica.
- ⊙ Planilla electrónica de relevamiento de datos y estructuras en función a la normativa de construcción de línea eléctrica de media y baja tensión aprobada por el Ministerio de Energías del Boliviano.
- ⊙ Planos digitalizados o impresos de las redes existente de Media y Baja Tensión.

### 6.3. Depuración

En función a los datos capturados se aplica la depuración a los datos geográficos, geométricos, topográficos y alfanuméricos obtenidos en el proceso de captura. Descartando aquellos que no serán de utilidad y relevancia haciendo uso de software que viene incorporado en cada uno de los instrumentos nombrados en el punto anterior,

como así también de software de apoyo (ArcGIS Desktop, Global Mapper, Google Earth Pro, BaseCamp, AutoCAD, Microsoft Excel, Pix4D Mapper) para el cumplimiento de este propósito.

### 6.4. Almacenamiento

Una vez cumplida la etapa de depuración se procede al almacenamiento de datos que se realiza en una geodatabase basada en un Sistema Gestor de Base de Datos SQL Server, con autenticación de usuarios y roles definidos para garantizar la confiabilidad, integridad y seguridad de los datos.

### 6.5. Procesamiento

El procesamiento es un aspecto fundamental, ya que la correcta aplicación de este influye en gran medida el resultado que se obtiene. Las principales herramientas de geoprocesamiento de datos para el presente trabajo de investigación son: Recorte de archivos ráster, recorte de archivos vectoriales, conversión de formatos, georreferenciación, herramientas de análisis 3D, conversión de vectorial a ráster, herramientas de gestión de datos, edición de datos 3D, entre otros.

### 6.6. Presentación de la Información

La presentación de la información es el resultado del correcto cumplimiento de los pasos anteriormente descritos, para el efectivo cumplimiento de esta se hace uso de elementos como simbología, consultas a la base de datos, selección de datos, extrusión de elementos, elevación de superficies, entre otros.

## 7. INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La recolección de datos es el aspecto fundamental para el cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación, es en este sentido que los instrumentos y métodos empleados son los siguientes:

### 7.1. GPS RTK Trimble 5800

La función principal que cumple este instrumento es el de marcación de puntos geodésicos físicamente en el terreno de estudio con alta, que serán el punto de partida para la medición topográfica correspondiente para el diseño

de la red eléctrica. En base a estos puntos se realiza la georreferenciación del diseño correspondiente.

Para la marcación de física de los puntos geodésicos se emplea el uso de plaquetas colocadas en mojones de concreto.



**Figura 1.** Marcado de puntos geodésicos GpsRTK

**Fuente.** Anónima



**Figura 2.** Plaqueta metálica en mojón de concreto

**Fuente.** Elaboración propia

## 7.2. Estación Total Trimble M3 5"

Este instrumento es fundamental para el diseño de la red eléctrica tanto para la media tensión como la baja tensión, tomando en cuenta estándares constructivos aprobados por el Ministerio de Energías en cuanto se refiere a:

- ⦿ Longitud de vano regulador.
- ⦿ Estructuras monofásicas y trifásicas (partida, paso, retención, doble retención, fin de línea, seccionadores, pararrayos, aterramientos, transformadores, entre otros).
- ⦿ Tipo de conductor eléctrico (ACSR, dúplex, cuádruplex, pre-ensamblado, entre otros).
- ⦿ Tipos de poste (Hormigón armado y Euca-lipto tratado).
- ⦿ Ángulos de línea
- ⦿ Profundidad de excavación
- ⦿ Tipos de suelo (Duro, semiduro, rocoso, entre otros).



**Figura 3.** Diseño LMT y BT con estación total

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 4.** Marcado de puntos para plantado de postes de línea eléctrica

**Fuente.** Elaboración propia

Para la marcación de física de los puntos topográficos correspondientes a la ubicación de cada poste de energía eléctrica se emplea el uso de estacas de estacas de madera de 20 cm. de largo.

### 7.3. Distanciómetro láser PCE-LRF 600

Distanciómetro láser, como herramienta de apoyo para estimar longitudes aproximadas preliminares al diseño de la red eléctrica.



**Figura 5.** Medición de campo con distanciómetro

**Fuente.** Anónima

### 7.4. GPS de navegación Garmin eTrex 30x

Para la rápida localización de puntos de inicio, intermedios y fin, tanto de la red existente como de la nueva red

distribución de energía eléctrica.



**Figura 6.** Trabajo de campo con GPS de navegación

**Fuente.** <https://moxigeno.com/2016/01/22/gps-garmin-etrex-30x-249e142gramosbat-25h-2aa-analisis-y-prueba-a-fondo-kaikuland/>

### 7.5. Dron DJI Phantom 4 RTK

Instrumento para la captura de fotografías aéreas georreferenciadas de las zonas identificadas como críticas por donde atravesará la línea eléctrica. Se considera zona crítica los lugares donde existen pendientes muy pronunciadas, cruces de carreteras departamentales, nacionales e internacionales, zonas con excesiva vegetación, lugares poco accesibles, lugares donde no se cuente con imágenes satelitales o fotografías aéreas actualizadas y que sean de interés, zonas donde se presume que la red eléctrica afectará a propiedades privadas, entre otras.



**Figura 7.** Plan de vuelo del Dron

**Fuente.** <https://www.youtube.com/watch?v=cW8en-zmQtY&t=2634s>



Figura 8. Ejecutando plan de vuelo del Dron

Fuente. <https://www.youtube.com/watch?v=cW8en-zmQtY&t=2634s>

### 7.6. Planilla electrónica de relevamiento de datos

El uso de este tipo de planillas se lo realiza en un dispositivo móvil (Tablet) fundamental para la posterior correcta tabulación de los mismos, en función a la normativa de construcción de línea eléctrica de media y baja tensión aprobada por el Ministerio de Energías.

RESUMEN		POSTE					PRIMARIO				SECUNDARIO			TRANSFORMADOR			SERVICIOS			RIENDAS		ANCLAS		VARIOS		REF. OBS.	
ITEM	Cant.	Plq. N°	Cant.	Long	Clase	Ang.	Vano Atras	Cant.	Unid. V	Vano Atras	Cant.	Unid. J	Cond.	Cant.	Unid. VG	KVA	Cant.	Unid. K	Long.	Cant.	Unid. (V) E	RE	Cant.	Unid. F	Cant.		VM
CABECERA		Q-31																									
VA1	1																										
VA2	2	Q-32	1	11	5		114	1	A6												2	-1	9	2	2-2		
VAS	0																										
VAS	0	Q-33	1	11	5		167	1	A6	0		17									1	-1	8	2	2-2		
VAS	0																										
VAS	2	bu-1	1	8.5	6				44		8				1	16	30										
VAS-H	0																										
J8	3	bu-2	1	8.5	6				44		17D										2	1-U	6	2	2-1		
J9	0																										
J17	2	bu-3	1	8.5	6				56		17				1	16	30				1	1-U	6	1	2-1	1	2-11B
J17D	2																										
RIENDAS-ANCLAS		bu-4	1	8.5	6				34		8																
VE-1 MT	4																										
VE5-1 MT	1	Q-34	1	11	5		70	1	A2	36											1	5-1	9	1	2-2		
VE2-1 MT	0																										
VE1-A MT	0	bu-5	1	8.5	6				43		8				3	16	90										
F2-1 MT	5																										
F2-1 MT	5	bu-5																									
VE1-BT	4																										
VE2-1 BT	0	Q-35	1	11	5		128	1	A1	39		17D		1	107	15					1	1-U	6	1	2-1		TRANS
VE1-A BT	0																										
F2-1 BT	0	Q-36	1	11	5		126	1	A2												1	-1	9	1	2-2		
VARIOS																											
VM10-14	0																										
VM2-11 MT	0																										
VM2-11 BT	0																										
VM25-5	0																										
K16	5																										
POSTES																											
11.600 HPAP	0																										
11.600 HPAP	0																										
8.5400 HPAP	0																										
8.5600 HPAP	0																										
8.51E.T.	5																										
11E.T.	4	Observ.																									

Figura 9. Planilla electrónica de relevamiento de datos y estructuras

Fuente. Elaboración propia

## 7.7. Planos digitalizados o impresos de la red eléctrica existente

Contar con los planos de la red eléctrica existente de media y baja tensión monofásica y trifásica ya sea en formato digital o impreso son un elemento importante para identificar las condiciones actuales de la misma. Y se convierten en una parte fundamental para el inicio de un trabajo de ampliación y/o remodelación de la red.

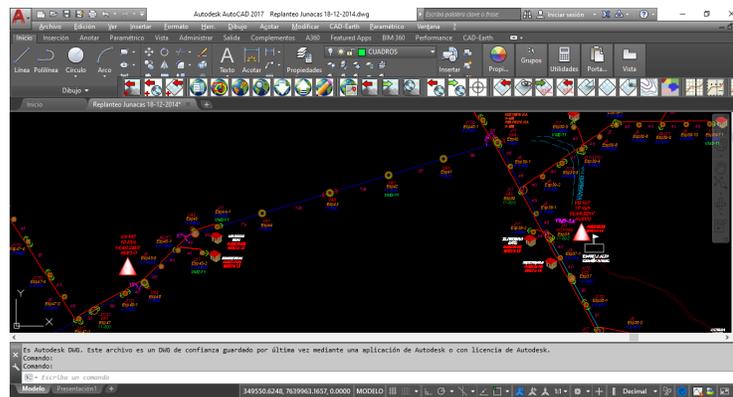


Figura 10. Planos digitalizados de la red existente de media y baja tensión

Fuente. Elaboración propia

## 8. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se lo realiza en función a los datos almacenados en la geodatabase, luego de haber pasado un proceso de depuración de los datos relevados y capturados con los instrumentos y métodos señalados en el punto anterior, para este propósito se hace uso del software a ArcGIS Desktop V. 10.4 como principal herramienta, apoyado por otras herramientas de software como Global Mapper V. 16.1, Google Earth Pro V. 7.3, BaseCamp V 4.6, AutoCAD V. 2017, Microsoft Excel V. 2016, Pix4D Mapper V. 4.5.

### 8.1. ArcGIS Desktop V. 10.6

ArcGIS Desktop, forma parte de la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo entre sus principales módulos ArcMap, ArcCatalog y ArcScene. Módulos que son utilizados como herramientas principales para este trabajo de investigación, aplicando las siguientes potencialidades:

#### 8.1.1. ArcMap

ArcMap para el procesamiento de datos aplicando herramientas de geoprocésamiento como ser: Recorte de archivos ráster, conversión de formatos de CAD, SHP, KML/

KMZ, Georreferenciación (archivos ráster y vectorial), recorte de archivos vectoriales, herramientas de análisis 3D, conversión de vectorial a ráster, herramientas de gestión de datos principalmente, creación de archivos TIN, creación de archivos DEM, edición de datos 3D.

#### 8.1.2. ArcCatalog

ArcCatalog para la administración de archivos nativos en formato vectorial y ráster, archivos CAD, planillas electrónicas, conexión y gestión de la geodatabase basada en un Sistema Gestor de Base de Datos SQL Server V. 16. A través del módulo de ArcSDE.

Con esta herramienta gestionamos los dataset de entidades, clases de entidad, clases de relación y tablas de la geodatabase. También el cargado de datos desde archivos externos. (Ver anexo 9).

#### 8.1.3. ArcScene

ArcScene es el módulo de visualización 3D que permite ver los datos SIG en tres dimensiones, también está totalmente integrada con el entorno de geoprocésamiento porque proporciona el acceso a muchas funciones y herramientas de análisis.

La presentación de resultados se realiza completamente

en este módulo, los elementos utilizados son: Elementos como simbología, consultas a la base de datos, selección de datos, extrusión de elementos, elevación de superficies.

Adicionalmente se hace uso de herramientas de edición de datos 3D como parte del trabajo complementario del procesamiento.

## 9. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del trabajo de investigación en función de los objetivos planteados son los siguientes:

- Geodatabase creada garantizando la disponibilidad, confiabilidad, integridad y seguridad de los datos procesados, a partir de un registro clasificado de todos los elementos que intervienen en la construcción de redes aéreas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión.

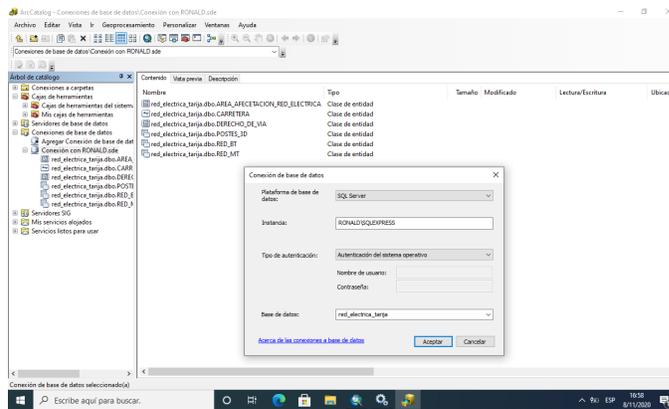


Figura 11. Configuración de conexión a la geodatabase y clases almacenadas

Fuente.Elaboración propia

OBJECTID	Shape	x	y	z	ESTRUCTURA	T_POSTE	C_POSTE	GRUPO_LBT	GRUPO_LMT	ORDEN_MT	ORDEN_BT
1	Punto ZM	350739.347177	7627566.715524	2464.423114	VA-6	MT	11-E	9	1	1	1
2	Punto ZM	350734.641737	7627533.815591	2477.708975	VA-1 / J-17	MT	11-600	1	1	2	1
3	Punto ZM	350800.097903	7627465.811789	2486.579498	VA-6 / J-17	MT	11-600	1	1	3	2
4	Punto ZM	350755.952442	7627464.66787	2486.5	J-8	BT	8.5-400	2	0	0	1
5	Punto ZM	350714.102957	7627444.61778	2486.420435	J-8	BT	8.5-400	2	0	0	2
6	Punto ZM	350675.257011	7627426.00669	2484.607568	J-17	BT	8.5-400	2	0	0	3
7	Punto ZM	350873.808783	7627585.18233	2481.166437	VA-1 / J-17D	MT	11-600	1	1	4	3
8	Punto ZM	350897.209666	7627353.23371	2482.852998	J-8	BT	8.5-400	1	0	0	4
9	Punto ZM	350920.350822	7627321.63969	2483.127888	J-8	BT	8.5-400	1	0	0	5
10	Punto ZM	350943.89975	7627289.49434	2481.964918	2VA-5	MT	11-800	1	1	5	6
11	Punto ZM	350940.712731	7627255.02992	2480.510251	J-8	BT	8.5-400	1	0	0	7
12	Punto ZM	350937.523521	7627220.56583	2477.933242	VA-1 / VA-5	MT	11-800	1	1	6	8
13	Punto ZM	350932.820162	7627170.08041	2470.940595	VA-1	MT	11-600	1	1	7	9
14	Punto ZM	350928.146779	7627119.59163	2458.762844	VA-1 / J-17D	MT	11-600	1	1	8	10
15	Punto ZM	350918.760787	7627019.16732	2444.282414	VA-1 / 2J-17	MT	11-E	1	1	9	11
16	Punto ZM	350905.604936	7627011.15014	2448.963075	J-17	BT	8.5-400	3	0	0	1
17	Punto ZM	350909.128273	7626914.75255	2437.171572	2VA-5	MT	11-E	10	1	10	1
18	Punto ZM	350973.478327	7627237.67574	2480.582485	J-8	BT	8.5-400	4	0	0	1
19	Punto ZM	351009.466756	7627254.79041	2481.304328	J-8 / J-17	MT	11-600	4	2	1	2
20	Punto ZM	351045.457723	7627271.9322	2478.838177	VA-2	MT	11-600	4	2	3	3
21	Punto ZM	351012.907592	7627230.04074	2478.089624	J-17	BT	8.5-600	5	0	0	1
22	Punto ZM	351094.629228	7627275.18041	2474.828978	J-8	BT	8.5-ET	4	0	0	4
23	Punto ZM	351134.508927	7627277.80866	2472.824305	VA-5 / J-17	MT	11-E	4	2	3	5
24	Punto ZM	351197.965197	7627281.96592	2478.430383	2J-17	BT	8.5-ET	4	0	0	6
25	Punto ZM	351234.469638	7627287.68892	2483.637473	J-8	BT	8.5-ET	4	0	0	7
26	Punto ZM	351272.800798	7627253.38568	2493.496959	J-8	BT	8.5-ET	4	0	0	8
27	Punto ZM	351309.482927	7627239.23812	2503.611828	2J-17	BT	8.5-ET	4	0	0	9
28	Punto ZM	351331.15282	7627206.21971	2507.308084	J-8	BT	8.5-ET	6	0	0	1
29	Punto ZM	351368.355455	7627243.80344	2518.299683	J-8	BT	8.5-ET	4	0	0	10
30	Punto ZM	351407.240384	7627246.77132	2527.764395	J-8	BT	8.5-ET	4	0	0	11

Figura 12. Datos tabulados en la geodatabase de forma clasificada

Fuente. Elaboración propia

- ⊙ Fotogrametría aérea georreferenciada de las zonas identificadas como críticas por donde atravesará la línea eléctrica. Se considera zona crítica los lugares donde existen pendientes muy pronunciadas, cruces de carreteras departamentales, nacionales e internacionales, zonas con excesiva vegetación, lugares poco accesibles, lugares donde no se cuente con imágenes satelitales o fotografías aéreas actualizadas y que sean de interés, zonas donde se presume que la red eléctrica afectará a propiedades privadas, entre otras.

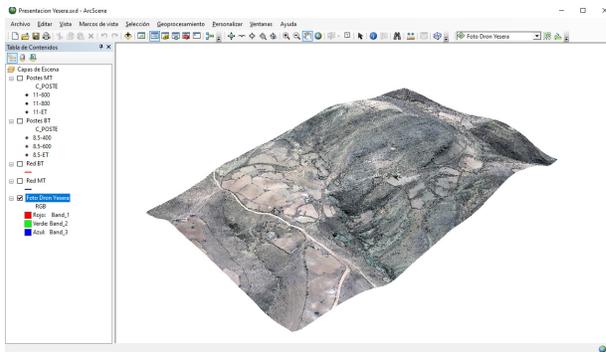


Figura 13. Fotogrametría aérea en zona de estudio (Parte 1)

Fuente. Elaboración propia

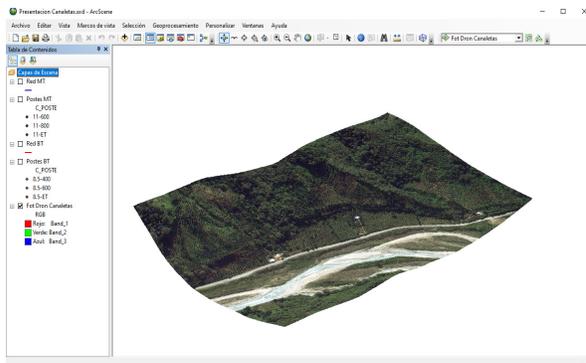


Figura 14. Fotogrametría aérea en zona de estudio (parte 2)

Fuente. Elaboración propia

- ⊙ Modelamiento en 3D de la red eléctrica media ya baja tensión en un área rural de la provincia cercado del departamento de Tarija, tomando en cuenta el cumplimiento

de estándares constructivos aprobados por el Ministerio de Energías.

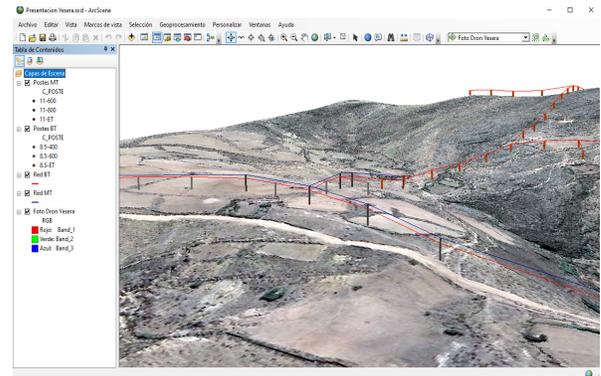


Figura 15. Modelamiento 3D red eléctrica de media y baja tensión

Fuente. Elaboración propia

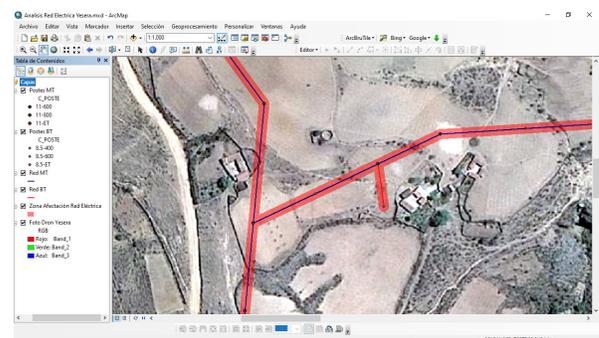


Figura 16. Zona de afectación red eléctrica (3 Mts. a ambos lados del eje de la línea)

Fuente. Elaboración propia

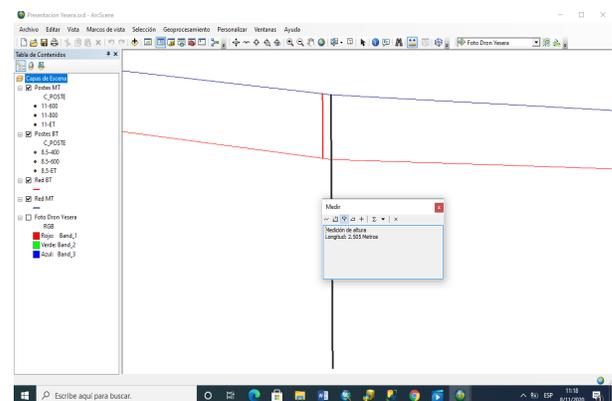


Figura 17. Medición distancia de aproximación de línea MT a línea BT (aproximación mínima 1.80 Mts.)

Fuente. Elaboración propia

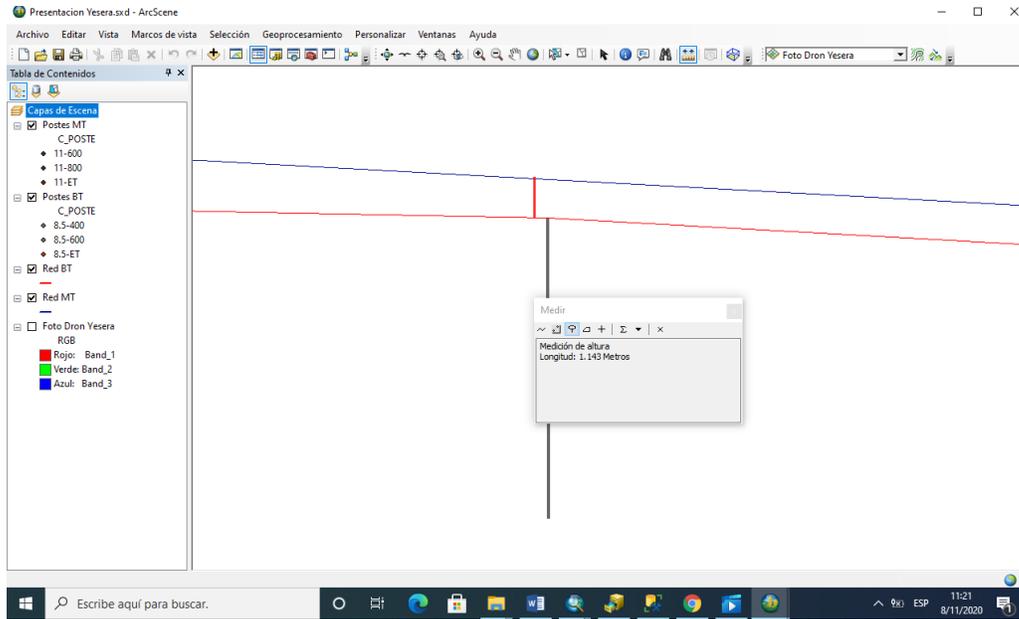


Figura18. Identificación de aproximación línea MT a línea BT fuera de norma (aproximación mínima 1.80 Mts.)

Fuente. Elaboración propia

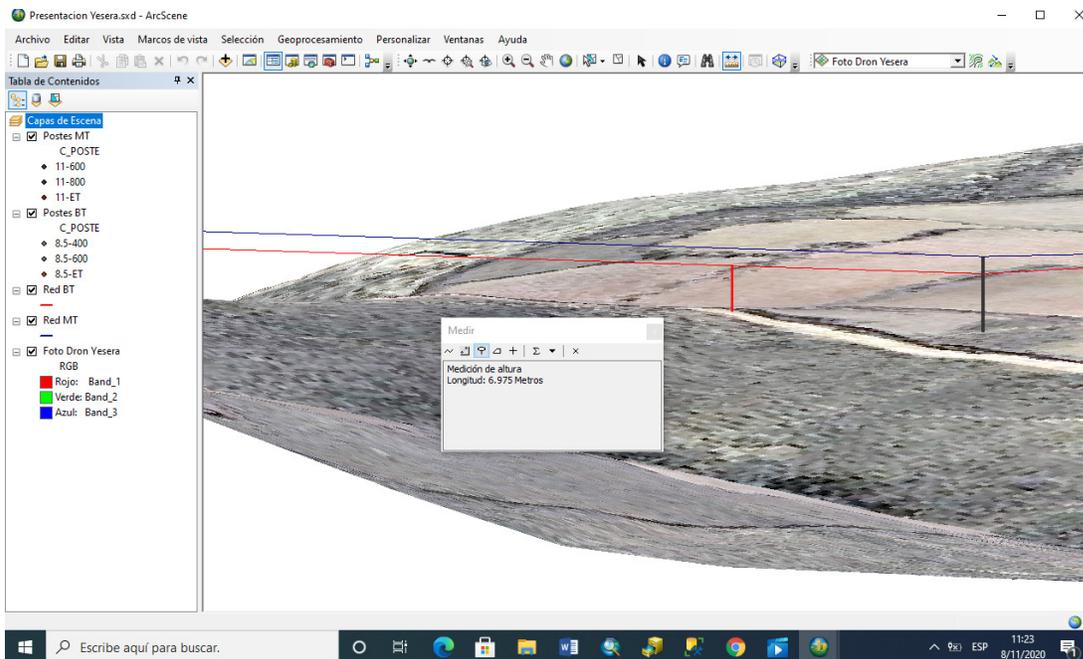
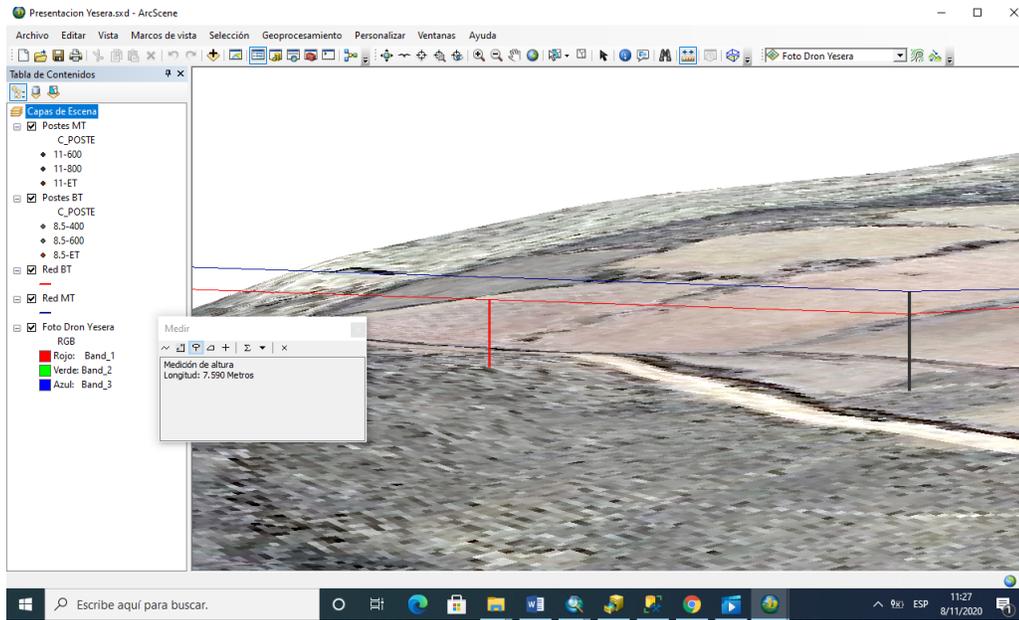
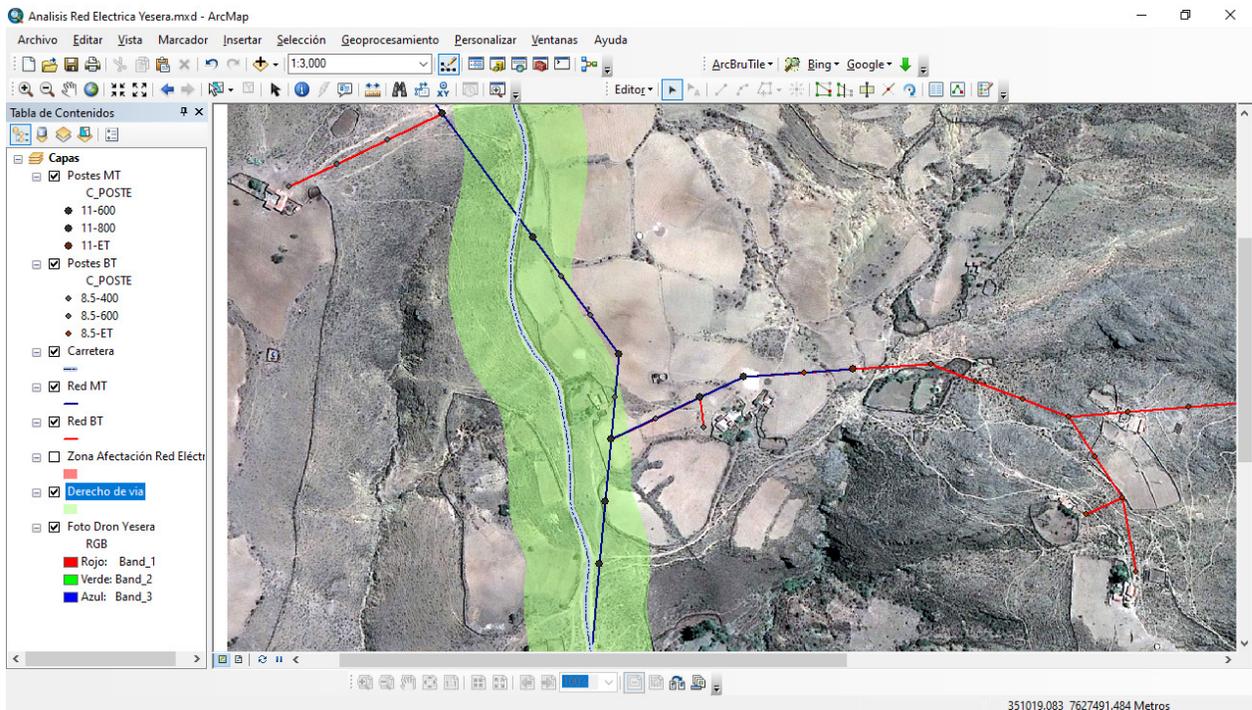


Figura 19. Verificación de altura de línea para cumplimiento de la norma de cruces de carretera

Fuente. Elaboración propia



**Figura 20.** Verificación de altura de línea desde el suelo para cumplimiento de la norma  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 21.** Verificación de cumplimiento de la norma para derecho de vía (50 Mts. del eje de la carretera)  
**Fuente.** Elaboración propia

## 10. CONCLUSIONES

- ⦿ El presente trabajo de investigación no pretende reemplazar a las actuales herramientas de diseño de redes eléctricas, sino convertirse en una herramienta complementaria en función a los objetivos planteados.
- ⦿ El hecho de contar con una geodatabase permite que los datos sean almacenados de manera segura y confiable, tomando en cuenta que estos se convierten en fuente de información para futuros proyectos relacionados con el área.
- ⦿ La fotogrametría aérea por Dron, se ha convertido en una técnica muy necesaria para la captura de fotografías aéreas georreferenciadas actualizadas de una zona de estudio y también de lugares poco accesibles para el ser humano.
- ⦿ El SIG permite modelar el mundo real de la red eléctrica tanto en media tensión como en baja tensión utilizando normativa aprobada por el Ministerio de Energías.
- ⦿ El SIG permite realizar un análisis detallado de todos los aspectos técnicos que se deben tomar en cuenta antes de construir una red de distribución de energía eléctrica, para evitar cometer errores técnicos en el proceso de construcción.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 Victor Olaya. (2012). Sistemas de Información Geográfica Tomo I y Tomo II.
- 🔖 Francisco Alonso Sarria, Universidad de Murcia, Temario de la Asignatura. (2013 - 2014). Sistemas de Información Geográfica.
- 🔖 [Anna Muñoz Bolas, Universidad Abierta de Cataluña. P07/89036/02928. Geodesia y Cartografía.
- 🔖 ESRI. (2012). Tutorial de Geodatabase.
- 🔖 ESRI. (2011). Building Geodatabases. California, USA.
- 🔖 José Antonio Sánchez Sobrino. (2006 - 2007). Introducción a la Fotogrametría.
- 🔖 Paul Reyes Ayala. (2011). Fotogrametría y Fotointerpretación.
- 🔖 Daniel Santos Clavero. (2014). Fotogrametría usando plataforma aérea UAV (Unmanned Aerial Vehicle).
- 🔖 Cooperativa Rural de Electrificación, Santa Cruz - Bolivia. (2020). Manual de Estructuras de Redes Aéreas de Distribución de Energía Eléctrica Compactas MT 10.5 kV – 14.4 / 24.9 kV y BT 220 - 380 V (Rev. 5).
- 🔖 Jacinto Santamaría Peña, Teófilo Sanz Méndez, Universidad de la Rioja. (2005). Manual de Prácticas de Cartografía y Topografía.
- 🔖 Romero Otero, Luciano. (2016). Sistemas de Información Geográfica y Electrificación Rural. Análisis, Desarrollo y Estudio de Caso co INTI-GIS.
- 🔖 CEFOSCA – UNSJ, Documentación de Cátedra. Proceso Fotogramétrico.
- 🔖 J. Armando Guevara, The Geonex Corporation. Esquema Metodológico para el Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfico.
- 🔖 Congreso Nacional de Bolivia, (1994). Ley de Electricidad Bolivia.
- 🔖 Angel Manuel Felcísimo. Modelo Digital de Elevaciones.

# ARTICULO 3

# RESPONDIENDO, ¿AL PORQUE? LOS CASOS DE USO SON EL HILO CONDUCTOR EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE CON RUP

Carmen Janeth Padilla Vedia

Departamento de Informática y Sistemas UAJMS

Tarija- Bolivia

*padillac555@gmail.com*

## 1. RESUMEN

Al realizar este artículo se trata de reflejar la relación intrínseca que existe entre los casos de uso y su presencia ineludible en las fases que conlleva la aplicación de la metodología RUP, la misma que es muy robusta y utilizada muy bien en pequeños, medianos y grandes proyectos de software.

Pretendemos hacer notar el impacto que tienen los casos de uso en el modelado, tratando de hacer resaltar la figura de hilo conductor durante el proceso, mostrando y resaltando la trazabilidad entre modelos y artefactos que se pueden utilizar con esta metodología RUP.

## 2. PALABRAS CLAVE:

RUP, CU, Fases, Flujos, Actividades, Trabajadores, Procesos, Realese, UML.

## 3. INTRODUCCIÓN

Desde hace tiempo se viene enfrentando el desarrollo de productos de software con metodologías tradicionales que permitían llevar adelante este proceso que en principio tenían características mayormente secuenciales, dada esta particularidad se fueron quedando obsoletas y fuimos pasando a otras tendencias como las orientadas a objetos a medida que los lenguajes de programación evolucionaban con estas particularidades.

Hoy en día los requerimientos son mayores por lo tanto hay que sustentarse en modelos que permitan enfrentar el proceso de desarrollo de forma que podamos satisfacer estas necesidades que cada día son más y más exigentes por los usuarios.

Atendiendo a esta situación es importante considerar en el proceso de desarrollo de software el trabajo coordinado de fases, etapas o como se denominen de acuerdo a la metodología empleada para su desarrollo. Lo cierto es que si enfrentamos un proceso de desarrollo de software aplicando la metodología RUP, la misma que tiene ciertas características fundamentales como el **“ser guiado por casos de uso”**, una de las características que en esta oportunidad queremos resaltar en esta metodología, y tratar de responder ¿el porque? Se consideran a los casos de uso como el hilo conductor del proceso de desarrollo en atención a las fases que comprende la metodología.

En la actualidad, la utilización de metodologías para el desarrollo de aplicaciones es casi imposible omitirla, debido a la gran necesidad de control de variables que conlleva el mismo desarrollo, y para la ordenada elaboración de las aplicaciones, por lo tanto, seguir metodologías y estándares nos llevan a estar en competitividad en todo momento. Es de suma importancia conocer el modo como se interrelacionan las fases que acompañan la me-

tecnología y su relación con los modelos que proporcionan UML.

## 4. PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE (RUP)

Las siglas RUP en inglés significa Rational Unified Process (Proceso Unificado de Rational) es un producto del proceso de ingeniería de software que proporciona un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización del desarrollo. Su meta es asegurar la producción del software de alta calidad que resuelve las necesidades de los usuarios dentro de un presupuesto y tiempo establecidos.

Es un proceso que de manera ordenada define las tareas y quién de los miembros del equipo de desarrollo las hará. Es una guía para usar UML.

RUP es el resultado de varios años de desarrollo y uso práctico en el que se han unificado técnicas de desarrollo, a través del UML, y trabajo de muchas metodologías utilizadas por los clientes.

Como RUP es un proceso, en su modelación define como sus principales elementos: Trabajadores, actividades, artefactos, flujo de actividades

### 4.1. Proceso de Desarrollo de Software según RUP

Un Proceso de Desarrollo de Software es la definición del conjunto de actividades que guían los esfuerzos de las personas implicadas en el proyecto, a modo de plantilla que explica los pasos necesarios para terminar el proyecto<sup>2</sup>. En la fig. 1 se indica que este conjunto de actividades, en el proceso de desarrollo de software que proponen Jacobson, Rumbaugh y Booch, tiene la misión de transformar los requerimientos del usuario en un producto de software; de manera que los integrantes del equipo y todo aquel que pueda estar interesado en el producto final, tenga la misma visión y no ocurra cuando no se aplica un proceso de desarrollo (fig. 2).



Fig. 1 Proceso de desarrollo de software

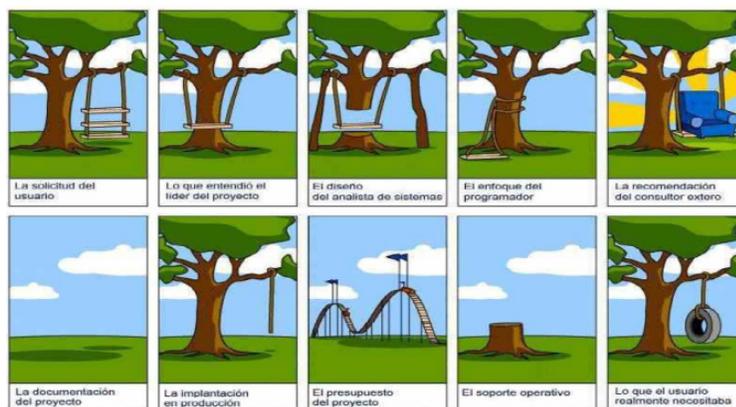


Fig. 2 Visiones del producto final

#### 4.1.1. RUP tiene dos dimensiones

- ⊙ El eje horizontal representa tiempo y demuestra los aspectos del ciclo de vida del proceso.
- ⊙ El eje vertical representa las disciplinas, que agrupan actividades definidas lógicamente por la naturaleza.
- ⊙ La primera dimensión representa el aspecto dinámico del proceso y se expresa en términos de fases, de iteraciones, y la finalización de las fases.
- ⊙ La segunda dimensión representa el aspecto estático del proceso: cómo se describe en términos de componentes de proceso, las disciplinas, las actividades, los flujos de trabajo, los artefactos, y los roles. En la fig. 3 se puede observar como varía el énfasis de cada disciplina en un cierto plazo en el tiempo, y durante cada una de las fases. Por ejemplo, en iteraciones tempranas, pasamos más tiempo en requerimientos, y en las últimas iteraciones pasamos más tiempo en poner en práctica la realización del proyecto en si.

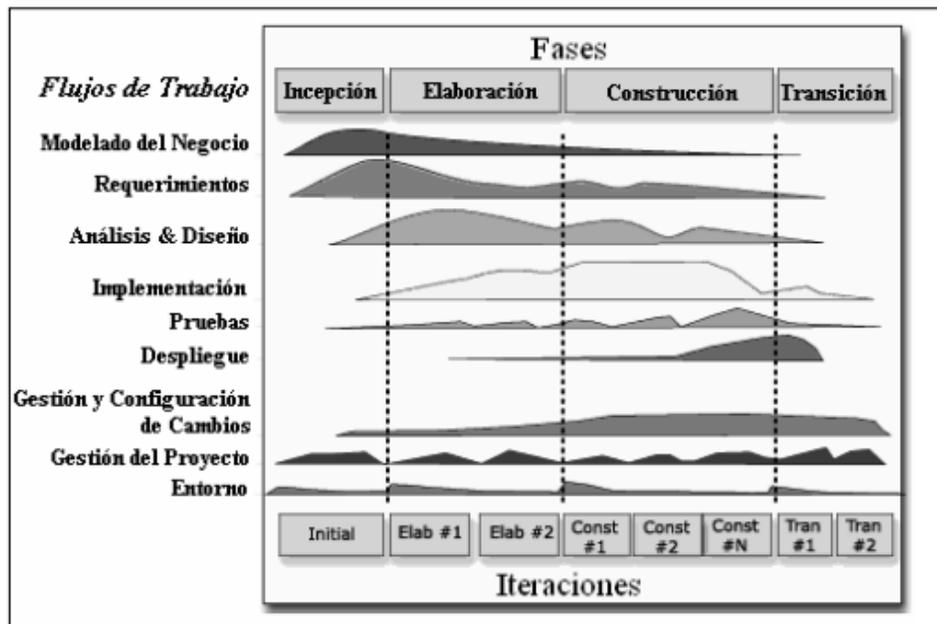


Fig. 3 Disciplinas, fases iteraciones

#### 4.1.2. El ciclo de vida de RUP se caracteriza por:

- ⊙ Dirigido por casos de uso

Los Casos de Uso son una técnica de captura de requisitos que fuerza a pensar en términos de importancia para el usuario y no sólo en términos de funciones que sería bueno contemplar. Se define un Caso de Uso como un fragmento de funcionalidad del sistema que proporciona al usuario un valor añadido. Los Casos de Uso representan los requisitos funcionales del sistema. En RUP los Casos de Uso no son sólo una herramienta para especificar los requisitos del sistema. También guían su diseño, implementación y prueba. Los Casos de Uso constituyen un elemento integrador y una guía del trabajo como se muestra en la Fig.4

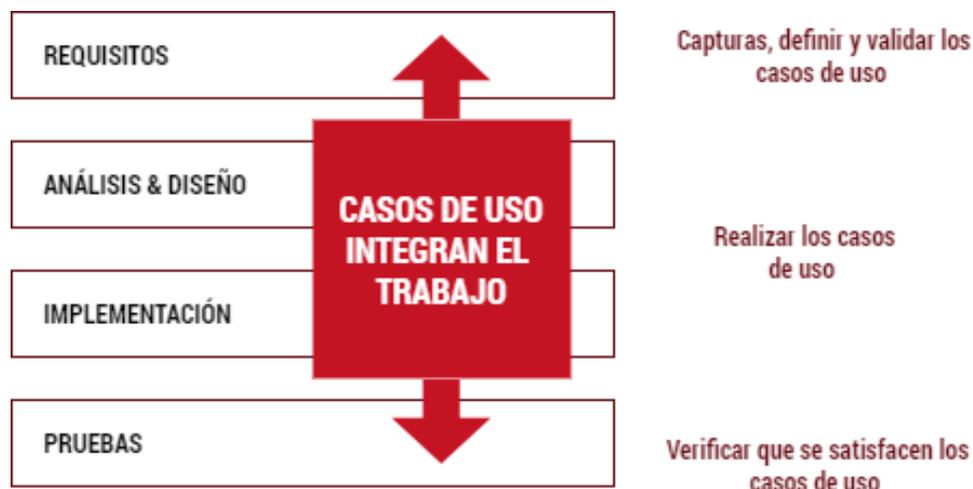


Fig.4 Los casos de uso integran y guían el proceso de desarrollo

#### ⦿ Centrado en la arquitectura

La arquitectura muestra la visión común del sistema completo en la que el equipo de proyecto y los usuarios deben estar de acuerdo, por lo que describe los elementos del modelo que son más importantes para su construcción, los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente. RUP se desarrolla mediante iteraciones, comenzando por los CU relevantes desde el punto de vista de la arquitectura.

#### ⦿ Iterativo e Incremental

Los flujos de trabajo se desarrollan en cascada, RUP propone que cada fase se desarrolle en iteraciones. Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros.

Aunque cada iteración tiene que proponerse un incremento en el proceso de desarrollo, todas deben aportar al principal resultado de la fase en la que se desarrolla.

### 4.1.3.Fases de RUP

Presenta 4 fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición

#### ⦿ **Conceptualización (Concepción o Inicio):**

Se describe el negocio y se delimita el proyecto describiendo sus alcances con la identificación de los casos de uso del sis-

tema.

⦿ **Elaboración:** Se define la arquitectura del sistema y se obtiene una aplicación ejecutable que responde a los casos de uso que la comprometen. A pesar de que se desarrolla a profundidad una parte del sistema, las decisiones sobre la arquitectura se hacen sobre la base de la comprensión del sistema completo y los requerimientos (funcionales y no funcionales) identificados de acuerdo al alcance definido.

⦿ **Construcción:** Se obtiene un producto listo para su utilización que está documentado y tiene un manual de usuario. Se obtiene 1 o varios release del producto que han pasado las pruebas. Se ponen estos release a consideración de un subconjunto de usuarios.

⦿ **Transición:** El release ya está listo para su instalación en las condiciones reales. Puede implicar reparación de errores.

Estas fases están relacionadas con 7 flujos fundamentales los cuales son:

- ⦿ Modelamiento del negocio: Describe los procesos de negocio, identificando quiénes participan y las actividades que requieren automatización.
- ⦿ Requerimientos: Define qué es lo que el sis-

tema debe hacer, para lo cual se identifican las funcionalidades requeridas y las restricciones que se imponen.

- ⦿ Análisis y diseño: Describe cómo el sistema será realizado a partir de la funcionalidad prevista y las restricciones impuestas (requerimientos), por lo que indica con precisión lo que se debe programar.
- ⦿ Implementación: Define cómo se organizan las clases y objetos en componentes, cuáles nodos se utilizarán y la ubicación en ellos de los componentes y la estructura de capas de la aplicación.
- ⦿ Prueba (Testeo): Busca los defectos a lo largo del ciclo de vida.
- ⦿ Instalación: Produce release del producto y realiza actividades (empaquete, instalación, asistencia a usuarios, etc.) para entregar el software a los usuarios finales.
- ⦿ Administración del proyecto: Involucra actividades con las que se busca producir un producto que satisfaga las necesidades de los clientes.
- ⦿ Administración de configuración y cambios: Describe cómo controlar los elementos producido por todos los integrantes del equipo de proyecto en cuanto a: utilización/actualización concurrente de elementos, control de versiones, etc.
- ⦿ Ambiente: Contiene actividades que describen los procesos y herramientas que soportarán el equipo de trabajo del proyecto; así como el procedimiento para implementar el proceso en una organización.

En estos flujos de trabajo podemos utilizar el lenguaje de modelado UML

#### 4.1.4. Lenguaje Unificado de Modelado

UML es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software, este lenguaje abarca actividades tales como:

- ⦿ Visualizar

Lenguaje gráfico con una semántica bien definida que estandariza la modelación durante el proceso de desarrollo del software para que sea legible por todo el equipo de proyecto.

- ⦿ Especificar

Se construyen modelos precisos, no ambiguos y completos.

- ⦿ Documentar

Permite describir requerimientos, la arquitectura y modelar las pruebas a través de artefactos que permiten documentar el proceso.

- ⦿ Construir

No es un lenguaje de programación, pero sus modelos pueden transformarse en código fuente, tablas o al almacenamiento de objetos (Generación directa del código).

## 5. LOS CU COMO GUÍA DEL PROCESO DE DESARROLLO EN LAS FASES DE RUP, ¿EL POR QUÉ DE ESTA ASEVERACIÓN

El ciclo de vida consiste en una serie de ciclos, cada uno de los cuales produce una nueva versión del producto, cada ciclo está compuesto por fases y cada una de estas fases está compuesta por un número de iteraciones en las cuales están presentes los CU como guía del procesos en general, lo cual veremos de resaltar en esta oportunidad, a través de las actividades concretas a realizar en cada fase y los flujos de trabajo asociados a los CU

### Fase1. Inicio

Los especialistas saben que esta fase está dirigida a :

- ⦿ Definir el ámbito y objetivos del proyecto como actividad de mayor impacto , en esta oportunidad podemos utilizar una notación gráfica y una colección de elementos que nos permiten dibujar grafos que nosotros llamamos a cada uno de estos nodos CU, los que permitirán entender el problema como también definir los objetivos para tal fin. Fig.5

- Definir el modelo del negocio utilizando CU de negocio el primer paso del modelado del negocio consiste en capturar los procesos de negocio de la organización bajo estudio. La definición del conjunto de procesos del negocio es una tarea crucial, ya que define los límites del proceso de modelado posterior. De acuerdo con el concepto de objetivo estratégico

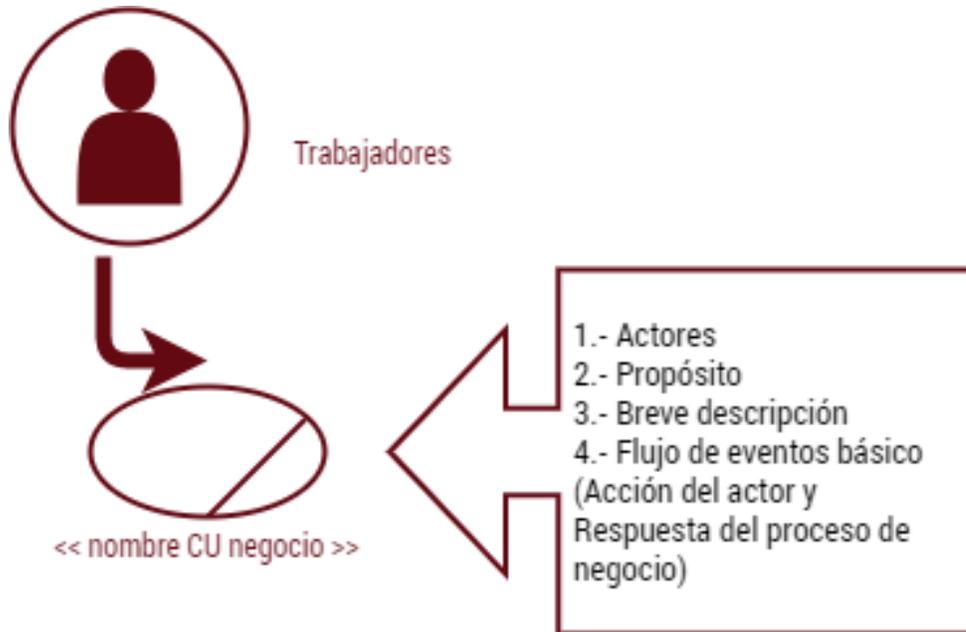


Fig.5 Esqueleto para la especificación del caso de uso de negocio y su relación con el CU de negocio

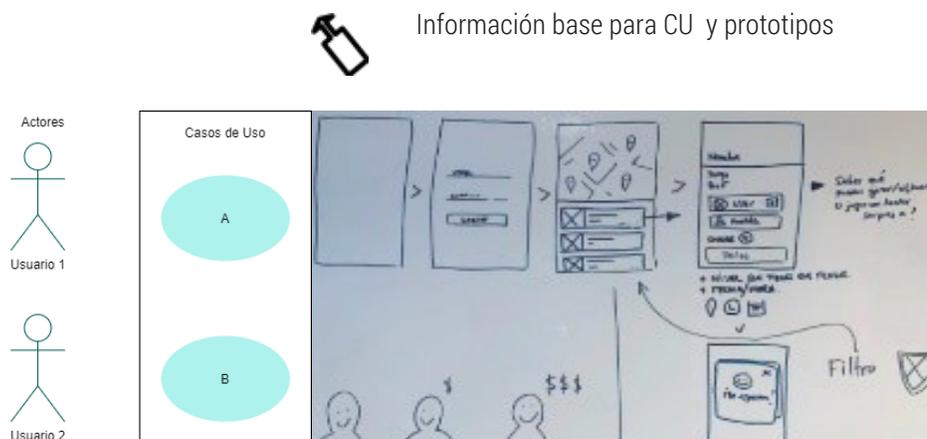


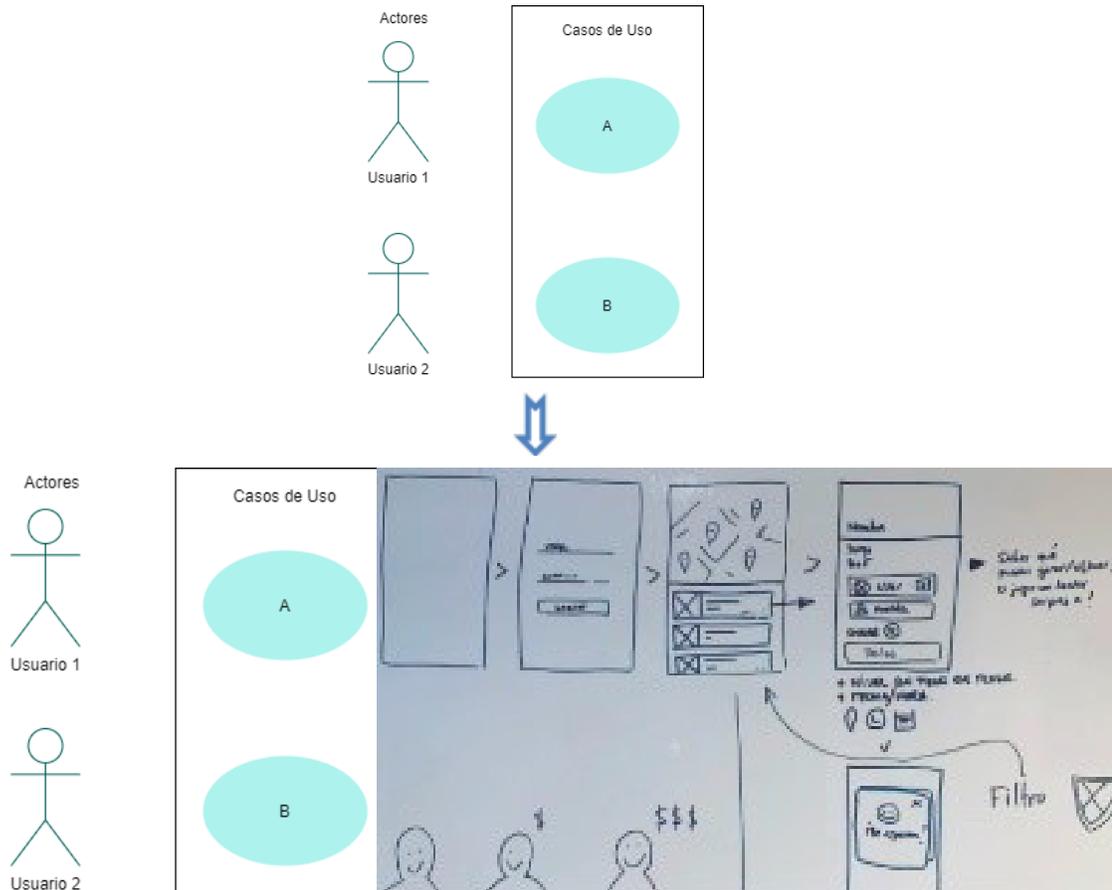
Fig. 6 casos de uso

Casos de uso Fig. 6 y prototipos exploratorios para probar conceptos o la arquitectura candidata y como podemos apreciar de manera gráfica la relación existente desde las etapas iniciales de los CU con los demás artefactos de UML.

**Fase 2. Elaboración**

- Tanto la funcionalidad como el dominio del problema se estudian en profundidad

- Se define una arquitectura básica Fig. 7
- Se planifica el proyecto considerando recursos disponibles



Cada iteración resulta en un release ejecutable

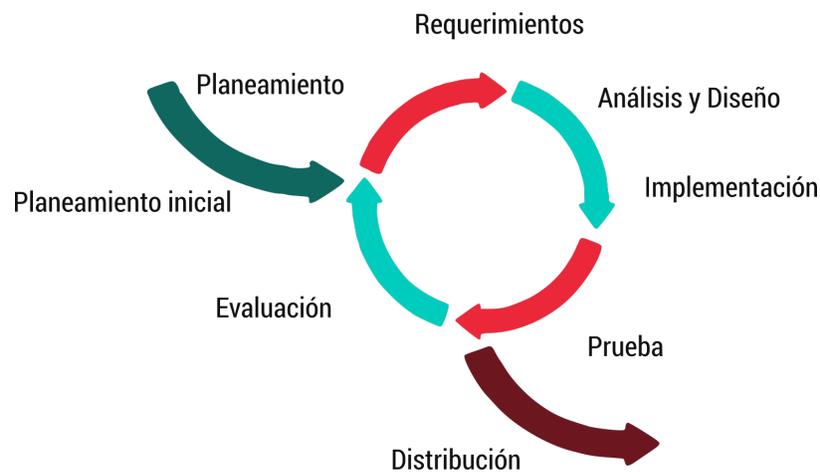


Fig. 7 Refinando el modelo de CU e iterando

Especifican el dominio en contraste con los requerimientos funcionales, permitiendo trabajar las siguientes vistas, a través de las que podemos evidenciar la presencia de los CU como hilo conductor del proceso de desarrollo.

- ⊙ Vista guion de uso (estructurar el modelo guion de uso, detallar el guion de uso, identificar ideas de prueba, revisar requisitos y completar )
- ⊙ Requisitos -> Analizar el problema-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Requisitos -> conocer las necesidades del interesado-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Requisitos -> Definir el sistema -> Modelos de casos de uso
- ⊙ Requisitos -> Gestionar el ámbito del sistema -> Modelo de casos de uso
- ⊙ Requisitos-> Perfeccionar la definición del sistema-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Requisitos-> Gestionar cambios de requisitos-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño ->definir una arquitectura candidata-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño-> Realizar la síntesis arquitectónica ->Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño->Perfeccionar la arquitectura ->Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño -> Diseñar la base de datos-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño -> Analizar el comportamiento-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Análisis y diseño-> Componentes de diseño ->Modelo de casos de uso
- ⊙ Vista lógica (Diagramas de clase, máquinas de estado y diagramas de objeto)
- ⊙ Vista de implementación(con una visión general)
- ⊙ Vista de procesos (describe las tareas en procesos y hebras)

- ⊙ Vista de despliegue (considera los procesos)

### Fase 3. Construcción

- ⊙ El producto se desarrolla a través de iteraciones donde cada iteración involucra tareas de análisis, diseño e implementación
- ⊙ Las fases de estudio y análisis sólo dieron una arquitectura básica que es aquí refinada de manera incremental conforme se construye (se permiten cambios en la estructura)
- ⊙ Gran parte del trabajo es programación y pruebas , como complementar los requerimientos faltantes
- ⊙ Se documenta tanto el sistema construido como el manejo del mismo
- ⊙ Esta fase proporciona un producto construido junto con la documentación donde podemos distinguir la presencia de los CU y artefactos relacionados para ejecutar las actividades de esta fase:
- ⊙ Prueba-> Mejorar los activos de prueba-> Modelo de casos de uso
- ⊙ Prueba -> Definir la misión de evaluación->Modelo de casos de uso
- ⊙ Prueba -> Probar y evaluar-> Modelo de casos de uso

### Fase 4. Transición

- ⊙ Se libera el producto y se entrega al usuario para un uso real después de que se haya pasado por las pruebas de aceptación en las que se basaron en los CU expresados a través de los requerimientos.
- ⊙ Se incluyen tareas de marketing, empaquetado atractivo, instalación, configuración, entrenamiento, soporte, mantenimiento, y sobre todo
- ⊙ Los manuales de usuario se completan y refinan con la información anterior

## 6. CONCLUSIONES

El Modelo de casos de uso debe ser un medio de comunicación que puede servir como contrato entre el cliente, los usuarios y los desarrolladores del sistema sobre la funcionalidad del sistema, que permite:

- Que los clientes y usuarios validen que el sistema se convierta en lo que esperaban.
- Que los desarrolladores del sistema construyan lo que se espera.

Cada caso de uso del modelo se describe detalladamente, mostrando paso a paso el modo en que el sistema interactúa con los actores y lo que el sistema hace en el caso de uso. Los casos de uso funcionan como hebra unificadora en todo el ciclo vital del software; el mismo modelo de caso de uso se utiliza en el análisis, diseño, implementación y prueba del sistema.

Por esta razón no podemos dejar de lado los caso de uso que en RUP son una de las características del modelo.

De manera gráfica y resumida podemos notar como el modelo de casos de uso esta presente como hilo conductor del proceso de desarrollo en la metodología RUP. Fig.8

Modelo que se va robusteciendo a medida que avanzamos en el proyecto, gracias a la particularidad de RUP que es iterativo e incremental

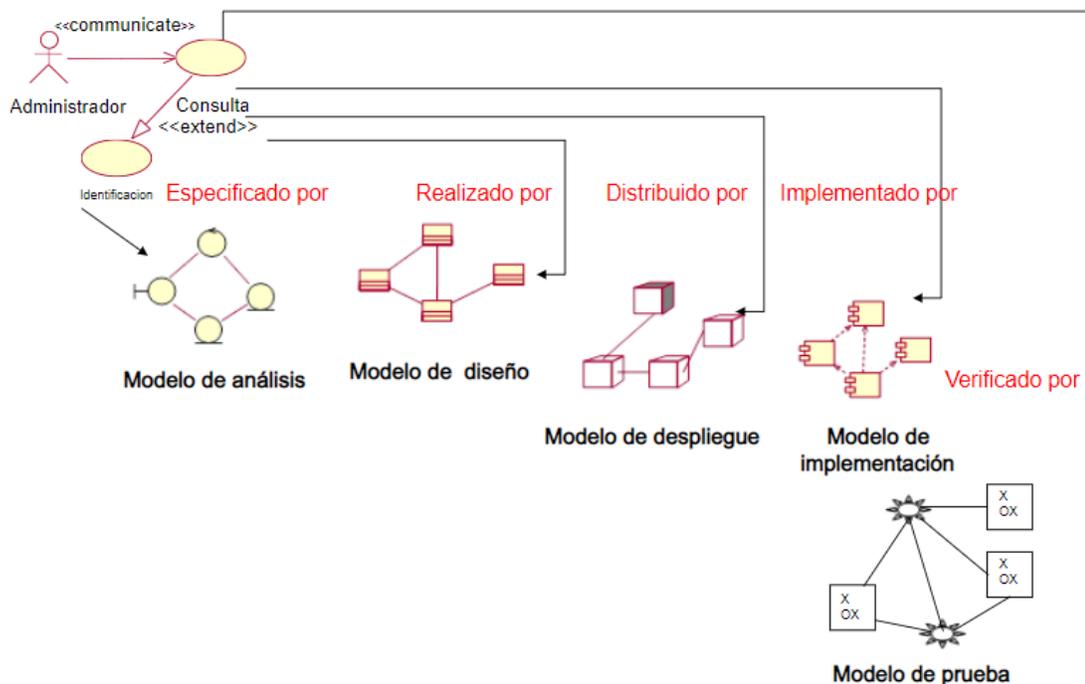


Fig. 8 El porque los CU guían el proceso de desarrollo

Modelo de Análisis: en este modelo está incluido el modelo de requisitos como primer actividad del desarrollo del sistema, razón por la cual iniciamos presentando un resumen preliminar de las necesidades que sirven como punto de partida para comprender los requisitos del sistema expuesto por el cliente o identificados por el especialista.

En este modelo nos ocupamos de evolucionar el modelo de requisitos con el fin de lograr una especificación final a desarrollar, actividad que podemos modelar empleando casos de uso, los que componen una secuencia de eventos iniciada por un usuario. Una vez establecida la funcionalidad propia del sistema por medio de los Casos de

Uso, cada caso de uso define una clase o forma particular de usar el sistema, mientras que cada ejecución del caso de uso se puede ver como una instancia del mismo. Todas estas instancias de los casos de uso conocidas como escenarios son los que permiten trabajar el modelo de interfaces describiendo la presentación de información entre los actores y el sistema.

Con esta información ya podemos plantear el modelo del dominio del problema, definiendo un modelo de clases para todos los involucrados en el modelo de requisitos, de forma que se genere una base común de entendimiento del desarrollo.

Cuando hayamos aceptado el modelo de requisitos iniciamos con el desarrollo del modelo de análisis siguiendo el modelo de casos de uso, cuyo objetivo es comprender y generar una arquitectura de objetos para el sistema con base en lo especificado en el modelo de requisitos que sirve como base para el modelo de diseño

Modelo de diseño: en este modelo refinamos y formalizamos el modelo de análisis, donde se toma en cuenta los requisitos expresados a través de casos de uso para formalizar un ambiente de implementación, obteniendo en este modelo el diseño de las especificaciones bien detalladas de todos los objetos (operaciones, atributos) siendo la información base suficientemente formal para alcanzar el código fuente. Razón por la cual se realiza las refinaciones de los objetos que resultaron de los casos de uso validando así los resultados de los modelos anteriores de requisitos y análisis.

Modelo de implementación: toma el resultado del modelo de diseño para generar el código final, considerando que las decisiones mayores ya fueron tomadas en los modelos anteriores, una vez que se ha especificado la programación se procede a generar los diagramas de clase para el sistema completo, sirviendo así como apoyo visual al proceso de programación.

Modelo de pruebas: aunque las pruebas son relativamente independientes de la metodología de desarrollo empleada, sin embargo esta etapa debe ser planificada con anticipación y de manera integral junto con el desarrollo del sistema. Esto nos permite una verificación y validación, en el primer caso se revisa si el resultado corresponde a la especificación del sistema y determinar si

se esta construyendo el sistema de manera correcta y el segundo caso de revisa si el resultado es lo que realmente quiere el cliente. La validación se basa en los modelos de casos de uso a través de los prototipos que deben ser aprobados por el cliente para determinar si realmente corresponden a la funcionalidad deseada.

De esta manera podemos notar en los diferentes modelos, la presencia de los casos de uso y en otras como información referencial, destacándose de esta forma como hilo conductor en el proceso de desarrollo con la metodología RUP.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❑ Avionics Software Engineering. Requirements [1998]
- ❑ Booch, Grady, Jacobson, Ivar y Rumbaugh, James. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, España: Pearson Educación, 2007. 688 p
- ❑ Booch, G.: Rumbaugh, J. y Jacobson, I.; "El Lenguaje Unificado de Modelado". 2000. Addison-Wesley.
- ❑ Sommerville Ian, 2005, "Ingeniería del Software", Séptima edición, México DF, Editorial Pearson.
- ❑ Pressman, Roger S. 2006, "Ingeniería del Software: Un enfoque práctico", Sexta edición, México
- ❑ Pressman, Roger; Ingeniería de software. Un enfoque práctico. 2002. McGraw.Hill/Interamericana de España.
- ❑ Sommerville I. Ingeniería del Software, setp. Edición. Madrid 2005

### 7.1. Páginas Web y URL

- ❑ IEEE Std 610.12-1990, "IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology",
- ❑ [http://standards.ieee.org/reading/ieee/std\\_public/description/se/610.12-1990\\_desc.html](http://standards.ieee.org/reading/ieee/std_public/description/se/610.12-1990_desc.html)
- ❑ <http://www.Kpiusa.com/ReadingRoom> Reading

# ARTICULO 4

# CONTRIBUCIÓN DE LAS TIC EN EL DIAGNÓSTICO Y LA CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD HIDROGÁFICA 858961 DE LA CUENCA CAMACHO

Paz Ramírez Silvana Sandra,  
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho  
spazramirez@gmail.com

Jauregui Rodriguez Evelin del Carmen<sup>1</sup>, Castillo Vergara Adrian<sup>2</sup> Serrano Pacheco Martha<sup>3</sup>  
Soto Choque Ariel Vicmar<sup>4</sup>

## 1. RESUMEN

El presente artículo presenta la contribución de las TIC en el diagnóstico y caracterización de la Unidad Hidrográfica 858961 - Cuenca Camacho en la Comunidad La Higuera - Municipio de Uriondo - Provincia José María Avilés - Dpto. de Tarija.

En este artículo se presenta una parte del estudio correspondiente a la propuesta de proyecto de Mejoramiento de la Infraestructura Productiva La Higuera con enfoque de cuenca, para elaborar dicha propuesta, se ha partido de un diagnóstico y caracterización de la Unidad Hidrográfica 858961 que es el tema que nos ocupa. Acerca de las herramientas TIC utilizadas se detallan sus características esenciales, aplicación en el estudio, su contribución y los resultados obtenidos.

Entendemos por herramientas TIC los SIG (Sistemas de Información Geográficos), las planillas electrónicas, software para cálculos matemáticos, bases de datos de acceso libre y Google Maps entre otros. Se presentan los resultados principales del diagnóstico y caracterización de la cuenca La Higuera reflejados en las características biofísicas, socioeconómicas, uso de suelos, relieve, morfometría, clima y disponibilidad de fuentes de agua

## 2. PALABRAS CLAVE.

Sistemas de Información Geográficos, ArcGIS, TIC, Comu-

nidad La Higuera, Caracterización, Diagnóstico.

## 3. INTRODUCCIÓN

El problema identificado en la Cuenca La Higuera es el uso mínimo que se está dando al actual canal principal de riego, debido a que existen deficiencias hidráulicas de algunas obras para el riego. El agua que es encauzada por los canales de servicio ya sea principal y secundario de tierra para regar sus parcelas, provoca erosión en el terreno, además presenta una baja eficiencia y evita realizar una proyección agrícola sostenible.

Este artículo proporciona una referencia útil para los profesionales que trabajan en el manejo de los recursos hídricos aplicando las TIC como herramientas de apoyo al análisis de áreas de interés, comprensión y sistematización de datos sobre todo en la etapa de caracterización y diagnóstico.

No es el objetivo del presente artículo describir el procedimiento realizado para obtener el detalle del estudio hidrológico de la cuenca La Higuera, aspecto no menos importante que lo que nos ocupa ahora por lo que no se detalla el procedimiento ni los resultados referentes a el análisis estadístico de la utilización de datos pluviométricos, la generación de isoyetas e isolíneas, mapas de precipitación y temperatura media, cálculos de evapotrans-

<sup>1,2,3</sup> Diplomado Gestores de Cuenca UAGRM - CATIE <sup>4</sup> Universidad San Francisco Xavier Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria.

piración potencial, balance hídrico mensual aplicando el diagrama Ombrotérmico y determinación del escurrimiento. Se ha aplicado el Método TURC, Método Penman Monteith, cálculo de Kc con la metodología FAO, cálculo de precipitación efectiva (Pe) mediante el sistema ABRO. La oferta potencial de agua se ha elaborado en base a datos obtenidos de SENAMHI así como la identificación de estaciones meteorológicas más cercanas y fuentes de datos pluviométricos y de precipitación. El Proceso de corrección de información ha sido realizado a través de sistemas informáticos Rstudio, Rclimindex y Decade.

El uso de planillas electrónicas para el análisis e interpretación de los datos del estudio ha sido muy importante así como el uso del sistema de información geográfico ArcGis y las fuentes de datos del Viceministerio de Riego, SIASAR, INE, SENAMHI, SISMET entre otras herramientas.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Recursos y herramientas

Para realizar la caracterización y diagnóstico de la zona en estudio Unidad Hidrográfica 858961 se aplicó un enfoque de gestión integral de recursos hídricos, la clasificación de cuencas con la metodología Otto Pfafstetter desde el nivel 1 al 6 y el apoyo de herramientas TIC mencionadas en el anterior punto.

La caracterización de la zona en estudio implica identificar superficies, límites, clima, fisiografía, uso agrícola y agropecuario, suelos sin uso, principales usos del agua y ubicación de fuentes de agua. Entre los recursos y herramientas TIC que apoyaron la obtención de dicha información podemos mencionar:

### 4.2. Bases de datos y Herramientas del VRHR

(Viceministerio de Agua y Medio Ambiente Bolivia) <https://datos.siarh.gob.bo/>

### 4.3. Mi riego. Más Inversión para riego.

Institución que coadyuva a mejorar los ingresos agrarios de las familias rurales de Bolivia, incrementando la superficie agrícola bajo riego, a través de la coordinación interinstitucional, administración general, ejecución, se-

guimiento y monitoreo de programas y proyectos asignados por el MMAYA. <https://www.miriego.gob.bo/>

### 4.4. SIASAR (Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural)

Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural - es una iniciativa conjunta iniciada por los gobiernos de Honduras, Nicaragua y Panamá cuyo objetivo estratégico es contar con una herramienta de información básica, actualizada y contrastada sobre los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento rural existente en un país. El sistema SIASAR es abierto y está preparado para su aplicación en más países con un contexto de agua y saneamiento rural similar al de los países iniciales de SIASAR (bajos niveles de cobertura, auto-sostenibilidad limitada, poca información, etc) <https://globalsiasar.org/es/paises/bolivia>

### 4.5. Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia (CDNRB).

Contiene información para uso científico, académico, y planificación tanto a nivel nacional como internacional para la investigación, planificación, e inversión en el área de recursos naturales en Bolivia. [http://cdnrbolivia.org/sitios\\_de\\_interes\\_es.htm](http://cdnrbolivia.org/sitios_de_interes_es.htm).

### 4.6. 2.5 Censo de Población y Vivienda 2012. Instituto Nacional de Estadística.

<https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-banco-de-datos/censos/>

### 4.7. Censo Agropecuario 2013, Instituto Nacional de Estadística.

<http://sice.ine.gob.bo/censofichacna/>

### 4.8. SISMET Base de datos Sistema Meteorológico del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología).

El SENAMHI es una entidad rectora de la actividad meteorológica, hidrológica y actividades afines; como institución técnico científica presta servicios especializados que contribuyen al desarrollo sostenible del Estado Plurinacional de Bolivia; proporciona información hidrometeorológica a todos los usuarios de la información, a los sistemas medioambientales para el ciudadano de la Madre

Tierra; en el ámbito nacional e internacional, participa en la vigilancia atmosférica mundial junto a entidades afines; a nivel nacional coadyuva en la gestión de riesgos para la prevención y mitigación de desastres; miembro de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) con representación internacional en su actividad <http://senamhi.gob.bo/index.php/sismet>

2.8 DesInventar. Es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Incluye Metodología (definiciones y ayudas para el manejo de datos), Estructura de base de datos flexible, Software para alimentación de la base de datos, Software para consulta de los datos (no limitado a un número predefinido de consultas), con opciones de selección de los criterios de búsqueda y presentación de resultados en diversos consolidados: Mapas, Gráficos y datos.

<https://www.desinventar.org/>

#### 4.9. W3 Trópicos Base de colecciones de la vegetación y ecosistemas de la cuenca.

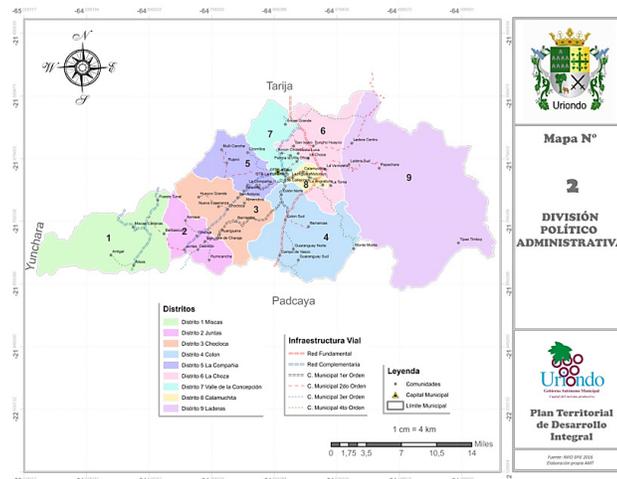
<https://www.tropicos.org/home>

#### 4.10. ARCGIS.

Es un completo sistema que permite crear y utilizar sistemas de información geográfica. Está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web. Entre sus funciones principales podemos mencionar las siguientes: recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Los mapas que se crearon en este estudio, muestran información y al mismo tiempo permiten utilizarla para la consulta, análisis, planificación y administración, permiten visualizar, explorar, analizar y actualizar información geográfica, realizar análisis y modelado a fin de resolver problemas específicos, visualizar y realizar un seguimiento del estado, permitir la entrada y la compilación de datos y dar a conocer ideas, planes y diseños.

### 5. RESULTADOS

En general, se han identificado superficies, límites, clima, fisiografía, uso agrícola y agropecuario, suelos sin uso, principales usos del agua y ubicación de fuentes de agua de la comunidad La Higuera para poder realizar la caracterización y diagnóstico presentado.



Ver la siguiente página

**5.1. Caracterización biofísica**

**5.1.1. Ubicación de distritos de la Cuenca del Río Camacho.**

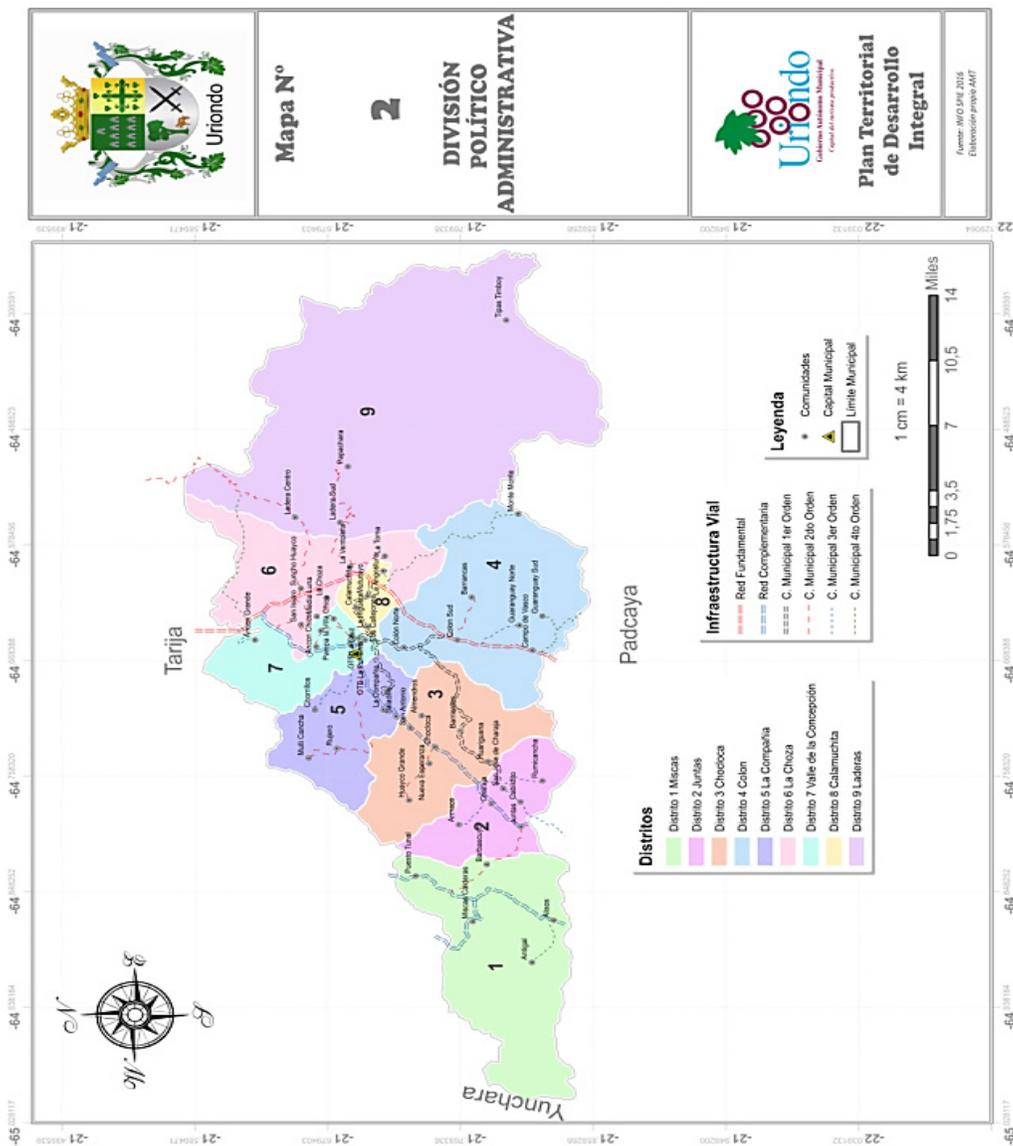


Figura 1. Distritos de la Cuenca

### 5.1.2. Ubicación Hidrográfica Nivel 1 a 5

Según la clasificación nacional de cuencas a nivel 5 en el marco de aplicación de la metodología de Otto Pfafstetter el Área del Proyecto del Río Camacho, se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica 85896.

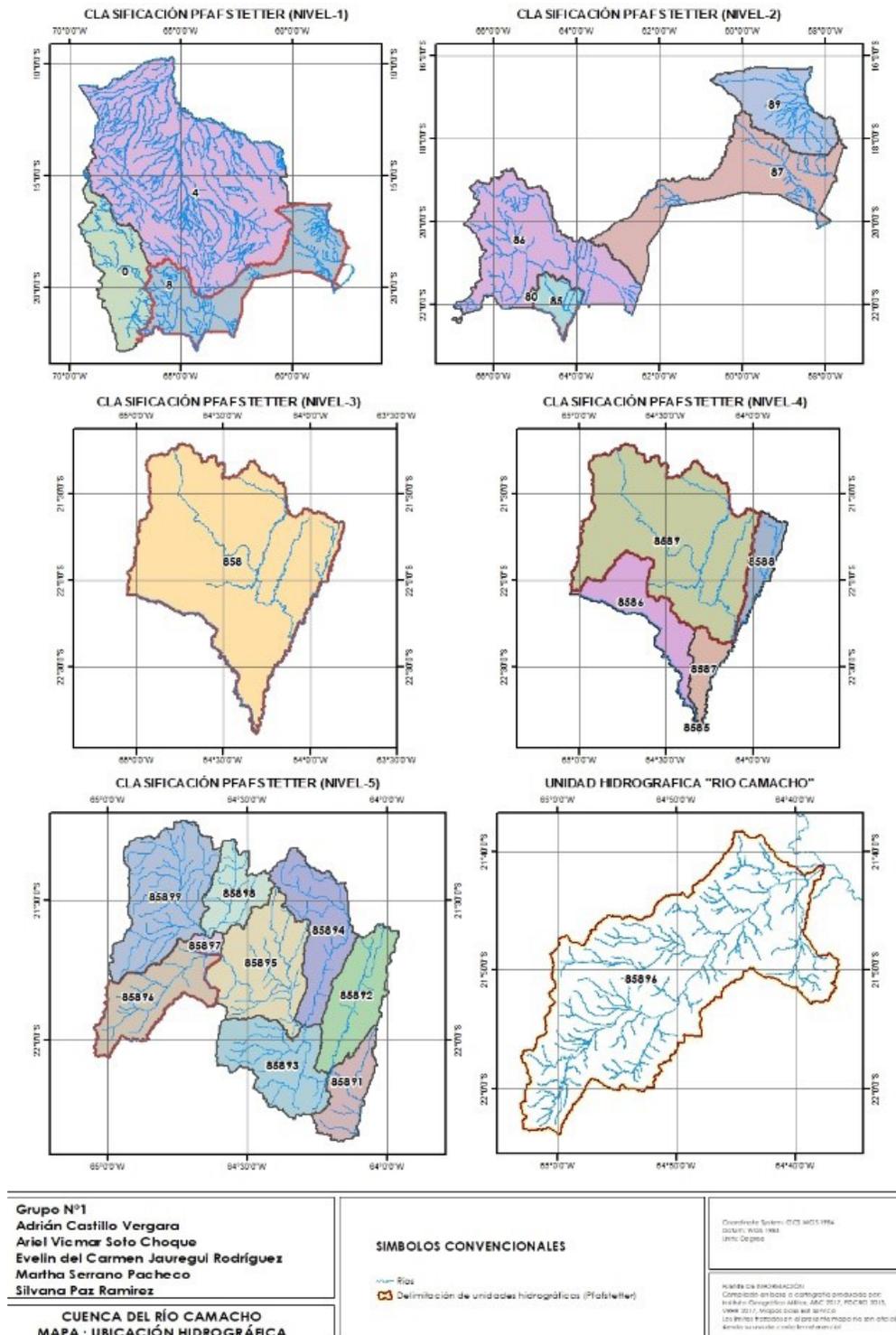


Figura 2. Ubicación Hidrográfica Nivel 5

5.1.3. Ubicación Hidrográfica Nivel 6.

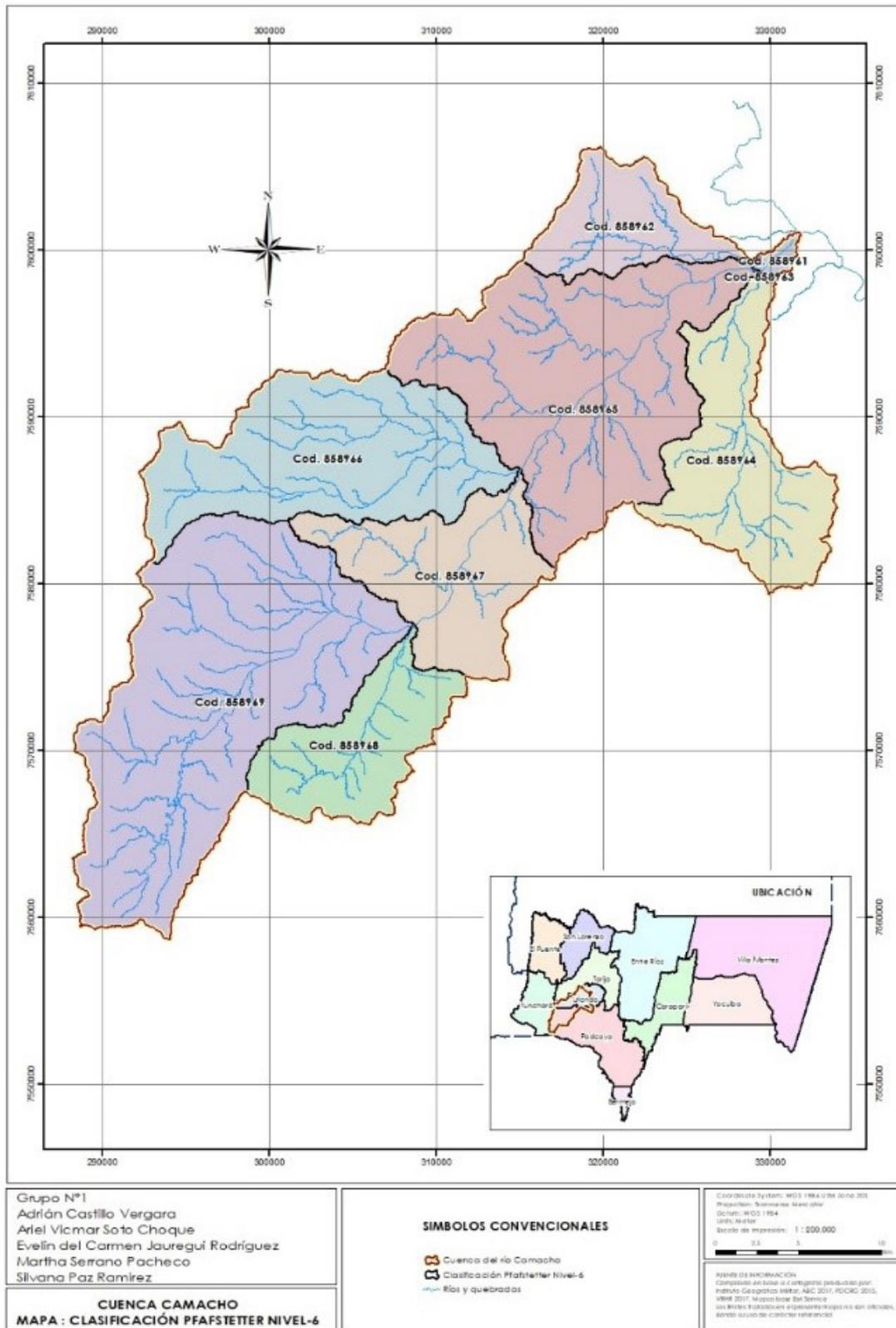


Figura 3. Cuenca del Río Camacho

### 5.1.4. Límites y superficie de la Unidad Hidrográfica 858961

La unidad hidrográfica 858961 limita al noreste con la comunidad Calamuchita, al sur con la comunidad Colon Norte, al este con la comunidad La Compañía y el oeste con la comunidad del Valle La superficie de la cuenca de estudio es de 4.25 Kilómetros cuadrados.

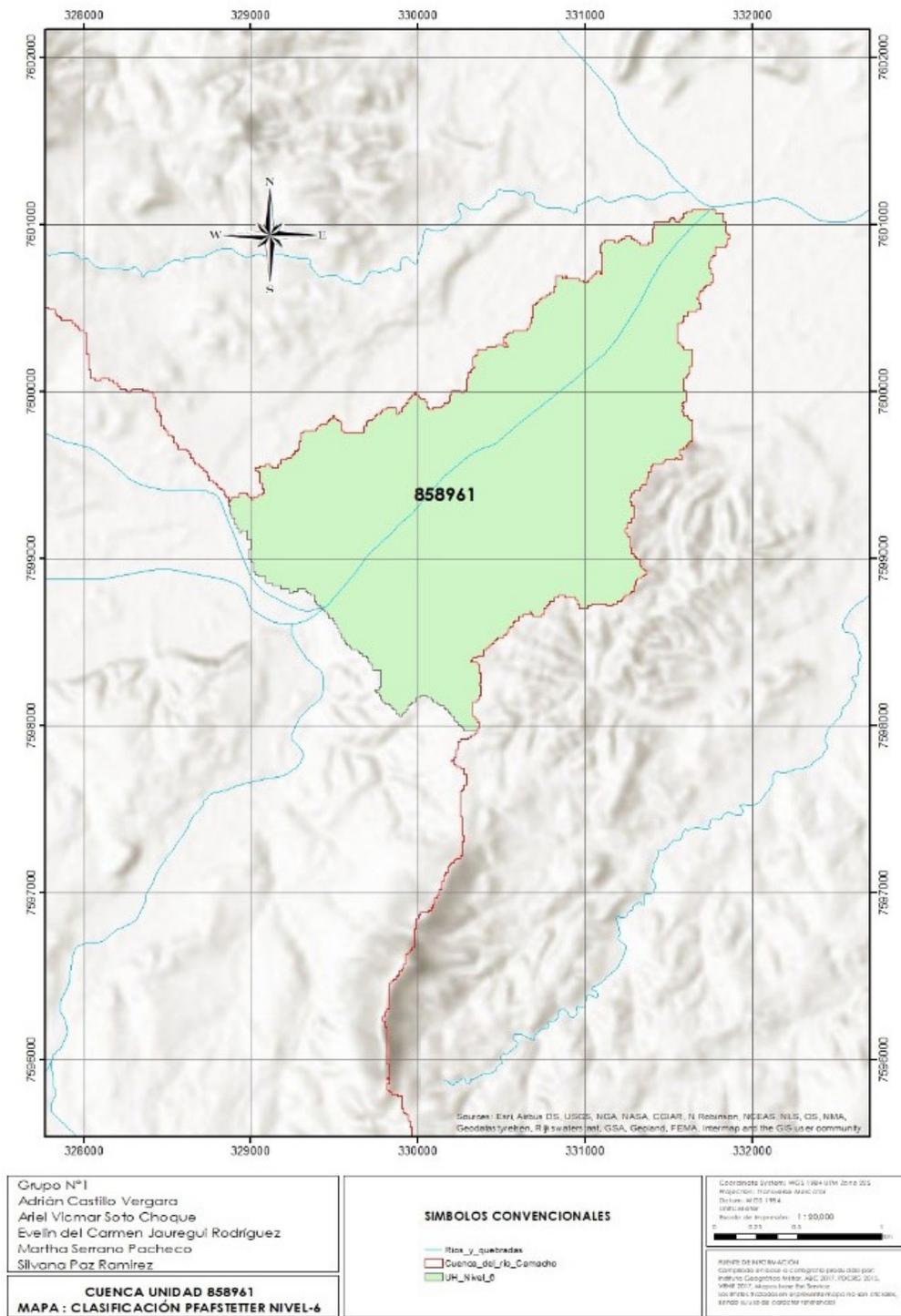


Figura 4. Superficie de la U.H. 858961

### 5.1.5. Fisiografía de la zona en estudio

La fisiografía fue estudiada con base en la información elaborado por el ex Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (2002), la misma fue elaborada en base a estudios se ZONISIG a nivel nacional.

En el presente mapa se puede observar la ubicación de las colinas bajas, llanura fluvio lacustre y llanura aluvial con disección moderada.

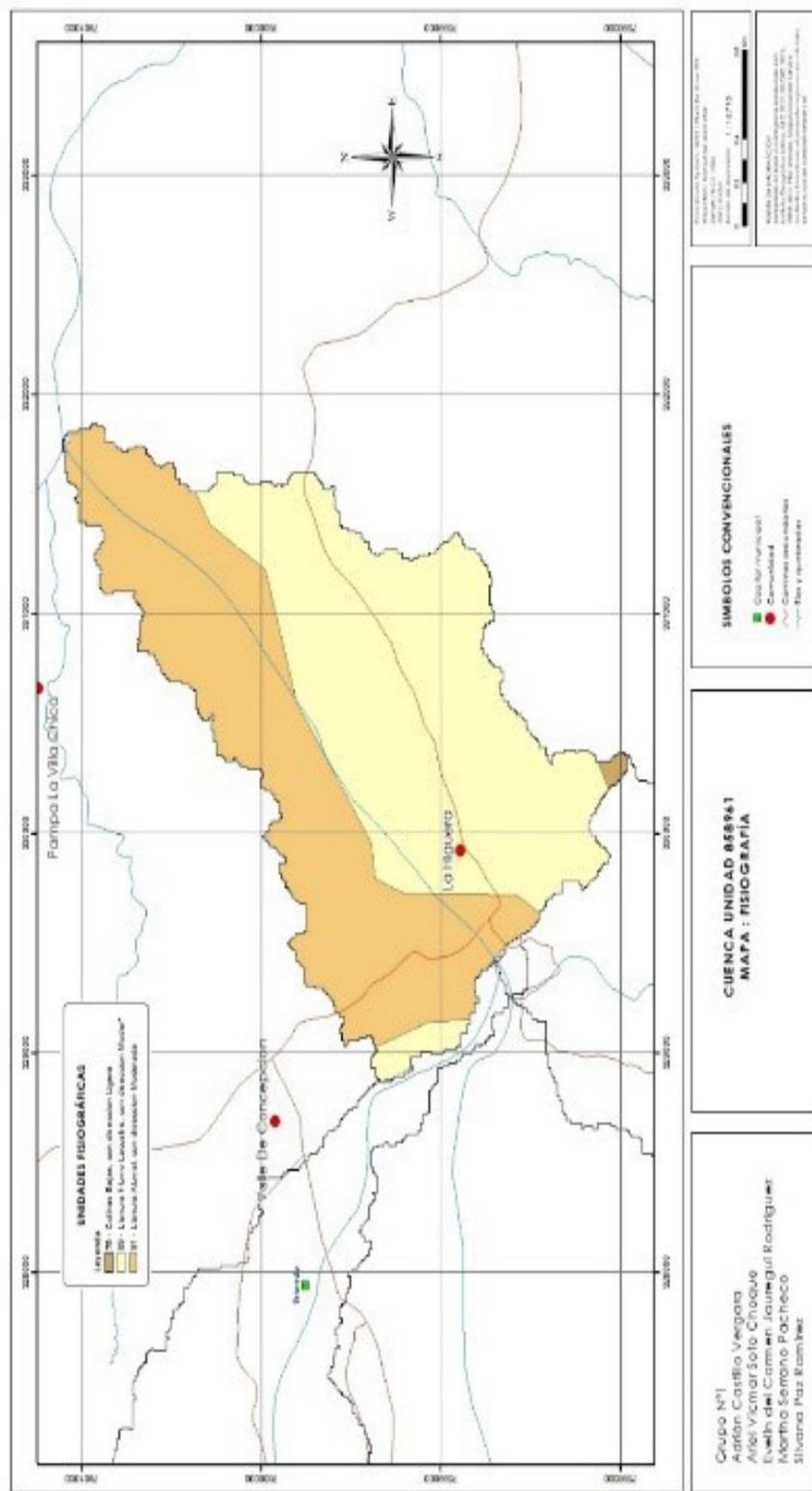


Figura 5. Fisiografía de la U.H. 858961

### 5.1.6. Clasificación taxonómica de la cuenca La Higuera

Fueron elaborados a partir de la base de datos sistematizada, la red de drenaje fue obtenida a través del IGM, escala 1:50.000, los tipos de suelos fueron elaborados a partir de la base de datos del ZONISIG, el relieve topográfico Landscape Google map.

La vegetación fue adoptada de la base de datos del Viceministerio de Tierras, relieve topográfico Landcape y Google Maps.

En el siguiente mapa se observa las terrazas aluviales formadas por quebradas donde se puede analizar las características favorables y desfavorables para uso agrícola, agropecuario y suelos sin uso.

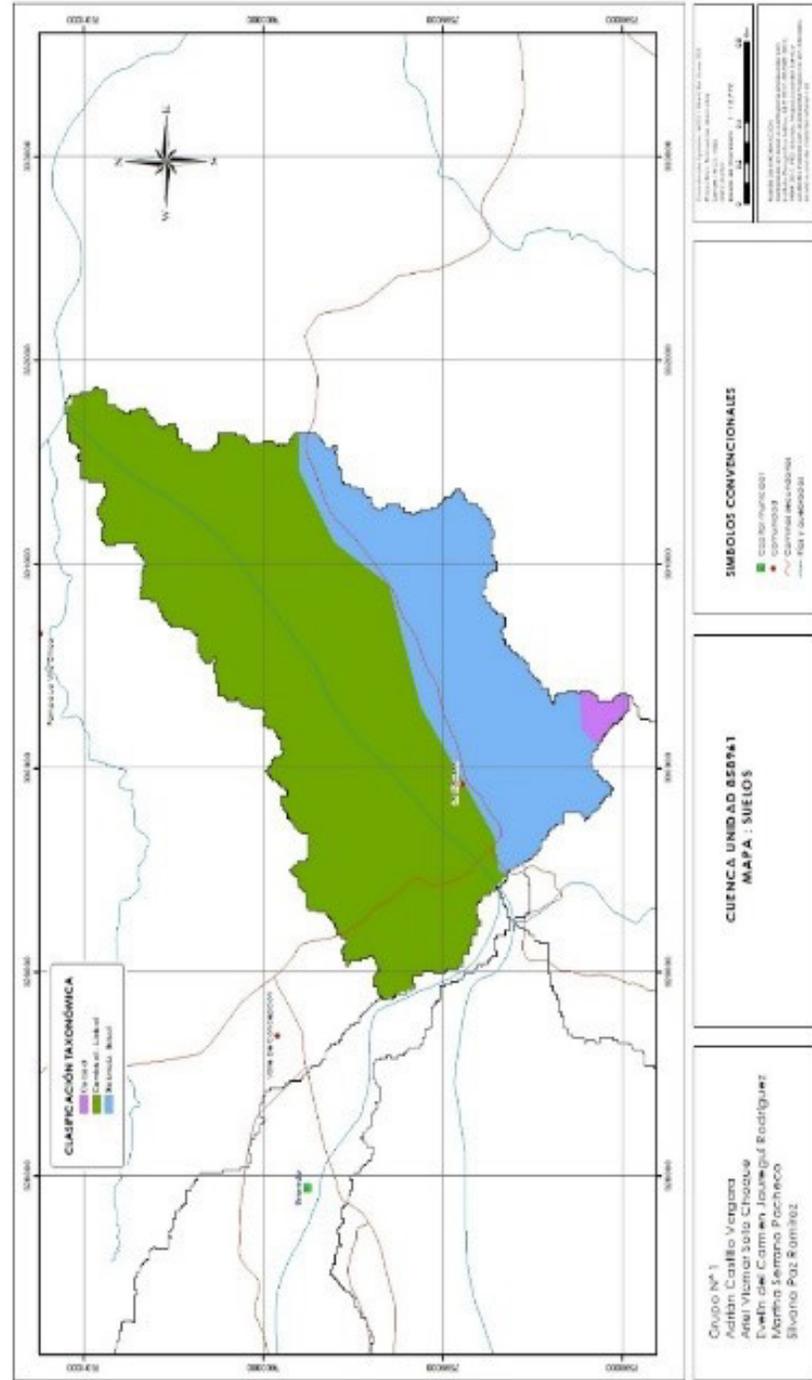


Figura 6. Suelos U.H. 858961

### 5.1.7. Caracterización de la cobertura vegetal de la Cuenca

Para iniciar la descripción de la cobertura vegetal de las fuentes de agua hacemos referencia a que la vegetación en la superficie territorial de La Higuera es muy variable, en relación a las tres unidades geomorfológicas: -Zona de colinas y pie de monte, -Zona de fluvio lacustre, ocupa la parte central y está constituida por sedimentos no consolidados con predominio de arcillas y limos, y -Zona aluvial, con terrazas recientes formadas por el río Camacho y sus afluentes en el territorio de Higuera. Mayormente tiene formaciones xerofíticas de bosques ralos a muy ralos y matorrales en el pie de monte con cobertura arbustiva y herbácea escasa, en la parte de pendiente media de la cuenca y en el piso fluvio lacustre.

## 5.2. Caracterización socioeconómica

La información que se muestra en esta sección, se ha obtenido en los siguientes sitios:

- ⦿ Bases de datos y Herramientas del VRHR (Viceministerio de Agua y Medio Ambiente Bolivia) <https://datos.siarh.gob.bo/>
- ⦿ Censo de Población y Vivienda 2012. Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-banco-de-datos/censos/>
- ⦿ Censo Agropecuario 2013, Instituto Nacional de Estadística. <http://sice.ine.gob.bo/censofichacna/>

### 5.2.1. Población

Las familias de la cuenca asciende a 173, así mismo se tiene en promedio un tamaño de 4.45 miembros por familia, de los cálculos obtenidos de la población actual nos permite establecer un promedio de 4 a 5 miembros por familia.

### 5.2.2. Educación

De acuerdo a las estadísticas el nivel de educación de la población de La Higuera es: el 43,88 % tienen una formación en el nivel primario, el 12,93 % una enseñanza Secundaria, al bachillerato solo llegaron el 11,22 % porque en la zona una fuerte ausentismo para la formación de este

nivel, en razón que los estudiantes se dedican a trabajar o se llegan a contraer matrimonio. Estudios superiores solo el 4,08 % completan y en menor porcentaje las personas que tienen formación a nivel de técnicos superior y medio (2,04 %). De toda la población solo llegan al nivel de profesional el 5,44 %, Un dato que resalta es que el 18,71 % de la población no tiene ninguna formación (analfabetos adultos y niños y niñas que no tienen edad de asistir a la escuela). Analizando los datos según género, se identifica que los hombres son los que presentan mayores porcentajes en los niveles de formación tanto a nivel básico como medio, bachillerato, en cambio a nivel profesional las mujeres sobre salen.

### 5.2.3. Actividades socioeconómicas

Las condiciones agroclimáticas y edáficas favorecen a la producción agrícola, actividad que permite el a realizar esta actividad por el 100 % por los productores, bajo un sistema de secano, riego, medio riego, complementario y suplementario, en general el agua de riego lo utilizan para la producción de vid y varios cultivos asociados (papa, cebolla, arveja, haba, etc.) con este cultivo, durazno y otros frutales y en un área muy reducida con cultivos en limpio como tomate y flores. Algunos productores con el cultivo de maíz asociado con cucurbitáceas y leguminosas.

La producción pecuaria está orientada a la reproducción de vacunos, porcinos, equinos, caprinos, ovinos y a aves de corral (gallinas y patos), bajo un sistema extensiva, su alimentación consiste en el aprovechando de la vegetación natural de las riberas del río, llanura aluvial en verano y el rastrojo de los cultivos en otoño. El ganado bovino, caprinos y los equinos es de raza criolla, en cambio los porcinos y los ovinos son razas introducidas a la zona.

### 5.2.4. Agua Potable

El abastecimiento de agua potable actual en el área del proyecto de la comunidad de La Higuera, cubre el 100 % de la población, en forma continua durante todo el año, este líquido elemento proviene de la confluencia de las aguas subterránea del río Camacho y la quebrada Colon, estos recursos hídricos proporciona el caudal suficiente para satisfacer la demanda de la comunidad. El abastecimiento del agua potable es a través de un sistema de bombeo eléctrico, el sistema de mantenimiento y admi-

nistración del sistema de agua potable es, mediante el cobro de una tasa fija de 1.5 Bs/m<sup>3</sup> de agua, mediante el control con medidores en consumo por usuario.

#### 5.2.5. Electricidad

La comunidad en la actualidad cuenta con el servicio de electrificación rural, utiliza el tendido eléctrico de toda la provincia Avilés. La misma que será conectada a la red troncal a nivel nacional. Las encuestas determinan que el servicio de energía eléctrica favorece al 100 % de la población beneficiada. En razón de que el tendido eléctrico pasa cerca de las viviendas de los agricultores y a lo largo del camino principal que une la capital de Uriondo y La comunidad de Calamuchita.

#### 5.2.6. Alcantarillado Sanitario

La comunidad de La Higuera no posee el servicio de alcantarillado, sin embargo, la forma de resolver las necesidades fisiológicas es a través del uso del pozo ciego, letrinas y a campo abierto en muy pequeña escala, este último sistema pone en riesgo a toda la población de contagio de enfermedades infecciosas y la de ganadería porcina, aviar y del ganado mayor. De las 66 familias actuales, el 14,09 % no cuenta con este servicio, el 75,25 % cuenta con pozo séptico y con letrina 10,66 %.

#### 5.2.7. Salud

La comunidad de La Higuera no cuenta con este servicio, el mismo es cubierto por el Hospital Distrital Dr. Fanor Romero del Valle de Concepción, este Nosocomio cuenta con infraestructura nueva con las dependencias necesarias para atender a toda la población del valle y poblaciones dispersas. El Hospital Distrital, cuenta con el personal Médico y de apoyo una enfermera y un Odontólogo, este personal realiza la atención de consultas e internación de pacientes. Los casos de mayor gravedad son remitidos al Hospital San Juan de Dios en la ciudad de Tarija.

#### 5.2.8. Medios de Comunicación

La mayoría de las comunidades rurales en la Provincia Avilés cuenta con servicios de radio transmisores y servicios de telefonía de comunicación con otras comunidades y departamentos del país. Sin embargo la capital de la primera sección Uriondo existe el servicio de Telefonía

fija y móvil (instalado por ENTEL), actualmente este mismo servicio posee la Comunidad de La Higuera.

#### 5.2.9. Transporte

La comunidad está comunicada por vía terrestre al centro de consumo más cercano e importante (Ciudad de Tarija), por su proximidad a la capital del departamento existe el servicio de transporte público diario y a horario a la ciudad de Tarija, el rodado de las vías son de carpeta asfáltica, La comunidad la Higuera en forma continua usa el servicio de transporte público de Calamuchita distante a 25 Km., de la capital, otra vía indirecta es por el Valle de Concepción siendo la vía más corta de 23 kilómetros de la ciudad de Tarija a la comunidad de La Higuera.

#### 5.2.10. Vivienda

Existe una diferencia marcada en el tipo de vivienda en la comunidad, esto se debe al grado económico que percibe los comunarios en la región, producto de la producción agrícola en forma intensiva o extensiva, siendo las edificaciones construidas con materiales no locales y otras con materiales locales. En su mayoría las viviendas están construidas con materiales no locales y locales (muros de ladrillo y adobé), estas viviendas presentan un estado regular a buena y otras en malas condiciones, los techos son de teja tipo colonial, los pisos son de tierra, carpeta de cemento y cubierto con baldosas; por lo general las viviendas poseen un patio interior. Las viviendas con material no local representan el 85,71 % de las viviendas, las mismas poseen todas las habitaciones requeridas. En general los habitantes poseen un sentido progresivo a mejorar las viviendas y la exigencia de contar con servicios básicos.

### 5.3. Inventario de Fuentes de Agua

El inventario de las fuentes de agua, incluye el análisis del acceso, las necesidades de los usuarios, el cumplimiento de las normas y los niveles de conservación del agua en la subcuenca de La Higuera para comprender el estado del recurso para su gestión. Siendo así, que el bombeo directo del pozo y el acceso al agua mediante el canal de riego es el método de acceso al agua dominante en la comunidad, principalmente para uso agrícola y doméstico.

### 5.3.1. Fuentes de Sistema de Agua

En el siguiente mapa se puede observar comunidades, estaciones, capital de municipio, camino asfaltado, camino de tierra, límite departamental y límite municipal de la comunidad La Higuera.

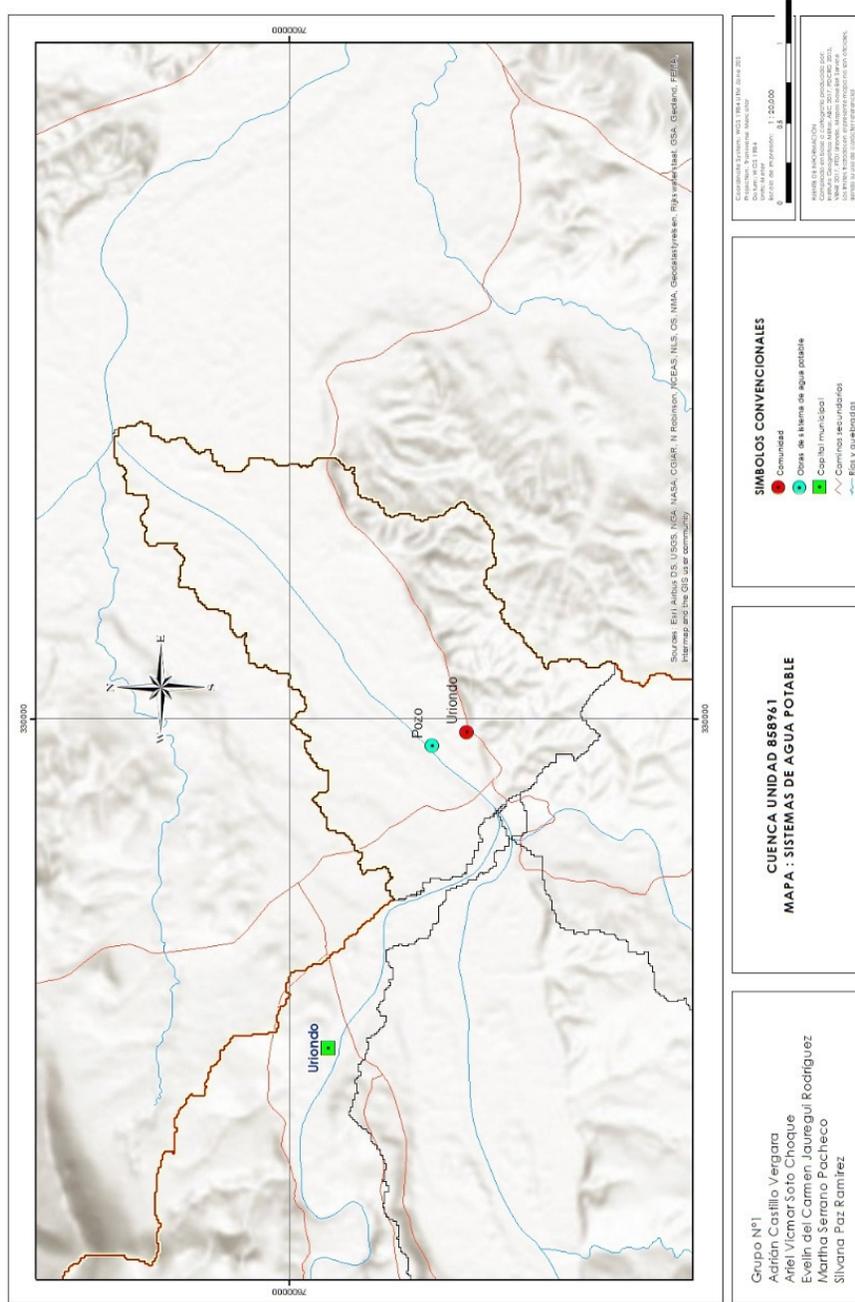


Figura 7. Fuentes de sistema de agua de la U.H. 858961

### 5.3.2. Fuentes de Sistema de Riego

En el presente mapa se puede observar las obras de toma de la cuenca, sistemas de conducción y área de riego.

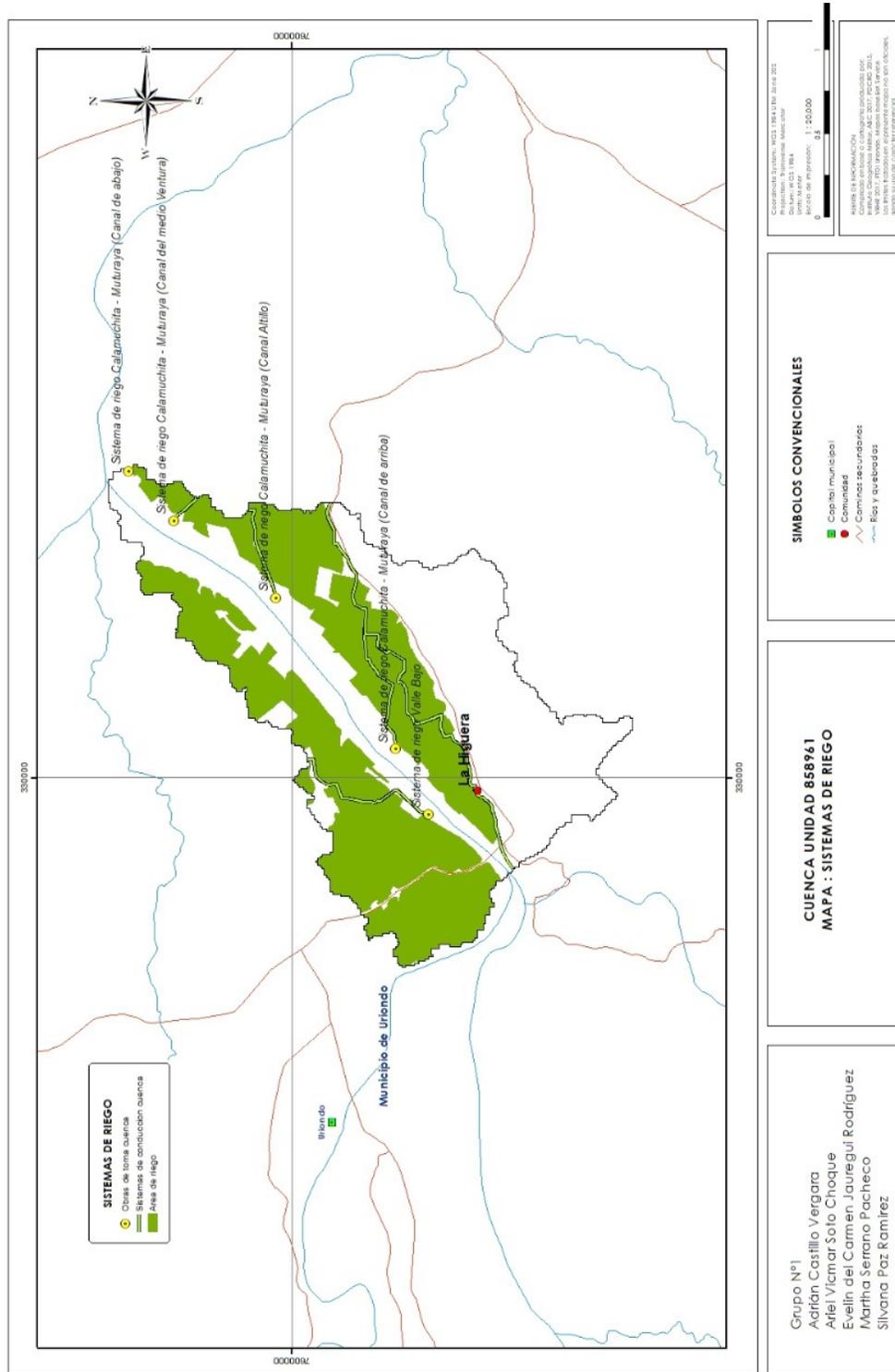


Figura 8. Fuentes de sistema de riego U.H. 858961

### 5.3.3. Zonas potenciales para riego

Como parte del inventario de agua se puede observar en el siguiente mapa las zonas potenciales para riego de la comunidad La Higuera.

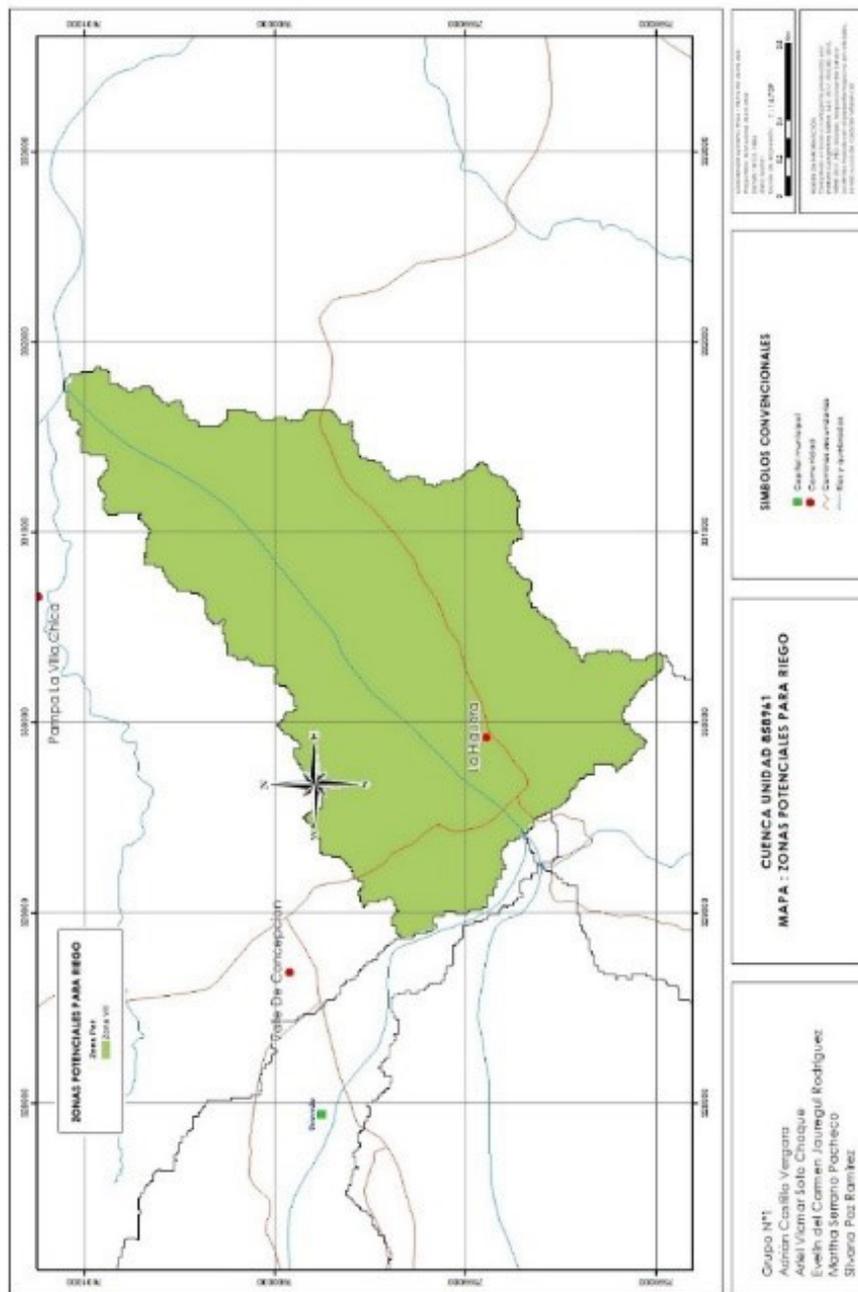


Figura 9. Zonas potenciales para riego U.H. 858961

### 5.3.4. Estaciones Meteorológicas

A continuación, podemos observar las comunidades, estaciones, capital de municipio, camino asfaltado, camino de tierra, límite departamental y límite municipal.

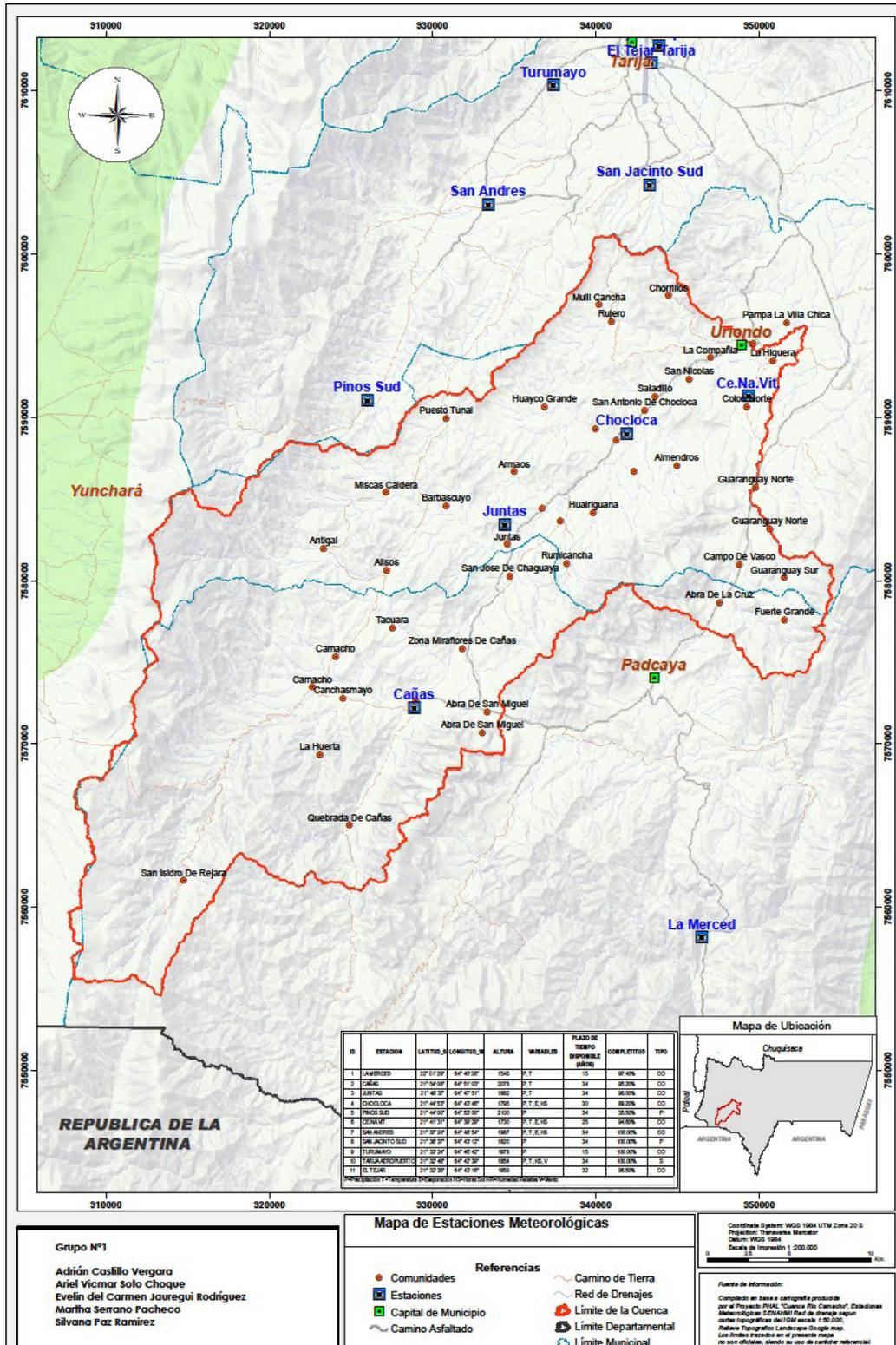


Figura 10. Estaciones meteorológicas U.H. 858961



### 5.4. Temperatura

Los datos de temperatura de la zona de interés fueron obtenidos de la base de datos SIMMET de SENAMHI.

TEMPERATURA MEDIA (oC)																
ESTACIONES	Longitud W	Latitud S	Altura	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TT anual
Aeropuerto	322831	7616378	1861	20.7	20.3	19.9	18.2	15.3	13.3	13.1	15.0	16.8	19.5	20.2	20.7	17.8
Cenavit	328509	7596662	1735	21.4	21.1	20.7	18.8	15.3	13.3	12.5	14.9	16.5	19.5	20.3	21.5	18.0
Chocloca	321152	7594059	1791	21.1	20.4	19.9	18.2	15.1	13.8	13.2	15.0	16.5	19.3	19.9	20.9	17.8
San Jacinto Sud	321960	7609324	1860	20.6	20.3	20.2	18.7	16.2	14.0	13.8	15.4	16.8	19.3	20.2	20.8	18.0
<b>PROMEDIO</b>				<b>21.0</b>	<b>20.6</b>	<b>20.2</b>	<b>18.5</b>	<b>15.5</b>	<b>13.6</b>	<b>13.1</b>	<b>15.1</b>	<b>16.7</b>	<b>19.4</b>	<b>20.1</b>	<b>20.9</b>	<b>17.9</b>

Tabla 3. Temperatura de la U.H. 858961

En el siguiente mapa se puede observar las comunidades, estaciones, capital de municipio, camino asfaltado, camino de tierra, límite departamental y límite municipal.

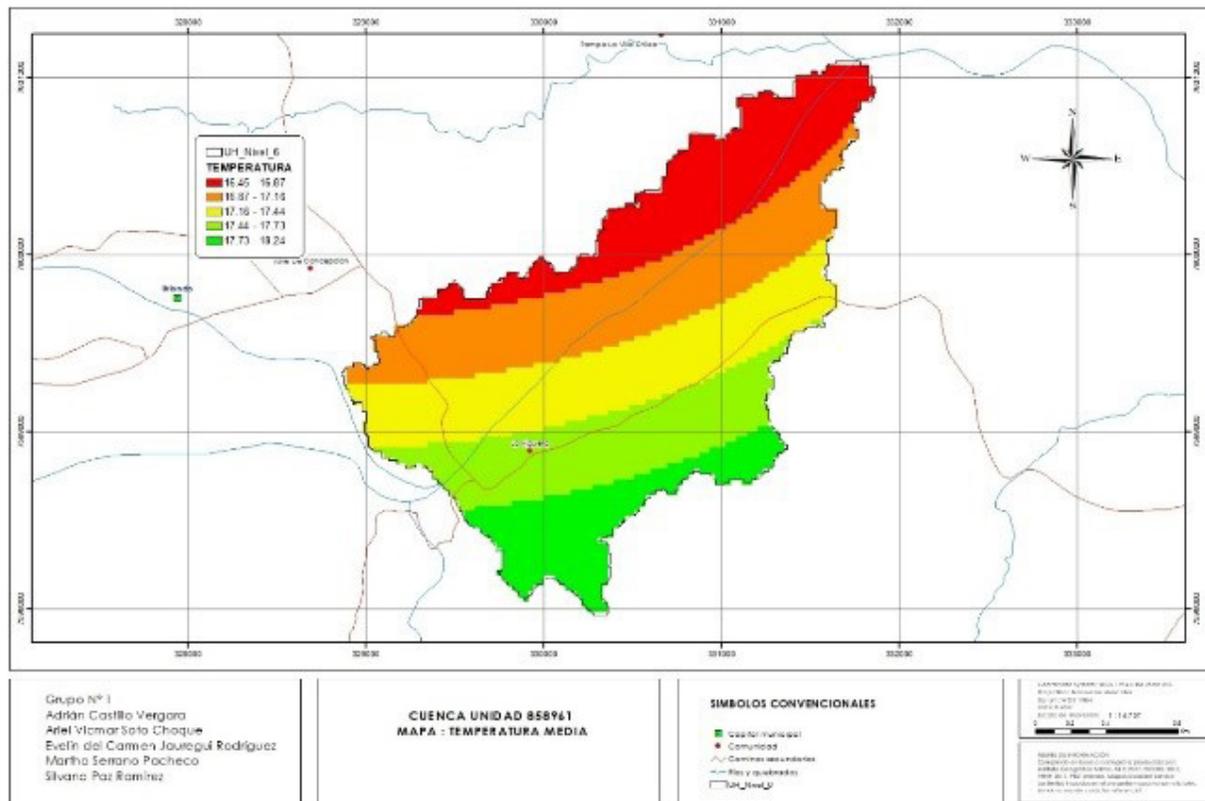


Figura 12. Mapa de temperatura de la U.H. 858961

### 5.5. Caudal

Como resultado del cálculo realizado se ha obtenido entre otros el caudal promedio mensual en un punto de interés al interior de la cuenca hidrográfica, pudiendo ser una toma de agua para riego o agua potable (actual o proyectada) El punto de interés es el cierre de la toma Calamuchita Muturayo, y el área de la subcuenca 3 responde a 1,0 km<sup>2</sup>, de acuerdo al siguiente mapa:

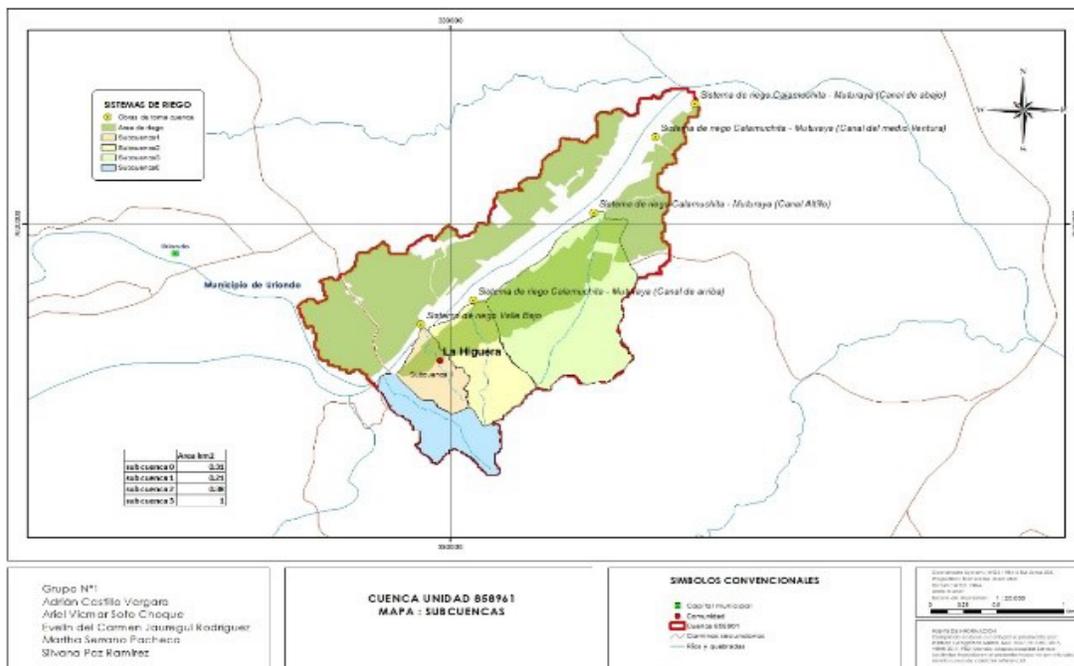


Figura 13. Caudal promedio mensual en un punto de interés al interior de la cuenca hidrográfica

## 6. DISCUSIÓN

A partir de la caracterización y diagnóstico, se ha visto que es necesario mejorar la Infraestructura productiva de La Higuera para incidir positivamente en los medios de vida de 173 familias de la comunidad garantizando su seguridad alimentaria. Se puede apreciar la riqueza que aporta la información volcada en los mapas realizados con el sistema de información geográfico ArcGIS. También destacar el importante apoyo que nos brindan las diversas fuentes de datos que permiten generar mapas, comprender y modelar información relevante para nuestro estudio.

La fisiografía reflejada en los mapas fue elaborada a partir de bases de datos sistematizadas; la red de drenaje fue

obtenida a través del IGM, escala 1:50.000; los tipos de suelos fueron elaborados a partir de la base de datos del ZONISIG y la obtención del relieve topográfico a través del uso de Landscape y Google Maps.

En los mapas obtenidos ha sido posible detallar las terrazas aluviales formadas por quebradas donde se puede analizar las características favorables y desfavorables para uso agrícola, agropecuario y suelos sin uso.

Destacamos la disponibilidad de la información proporcionada por el INE para realizar el estudio socioeconómico, fuentes de sistema de agua, inventario de sistemas de agua, mapas geográficos de la cuenca La Higuera así como las bases de datos de SENAHMI (SISMET) y SIA-

SAR entre otros

## 7. CONCLUSIONES

Se ha realizado una caracterización y diagnóstico de la cuenca la Higuera a partir de datos obtenidos con el apoyo de herramientas TIC tales como: el Sistemas de Información Geográfico ArcGIS, las bases de datos disponibles en sitios web (detalladas en el presente artículo), Landscape, Google Maps y planillas electrónicas. Sin estos elementos hubiera sido muy difícil lograr una adecuada caracterización y diagnóstico de la cuenca Camacho U.H. 858961. Se puede destacar los principales hallazgos:

La principal fuente de agua en el extenso territorio del municipio de Padcaya y Uriondo para los pobladores de la cuenca es el río Camacho.

Los elementos de paisaje asociados a la presencia de fuentes de agua predominan áreas antroponaturales en paisaje fragmentado con coberturas del suelo que muestran restos de bosque espinoso con vegetación secundaria, mosaicos con pastos y cultivos dispuestos en una diversidad de agroecosistemas. Siguiendo el curso de los canales de riego se desarrollaron coberturas con vegetación riparia y arvense.

Debido a la carencia de un infraestructura de riego adecuado existen recursos hídricos subálveos y subterráneos provenientes del río Camacho y la quebrada Colon que no son aprovechados en su totalidad para el riego. La actual infraestructura presenta errores de diseño, no satisface las necesidades óptimas de la demanda de agua de los cultivos actuales.

El sistema de riego que debería beneficiar a las 173 familias ubicadas en la margen derecha del río Camacho, solo beneficia al 55 % de las familias. Este sistema posee una obra de toma de agua por medio de una galería filtrante con tuberías, que llega a captar solo el 25 % de su capacidad, además existen pérdidas considerables de agua en las obras de distribución parcelaria y sectorial y ausencia de defensivos a las obras hidráulicas de riego. Esta situación hace que el riego sea deficiente debido al bajo aprovechamiento del recurso hídrico.

El uso principal del agua en la cuenca es para agricultura, lo cuál implica que deben ser tomados en cuenta todos

los cultivos asociados como un ingreso de auto subsistencia del agricultor.

Por los antecedentes anteriormente mencionados, se recomienda la ejecución de un sistema de captación de aguas con caudal permanente, para la producción actual y futura y beneficiar al 100 % de las familias, mejorar la producción agrícola y disminuir la migración.

## 8. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- ❑ Beck, S., M. Liberman, F. Pedrotti, R. Venanzoni. 1992. Estado actual de los bosques del Rio Camacho. Departamento de Tarija, Bolivia. descargado de: <http://193.204.8.201:8080/jspui/bitstream/1336/456/1/Vol.%20Speciale%201992%20Capitolo%205.pdf>
- ❑ Centro de digital de recursos naturales de Bolivia. Universidad Mayor San Andrés. 2004.
- ❑ Fecha de acceso noviembre 2020. <http://cdrn-bolivia.org/index.htm>
- ❑ Censo de Población y Vivienda 2012. Instituto Nacional de Estadística. Fecha de acceso noviembre de 2020. <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-banco-de-datos/censos/>
- ❑ Censo Agropecuario 2013, Instituto Nacional de Estadística. Fecha de acceso noviembre de 2020. <http://sice.ine.gob.bo/censofichacna/>
- ❑ Estudio de "Mejoramiento Infraestructura Productiva La Higuera". Propuesta de Proyecto s/f. 62 p.
- ❑ FAO (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). Fecha de acceso 30 octubre 2020 <http://www.fao.org/in-action/herramienta-administracion-tierras/modulo-1/propuesta-metodologica/medios-vida-sostenibles/es/>.
- ❑ Instituto Nacional de Estadística. Fecha de acceso 25 noviembre 2020. <http://anda.ine.gob.bo/index.php/catalog/24>
- ❑ Instituto Nacional de Estadística. Fecha de acceso 15 diciembre 2020. <http://si-spie.planificacion.gob.bo/>.

- ❏ Instituto Nacional de Estadística. Fecha de acceso 20 noviembre 2020. <https://globalsiasar.org/es/paises/bolivia>.
  - ❏ PEA. s/f. Programa estratégico de acción para la cuenca del Río Bermejo. Resumen ejecutivo en Bolivia. Descargado de: [http://www.corebe.org.ar/web2015/wp-content/uploads/2015/PEA/Resumen\\_Ejecutivo\\_del\\_PEA\\_en\\_Bolivia.pdf](http://www.corebe.org.ar/web2015/wp-content/uploads/2015/PEA/Resumen_Ejecutivo_del_PEA_en_Bolivia.pdf)
  - ❏ SENAMHI. de acceso noviembre 2020 <http://senamhi.gob.bo/index.php/sismet>. Fecha
  - ❏ SIASAR (Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural). Fecha de acceso noviembre 2020. <https://globalsiasar.org/es/paises/bolivia>.
  - ❏ SISMET Base de datos Sistema Meteorológico del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). Fecha de acceso noviembre de 2020. <https://senamhi.gob.bo/index.php/sismet>
  - ❏ Viceministerio de Medio Ambiente y Aguas. 2019. PDC. 2019. Plan Director Cuenca Rio Guadalquivir.
  - ❏ Viceministerio de Agua y Medio Ambiente Bolivia) <https://datos.siarh.gob.bo/>. Fecha de acceso noviembre 2020
  - ❏ World Bank Achieve. 2012. Participatory Development - Reflecting on the Experience gained at GTZ in Searching for Innovation. Folder ID: 30099558. Washington D.C. Digitalized 2017. 141 p.
  - ❏ ZONISIG. 2001. Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información DHV Consultores – ITC. Geográfica en Bolivia. 286 p.
- Figura 5. Fisiografía de la U.H. 858961
  - Figura 6. Suelos U.H. 858961
  - Figura 7. Fuentes de sistema de agua de la U.H. 858961
  - Figura 8. Fuentes de sistema de riego U.H. 858961
  - Figura 9. Zonas potenciales para riego U.H. 858961
  - Figura 10. Estaciones meteorológicas U.H. 858961
  - Figura 11. Mapa de precipitación de la U.H. 858961
  - Figura 12. Mapa de temperatura de la U.H. 858961
  - Figura 13. Caudal promedio mensual en un punto de interés al interior de la cuenca hidrográfica

## 8.2. Tablas

Tabla 1: Pluviometría de las estaciones U.H. 858961

Tabla 2. Precipitación U.H. 858961

Tabla 3. Temperatura de la U.H. 858961

## 8.1. Figuras

Figura 1. Distritos de la Cuenca

Figura 2. Ubicación Hidrográfica Nivel 5

Figura 3. Cuenca del Río Camacho

Figura 4. Superficie de la U.H. 858961

# ARTICULO 5

# FUNCIONES ESENCIALES DE BLENDER 3D VERSIÓN 2.93 PARA MODELADO

Rubén Darío Sossa Sánchez

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho  
Tarija, Bolivia

Correo electrónico: [dariososs@gmail.com](mailto:dariososs@gmail.com)

## 1. RESUMEN

En este artículo se describe las funciones esenciales de Blender 3D versión 2.93, en relación al modelado.

Blender es un software multiplataforma de código abierto que se ejecuta en sistemas Linux, macOS y Windows.

Para el uso adecuado del software, se requiere un nivel básico de aritmética y trigonometría.

Entre las herramientas que ofrece, se destaca el Modelado, Renderizado, Animación, Edición de Video, VFX, Composición, Texturizado, y algunos tipos de Simulaciones.

La interfaz que ofrece es intuitiva, es decir, es fácil de usar por parte del usuario.

El modelado en este software comienza al agregar primitivas al espacio de trabajo, posteriormente se da forma a los objetos a través de tres estructuras básicas: vértices, bordes y caras, y termina con el renderizado.

## 2. PALABRAS CLAVE

Blender, modelado, renderizado, multiplataforma, código abierto.

## 3. INTRODUCCIÓN

Blender es un software multiplataforma de código abierto que se ejecuta en sistemas Linux, macOS y Windows.

Blender tiene la particularidad de utilizar poca memoria y almacenamiento dentro del ordenador, en comparación con otras suites de creación 3D.

Su interfaz utiliza OpenGL y proporciona una experiencia consistente en todos los equipos y plataformas compatibles.

OpenGL, es una API multiplataforma de gráficos que especifica una interfaz de software estándar para hardware de procesamiento de gráficos 3D.

Es recomendado para personas que quieran crear visualizaciones, realizar animaciones, efectos visuales y edición de videos en 3D.

## 4. CARACTERÍSTICAS DE BLENDER

Blender es una suite de creación de contenido 3D totalmente integrada, es decir, que ofrece una amplia gama de herramientas esenciales, incluyendo Modelado, Renderizado, Animación, Edición de Video, VFX, Composición, Texturizado, y algunos tipos de Simulaciones.

### 4.1. Modelado

Cuando hablamos de modelado, nos referimos a la construcción de la geometría de los objetos que intervienen en la escena.

## 4.2. Renderizado

Cuando hablamos de renderizado, nos referimos al proceso de generar una imagen foto realista desde un modelo.

## 4.3. Animación

La animación, es el proceso por el que se logra dar movimiento a dibujos u objetos inanimados.

## 4.4. Edición de Video

Es el proceso de coloca fragmentos de vídeo, fotografías, gráficos, audio, efectos digitales a cualquier sucesión de imágenes.

## 4.5. VFX

Hace referencia a los efectos visuales, es decir, a las diferentes maneras en que las imágenes pueden ser creadas

y/o manipuladas una vez ya se han grabado.

## 4.6. Composición

Es la acción y efecto de componer (juntar varias cosas y colocarlas en orden para formar una; constituir algo).

## 4.7. Texturizado

Es una función espacial que toma como entrada un punto geométrico de una superficie y proporciona como salida un valor con el que podemos modular los atributos del material.

## 4.8. Simulaciones

Permite representar una serie de fenómenos físicos del mundo real.



Figura 1: Modelo 3D

Fuente: [https://docs.blender.org/manual/es/latest/\\_images/getting-started\\_about\\_introduction\\_postprocessing.jpg](https://docs.blender.org/manual/es/latest/_images/getting-started_about_introduction_postprocessing.jpg)

## 5. REQUERIMIENTOS DE BLENDER

Blender es multiplataforma, se ejecuta en todos los sistemas operativos principales:

<input checked="" type="radio"/> Windows 10, 8.1 y 7	<input checked="" type="radio"/> macOS 10.13+	<input checked="" type="radio"/> Linux
--	---	--

En relación a los requisitos de hardware, se tienen los siguientes:

### 5.1. Mínimo

- CPU de 2 Ghz de doble núcleo de 64 bits con soporte SSE2
- 4 GB de RAM
- Pantalla de 1280 x 768
- Ratón, trackpad o lápiz + tableta
- Tarjeta gráfica con 1 GB de RAM, OpenGL 3.3
- Menos de 10 años

## 5.2. Recomendado

- ⦿ CPU de cuatro núcleos de 64 bits
- ⦿ 16 GB de RAM
- ⦿ Pantalla Full HD
- ⦿ Ratón de tres botones o lápiz + tableta
- ⦿ Tarjeta gráfica con 4 GB de RAM

## 5.3. Óptimo

- ⦿ CPU de ocho núcleos de 64 bits
- ⦿ 32 GB de RAM
- ⦿ Pantallas Full HD
- ⦿ Ratón de tres botones y lápiz + tableta
- ⦿ Tarjeta gráfica con +12 GB de RAM

## 6. INTERFAZ DE USUARIO

En relación a la interfaz de usuario es consistente en todas las plataformas.

Los elementos de la interfaz de usuario, son:

- ⦿ 3D Viewport arriba a la izquierda.
- ⦿ Outliner arriba a la derecha.
- ⦿ Properties abajo a la derecha.
- ⦿ Timeline abajo a la izquierda.

La interfaz es intuitiva, esto quiere decir que permite al usuario navegar fácilmente por la plataforma, además el mismo puede cambiar las dimensiones de las ventanas, así como crear nuevas.

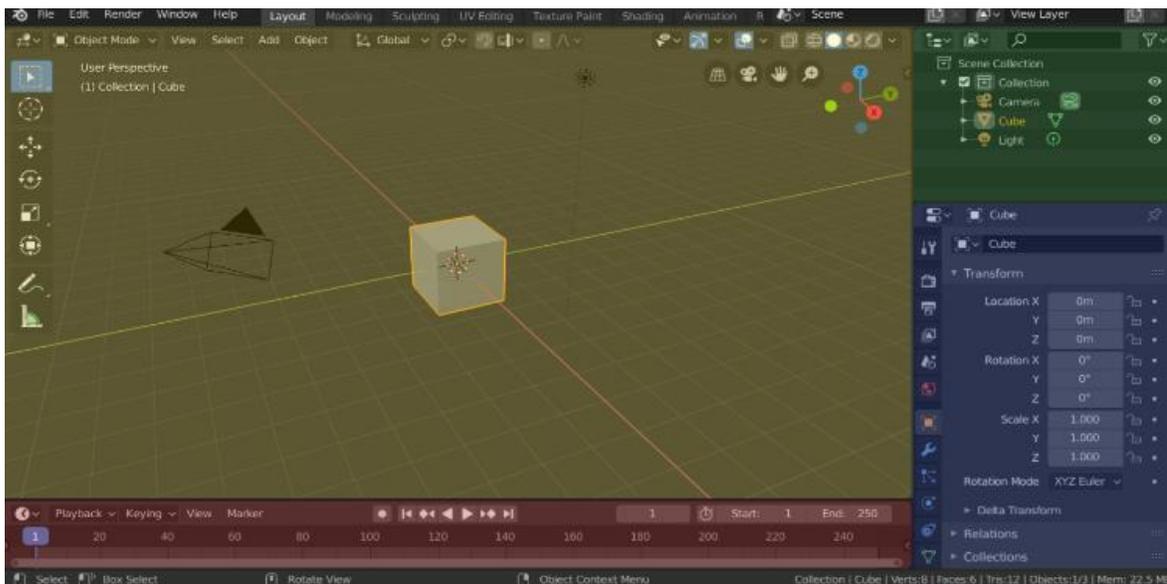


Figura 2: Elementos de la interfaz de usuario

Fuente: Propia

Algo interesante de Blender es que el usuario se puede comunicar con el programa mediante el teclado y el ratón, el programa responde por medio de lo que muestra en pantalla.

La interfaz de Blender saca provecho de los ratones de tres botones y una amplia gama de atajos de teclado.

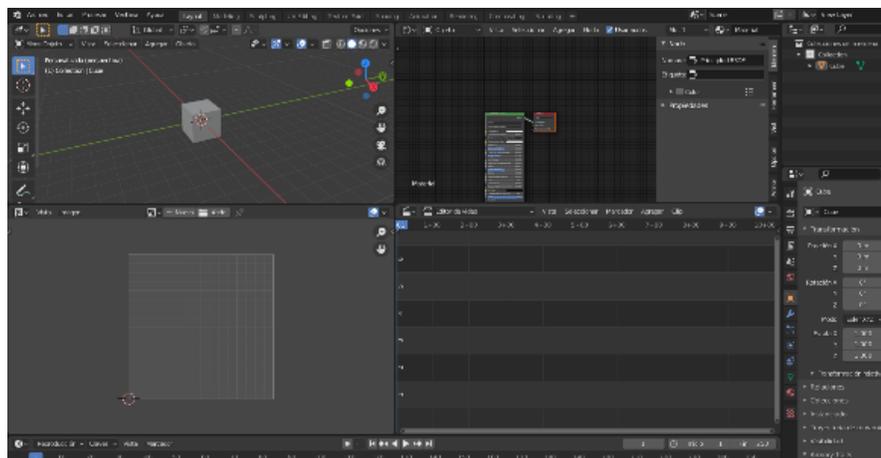


Figura 3: Interfaz intuitiva

Fuente: Propia

## 7. MODO EDICIÓN EN BLENDER

El modo edición permite utilizar los siguientes tipos de objetos:

- ⦿ Mallas
- ⦿ Curvas
- ⦿ Superficies
- ⦿ Metaballs
- ⦿ Objetos de texto
- ⦿ Enrejado

Una vez elegido el objeto, todo se construye a partir de tres estructuras básicas: vértices, bordes y caras. De la cual, la parte más elemental es el vértice que es un único punto o posición en el espacio 3D.

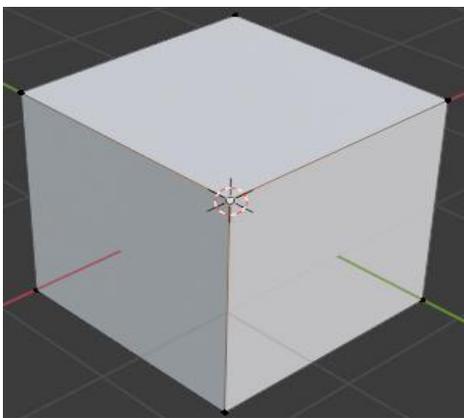


Figura 4: Vértice, bordes y cara en Blender

Fuente: Propia

Los vértices se representan en la ventana gráfica 3D en el modo de edición como pequeños puntos.

Los bordes son líneas, que conectan dos vértices y se utilizan para construir caras.

Las caras se utilizan para construir la superficie real del objeto.

Si esta área no contiene una cara, simplemente será transparente o inexistente en la imagen renderizada.

Una cara se define como el área entre tres, cuatro o más vértices, con un borde en cada lado.

## 8. PRIMITIVAS EN BLENDER

Blender viene con una serie de formas primitivas, figuras geométricas básicas, desde las que puede comenzar a modelar.

Entre ellas se encuentran:

- ⦿ Cubo
- ⦿ Circulo
- ⦿ Esfera
- ⦿ Icosfera
- ⦿ Cilindro
- ⦿ Cono
- ⦿ Toro

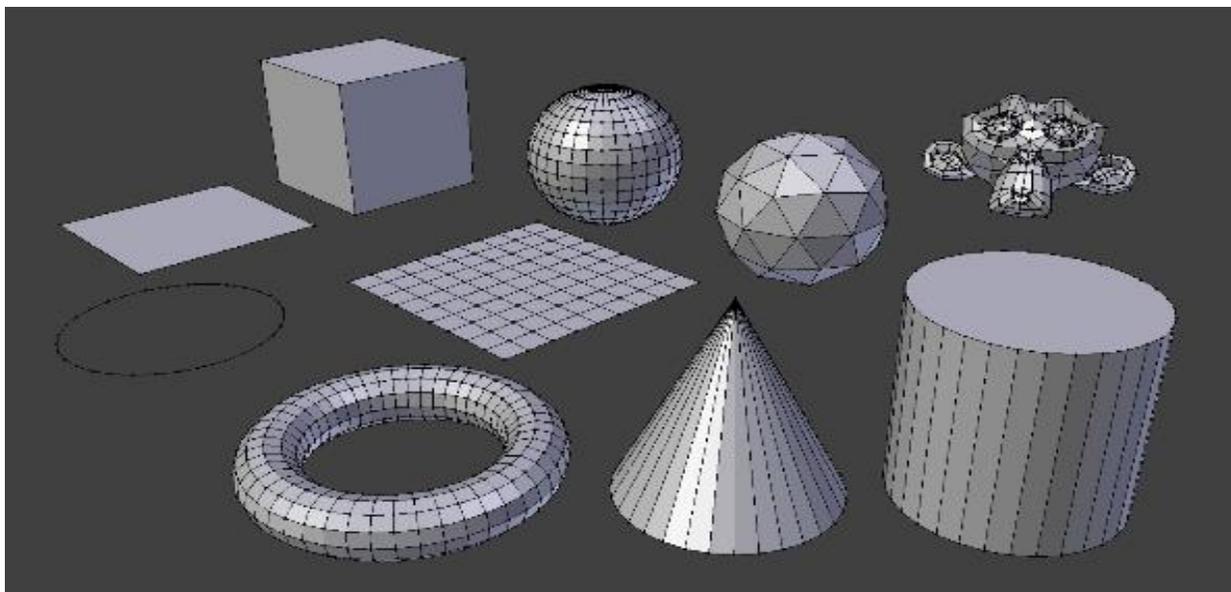


Figura 5: Primitivas en Blender

Fuente: Propia

## 9. TRANSFORMACION EN BLENDER

Entre las transformaciones básicas en Blender tenemos: mover, rotar y escalar los objetos.

Para poder mover un objeto se seleccionara el mismo dándole clic izquierdo, posteriormente se debe utilizar la herramienta MOVER que se encuentra en el lado izquierdo del programa, al presionar aparecen unas flechas como se observa a continuación:

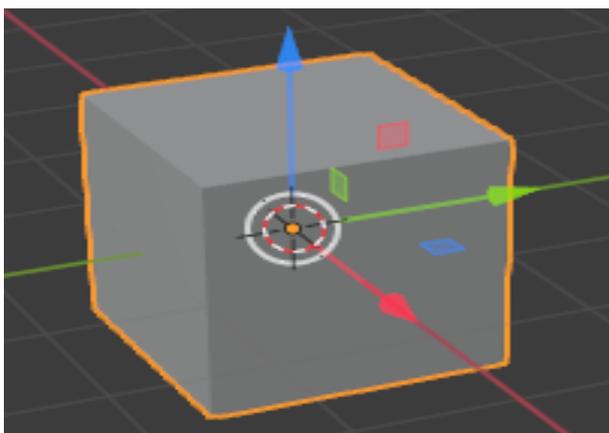


Figura 6: Mover objeto en Blender

Fuente: Propia

El objeto se moverá, dependiendo el color en el eje "X", "Y" o "Z".

Para poder rotar un objeto se seleccionara el mismo dándole clic izquierdo, posteriormente se debe utilizar la herramienta ROTAR que se encuentra en el lado izquierdo del programa, al presionar aparecen unas líneas como se observa a continuación:

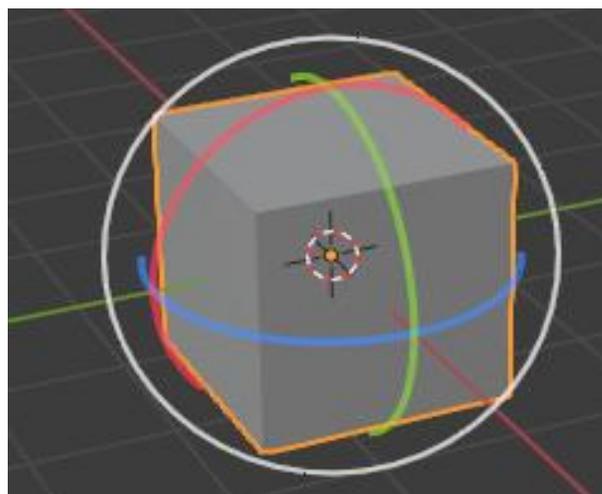


Figura 7: Rotar objeto en Blender

Fuente: Propia

El objeto se rota dependiendo su color en el eje "X", "Y" o "Z".

Para poder escalar un objeto se seleccionara el mismo dándole clic izquierdo, posteriormente se debe utilizar la herramienta ESCALAR que se encuentra en el lado izquierdo del programa, al presionar aparecen unas flechas como se observa a continuación

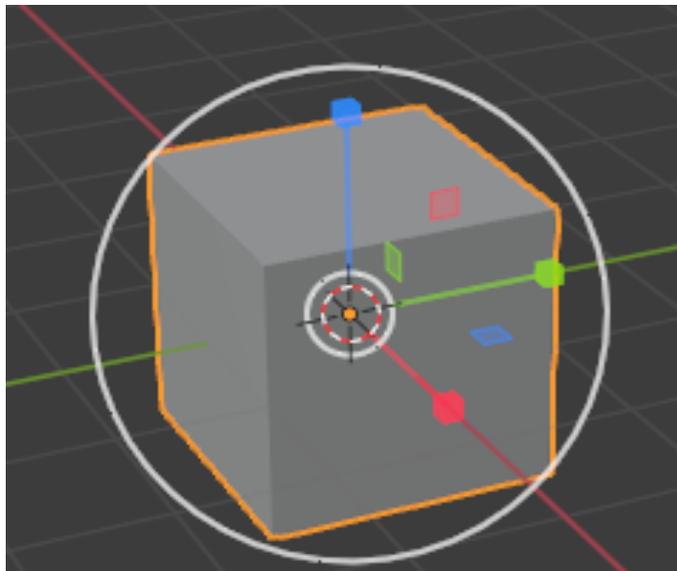


Figura 8: Escalar objeto en Blender

Fuente: Propia

El objeto se puede escalar dependiendo su color en el eje "X", "Y" o "Z".

## 10. MOTORES DE RENDERIZADO EN BLENDER

Actualmente Blender dispone de tres modos de renderizado:

### 10.1. Motor de renderizado Eevee.

Eevee es un procesador físico en tiempo real, está enfocado en velocidad e interactividad, por lo general es utilizado en Blender para el apartado 3D Viewport, pero también puede producir alta calidad en el render final.

Los materiales en eevee son creados usando los mismos shader nodes, haciendo que sea fácil renderizar escenas existentes, esto hace que trabaje muy bien al mostrar una vista previa del material en tiempo real.

Eevee renderizar cada rayo de luz, usa un proceso llamado "rasterization", el cual estima la forma en que al luz interacciona con los objetos y materiales usando varios algoritmos.

### 10.2. Motor de renderizado Workbench.

Workbench es un procesador diseñado para layout, mo-

delado y vistas previas.

Es el motor que otorga menor calidad, pero es de gran utilidad al mostrar vistas previas, o al trabajar en tiempo real.

El motor Workbench es un motor de renderizado, optimizado para rápidos render durante el modelado y la vista previa de una animación.

Su propósito no es dar una imagen final como resultado de un proyecto, sino dar una vista de cómo puede quedar el proyecto.

La principal tarea de Workbench, es mostrar la escena en el 3D Viewport, cuando se está trabajando en ella.

Por default, el 3D viewport usa Workbench para las sombras y luces de los objetos.

### 10.3. Motor de renderizado Cycles.

Es el motor que otorga los resultados de mejor calidad, ya que calcula la interacción de cada rayo de luz.

Tiene varios controles artísticos, sombreado flexible con varios nodos "shader nodes", los cuales ayudan a dar las características que se requieran en el resultado final.

## 11. TIPOS DE MODELADO

Estas son las técnicas disponibles en Blender:

### 11.1. Modelado de caja (Box modeling).

Es la técnica reina, sin duda. Se fundamenta en partir de una figura prediseñada sencilla (llamada primitiva) como puede ser un plano o un cubo, y de la que disponemos de forma inmediata en el software; después se añade geometría en forma de vértices, caras... que hacen que el volumen gane forma y detalles.



Figura 9 Modelado de caja

Fuente: [http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/box2\\_ejemplo.png](http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/box2_ejemplo.png)

### 11.2. Modelado escultórico (sculpt modeling).

Ha ganado mucho protagonismo en los últimos tiempos. También requiere comenzar con una figura primitiva, pero en este caso la geometría se añade simulando una presión, estiramiento, aplastamiento... en la malla 3D, prácticamente como si estuviéramos trabajando con arcilla.

Esto hace que se generen nuevas caras a nivel interno modificando el volumen y la forma. Tiene la particularidad de que el resultado final es poco útil para determina-

dos fines (animación, por ejemplo) y eso obliga a rehacer el objeto con modelado de caja con un proceso denominado retopología (retopology).



Figura 10 Modelado escultórico

Fuente: [http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/escultura\\_ejemplo.png](http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/escultura_ejemplo.png)

### 11.3. Superficies y curvas NURB

Es un tipo de modelado se ve cada vez vemos menos, consiste en potencializar el control de determinados contornos del objeto al diseñar.

Tiene mucho potencial para diseño de coches, aviones... siempre que lo que se busque sea un modelado exacto.

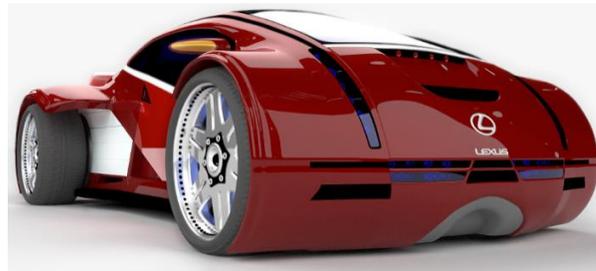


Figura 11 Superficies y curvas NURB

Fuente: [http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/box\\_ejemplo.png](http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/box_ejemplo.png)

### 11.4. Meta-objetos (Meta-objects).

Sin duda es una de las técnicas más abandonadas por los artistas 3D. Se trabaja con objetos que se comportan como gotas de mercurio cuando se aproximan unos a otros.

Los efectos pueden ser sorprendentes y gustan mucho al aprendiz cuando los prueba... pero sus posibilidades creativas son muy limitadas.

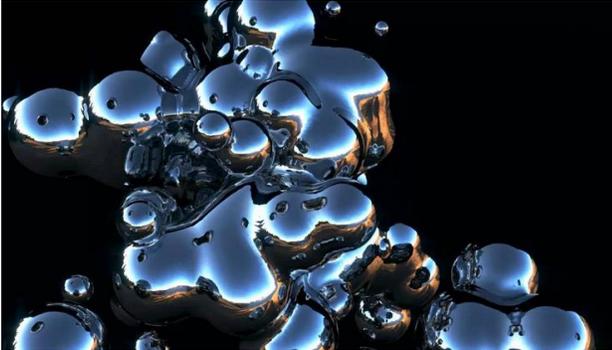


Figura 12: Meta-objetos

Fuente: [http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/metabolas\\_ejemplo.png](http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/DemoModeladoBlender/metabolas_ejemplo.png)

Las transformaciones que se pueden realizar en Blender son realmente muy interesantes, ya que se realizan trabajos de calidad con este software de diseño 3D.



Figura 13: Trabajo final en Blender

Fuente: Propia

## 12. CONCLUSIONES

Es necesarios estar en una constante actualización, ya que en el mundo se mantiene en constante búsqueda de reinención y actualizaciones.

En ese sentido Blender tiene una gran comunidad que realizan actualizaciones al software, permitiendo de esta manera satisfacer las necesidades que requiere el contexto actual.

Se recomienda el uso de este software para enseñar ya que es un programa totalmente gratuito y de código abierto.

El mismo es liviano y ofrece una amplia gama de herramientas esenciales (modelado, renderizado, rigging, edición de video, composición, animación, entre otros).

Ademas su arquitectura 3D es de alta calidad y su interfaz gráfica OpenGL es uniforme en las principales plataformas y personalizable.

## 13. BIBLIOGRAFIA

- 🔖 Installing. (2021), de Blender website: <https://docs.blender.org/manual/es/latest/getting-started/installing>
- 🔖 Requirements. (2021), de Blender website: <https://www.blender.org/download/requirements/>
- 🔖 Interface. (2021), de Blender website: <https://docs.blender.org/manual/es/latest/interface>
- 🔖 Modeling. (2021), de Blender website: <https://docs.blender.org/manual/es/latest/modeling>
- 🔖 OpenGL. (2021), de OpenGL website: <https://www.opengl.org//w>

# ARTICULO 6

# COMPETENCIAS QUE UN PROFESIONAL EN EL ÁREA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA DEBERÍA TENER EN RELACIÓN CON EL DPTO. DE RR.HH

Rubén Darío Sossa Sánchez

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Tarija, Bolivia

Correo electrónico: [dariososs@gmail.com](mailto:dariososs@gmail.com)

## 1. RESUMEN

En este trabajo se describe la evolución de los RR.HH. en las empresas y la necesidad de formar a nuevos profesionales en el área de Ingeniería Informática, con nuevas competencias relacionadas a la gestión de los RR.HH., considerando el grado de Digitalización hoy en día. Se identifican elementos clave para comprender los aspectos que integran las estrategias de un departamento de RRHH permiten proponer las estrategias que integra la transformación digital para el logro adecuado de sus objetivos.

## 2. PALABRAS CLAVE

RR.HH., T.I., Digitalización, Ingeniería Informática.

## 3. INTRODUCCIÓN

RR.HH. es un departamento que se encuentra dentro de las empresas que se dedica a gestionar todo lo relacionado con las personas que trabajan en ella.

Sus comienzos se remontan desde que se crearon las primeras compañías y asociaciones empresariales.

Las funciones de este departamento no han sufrido cambios considerables, sin embargo, las nuevas tecnologías si, por ende es necesario que las empresas modernas utilicen las nuevas herramientas que proporciona esta nueva era Digital.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

Determinar los nuevos retos profesionales en el área de Ingeniería Informática, en relación con el Dpto. de RR.HH., en la era digital.

### 4.2. Objetivos Específicos

- ⦿ Comprender los inicios de RR.HH.
- ⦿ Comprender las funciones que se llevan a cabo en RR.HH.
- ⦿ Comprender los objetivos de RR.HH.
- ⦿ Comprender las políticas y prácticas de RR.HH.
- ⦿ Comprender los procesos básicos de RR.HH.
- ⦿ Comprender las tendencias en el Dpto. de RR.HH.
- ⦿ Comprender la inclusión de las redes sociales en el Dpto. de los RR.HH.
- ⦿ Comprender cómo se aplica la analítica en RR.HH.
- ⦿ Comprender el comportamiento de los equipos de R.RHH. y T.I.
- ⦿ Comprender como se diseñan estrategias

para integrar la transformación digital en las funciones del Dpto. de RR.HH.

## 5. LOS RR.HH.

Se comenzó a hablar de RR.HH., desde que se generaron las primeras compañías y asociaciones empresariales, los RR.HH. estaban presentes.

En el siglo XIV cuando surge el concepto como tal. El economista E. Wight Bakke, comenzó a utilizar el término recursos para hacer referencia a la relación entre empleados y empleadores.

El caso más notable se da tras la aparición en los escritos de la teoría económica del economista Frederick W. Taylor. Economista que introdujo el concepto, derivando en posteriores análisis que, a lo largo del siglo XX, fueron dando forma al término.

## 6. FUNCIONES DE LOS RR.HH.

Entre las funciones que tiene que desempeñar, se destacan las siguientes:

- ⦿ Gestión administrativa de personal.
- ⦿ Reclutamiento y selección de personal.
- ⦿ Formación y desarrollo profesional.
- ⦿ Relaciones laborales.
- ⦿ Prevención de riesgos laborales (PRL).
- ⦿ Evaluación del desempeño.
- ⦿ Beneficios sociales.
- ⦿ Planificación de la plantilla.
- ⦿ Análisis de puestos de trabajo.
- ⦿ Descripción y retribución del puesto de trabajo.

## 7. OBJETIVOS DE RR.HH.

El objetivo de RR.HH., consiste en la planificación, organización, desarrollo, coordinación y control de las técnicas capaces de promover el desempeño eficiente del personal.

Las personas aumentan o disminuyen las fortalezas y las debilidades de una organización, a partir de la forma en la cual son tratadas.

Para lograr el objetivo de la organización de forma eficaz y eficiente, tenemos que:

- ⦿ Ayudar a la organización a cumplir sus objetivos y a realizar su misión.
- ⦿ Proporcionar competitividad dentro de la organización, esto significa saber crear, desarrollar y aplicar las habilidades y las competencias de la fuerza de trabajo
- ⦿ Proporcionar a la organización personas bien entrenadas
- ⦿ Aumentar la automatización y la satisfacción de las personas del trabajo.
- ⦿ Desarrollar y mantener la calidad de vida en el trabajo.

## 8. POLITICAS Y PRACTICAS EN RR.HH.

Las políticas y las prácticas necesarias para la gestión adecuada del RR.HH. son:

- ⦿ Integración del personal a la organización
- ⦿ Socialización y orientación del nuevo personal de la organización
- ⦿ Diseño de trabajos individuales y en equipo, para hacer significativo, agradable y motivador el trabajo
- ⦿ Diseñar recompensas en base a los esfuerzos positivos
- ⦿ Evaluar el desempeño humano y mejorarlo continuamente
- ⦿ Comunicar y transmitir conocimiento
- ⦿ Formar al personal de la organización, para crear una organización de aprendizaje
- ⦿ Ofrecer un adecuado ambiente laboral
- ⦿ Incentivar el desarrollo de la organización

## 9. PROCESOS BÁSICOS EN RR.HH.

Los RR.HH. tiene seis procesos básicos que toda empresa tendría que llevarlos a cabo, a continuación los desarrollaremos:

### 9.1. Proceso para integrar al personal

Son los procesos que permitirán incluir a nuevas personas en la empresa.

En esta etapa se realiza el reclutamiento (la acción de atraer a nuevas personas a la empresa) y la selección (elaborar métodos para elegir a la o las personas para ocupar un puesto vacante) de personal

### 9.2. Proceso para organizar a las personas

Son procesos para diseñar las actividades que las personas realizaran en la empresa, para orientar y acompañar su desempeño.

En esta etapa se realizar el diseño y actualización del organigrama.

También se lleva a cabo el análisis y la descripción de los puestos por medio del manual de funciones de la organización.

Además de la determinación de indicadores que permitan evaluar el desempeño laboral de los trabajadores.

### 9.3. Proceso de recompensas a las personas

Son los procesos para incentivar a las personas.

Por lo general incluyen recompensas, remuneraciones, y prestaciones sociales.

### 9.4. Proceso para desarrollar a las personas

Son los procesos de capacitación, los cuales permiten incrementar el desarrollo profesional y personal.

Implican la adquisición de conocimientos y competencias, relacionadas con el aprendizaje, desarrollo de carreras y programas de comunicación.

### 9.5. Procesos para retener al personal

Son procesos para crear condiciones ambientales y psicológicas satisfactorias para las actividades de las personas, en otras palabras es brindar al trabajador ciertas comodidades que permitan que este trabaje a gusto y se

fidelize con la organización.

Para tal efecto se debe administrar el clima organizacional de la empresa, la disciplina, la higiene, la seguridad y sobre todo la calidad de vida.

### 9.6. Proceso para auditar a las personas

Son los procesos para dar seguimiento y controlar las actividades de las personas y para verificar los resultados.

Incluyen base de datos, sistemas de información.

Todos estos procesos antes mencionados, tienen estrecha relación entre sí, de manera que trabajan como un sistema.

En el caso de que uno no rinda adecuadamente, este tiene una influencia reciproca hacia los otros procesos.

Cada proceso tiende a favorecer o a perjudicar a los demás cuando es bien o mal utilizado.

Un procedimiento rudimentario para integrar personas puede exigir un intenso proceso para desarrollarlas, a efecto de compensar sus fallas.

Si el proceso para recompensar a las personas tiene fallas, entonces requerirá un intenso esfuerzo para retenerlas.

El equilibrio en la conducción de todos estos procesos es fundamental. Por ende los RR.HH., deben trabajar como un sistema abierto e interactivo.

## 10. RETO PARA LA FUNCIÓN DE LOS RR.HH.

El reto para la función de RR.HH. en los próximos años es conseguir integrar la transformación digital en la organización a través de las personas.

Mayte Sáenz, experta en RR.HH., indica que en la actualidad la mejor forma de trabajar es en red, formando equipos multisectoriales que estén dispuestos a compartir información, analizarla y sacar conclusiones que ayuden a mejorar y generar el cambio.

“Todavía desconocemos el potencial de la inteligencia colectiva, pero es un hecho que las nuevas tecnologías favorecen trabajar de otra forma.”

## 11. TENDENCIAS EN RR.HH.

Las redes sociales 360°, son una herramienta fundamental para mostrar la imagen de la marca como empleador o para relacionarse con nuevo talento, desde LinkedIn hasta Instagram, donde se encuentran perfiles más creativos.

A éstas se suman redes internas, que fomenten la conversación dentro de las compañías y favorezcan la escucha de las inquietudes de las personas que componen la organización.

Asimismo, en relación con las redes, también figura la transparencia como reto fundamental, que toma más importancia tras la aparición de Glassdoor, el portal que ofrece información abierta sobre compañías y salarios y que se ha convertido en un fenómeno internacional.

El análisis de la data ayuda a conformar una mejor propuesta de valor a las personas, conocer el target al que se va a dirigir y traducirla en emociones.

Todo ello permitirte personalizar el proceso de selección y convertirlo en una experiencia positiva.

Las organizaciones que quieren llegar a los millennials, a la "Generación Z" y la "Generación G" tienen que volcarse en el entorno Mobile: lo que no aparece en sus smartphones o tablets, no existe.

Las nuevas tecnologías permiten que exista una gestión multidisciplinaria, compuesto por RR.HH., Comunicación, Marketing y Negocio.

Esta transversalidad asegura la combinación de las perspectivas y competencias necesarias para integrar las inquietudes de empleados y negocio, para crear una experiencia única que podrá ser trasladada dentro y fuera de la organización.

## 12. LA INCLUSIÓN DE LAS REDES SOCIALES EN EL ÁREA DE LOS RR.HH.

La introducción de las redes sociales aporta a los empleados, simplificar sus tareas o aumentar su nivel de productividad, mejorando sus capacidades, sus opciones de empleabilidad y de ascenso en la organización.

Sin embargo, la mayoría de los expertos insisten en que

no es suficiente con comprar tecnología y ponerla a disposición de los empleados, sino que resulta necesario, en primer lugar, introducir la tecnología dentro de la cultura de la organización y gestionar el cambio dentro de esta.

## 13. ANALÍTICA EN RR.HH.

La analítica se define como la interpretación de patrones de datos que ayudan a mejorar la toma de decisiones y el rendimiento.

El análisis de RR.HH. es el proceso de medir el impacto de las métricas de RR.HH., como el tiempo de contratación y la tasa de retención, en el rendimiento empresarial.

## 14. LOS EQUIPOS DE RR.HH. Y TI

Los equipos de RR.HH. y T.I. deben trabajar de la mano para crear un proceso más fluido que responda a las preguntas más frecuentes a través de la autoayuda automatizada que está disponible como parte de la estrategia de autoservicio.

La autoayuda consiste en gestionar y organizar el conocimiento correcto de la cara del empleado en un sistema que guía a un empleado a través de las tareas de incorporación, incluyendo la provisión de respuestas a todas las preguntas comunes.

Además de ahorrar tiempo tanto al empleado como al departamento de RR.HH. y T.I., la automatización de los procesos de integración de RR.HH. con la gestión de servicios y los procesos de autoayuda puede ayudar a las organizaciones:

- ⦿ Proporcionar flujos de trabajo y formularios de incorporación para capturar información, obtener aprobaciones y realizar un seguimiento del progreso de las nuevas contrataciones.
- ⦿ Coordinar las tareas multidepartamentales que deben llevarse a cabo en torno a la incorporación de un nuevo empleado (RR.HH., T.I., Instalaciones, etc.).
- ⦿ Facilitar la adquisición de los activos necesarios para apoyar a un empleado en función de su rol (tarjeta de identificación,

ordenadores, teléfonos, equipos, espacio de oficina, etc.).

- ⦿ Facilitar la organización, la publicación y la medición de la eficacia de los conocimientos orientados a los empleados para las nuevas contrataciones, lo que incluye el acceso a las respuestas que necesitan para las preguntas, solicitudes y problemas más comunes.

## 15. ESTRATEGIAS PARA INTEGRAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LAS FUNCIONES DEL DPTO. DE RR.HH.

El Dpto. de RR.HH. debe diseñar estrategias que integren a las nuevas tecnológicas, permitiendo responder a las necesidades actuales del contexto.

Para tal efecto, la empresa debe tener claro qué desea conseguir y cómo lo va a llevar a cabo.

Entre el software que permiten lograr esta integración, podemos destacar:

### 15.1. Software de comunicación

Es un tipo de software que permite crear, implementar y desarrollar un programa de comunicación dentro de la empresa.

Son adecuados para el trabajo en organizaciones empresariales, agencias gubernamentales y instituciones.

El principal uso, consiste en reunir, administrar, distribuir y analizar el total de conocimiento de una organización en términos de documentos, recursos y habilidades.

### 15.2. Software de selección y contratación

Son una tendencia en el ámbito del recruiting (especialidad en RR.HH. que busca determinados candidatos para puestos) ya que facilitan mucho el trabajo.

Su característica principal es que permiten filtrar toda la información recibida de los postulantes a un puesto de trabajo reduciendo en gran medida el volumen de currículos a revisar.

Es muy útil la utilización de este tipo de software, para el proceso de selección y contratación.

### 15.3. Software de seguimiento

Permite la creación de planes de acción, mapas de talento y desarrolla de forma continua el potencial del equipo de trabajo.

Entre sus principales características, tiene la posibilidad de:

- ⦿ Evaluar las competencias de los trabajadores en relación a los objetivos institucionales de la empresa
- ⦿ Mide el clima organizacional de la empresa
- ⦿ Elabora informes de resultados
- ⦿ Diseña matrices de desempeño

### 15.4. Software de control de horario

Permite controlar el horario diario, semanal o mensual de los empleados desde cualquier lugar.

Las principales funcionalidades son:

- ⦿ Realizar una adecuada planificación y seguimiento de tareas
- ⦿ Aprobación de horas trabajadas
- ⦿ Recordatorio y recompensas para trabajadores
- ⦿ Monitorear los horarios
- ⦿ Informes de resultados

### 15.5. Software de gestión documental

Permite disponer de un repositorio de documentos de fácil acceso y con muchas funciones totalmente automatizadas.

Este tipo de software garantiza que el envío se realizará con la máxima seguridad.

### 15.6. Software de análisis de personal

Estos tipos de software transforman cualquier dinámica interna de la empresa en datos cuantificables, que se pueden analizar y comparar.

Gracias a toda esta información, es posible tomar decisiones con mayor rapidez y poder anticiparse a cualquier problema.

## 16. CONCLUSIONES

El departamento de RR.HH. es de vital importancia para la empresa. Ya que una empresa que gestione adecuadamente su personal, tiene ventajas competitivas en relación a su competencia.

Las ventajas competitivas es el factor determinante, ya que marca la diferencia entre una empresa y otra.

Hoy en día los nuevos retos del Dpto. de RR.HH. es la digitalización de los procesos.

Por ende, los nuevos profesionales en el área de Ingeniería Informática, deben generar nuevas competencias, que permitan que la empresa pueda aplicar las nuevas tecnologías, para gestionar adecuadamente los RR.HH. de la empresa.

Las competencias más importantes que un profesional en el área de Ingeniería Informática debería tener en relación con RR.HH., son:

- ⦿ Integrar la planificación y la organización como habilidades de estudio y trabajo colaborativo en el entorno virtual.
- ⦿ Obtener habilidades de análisis, interpretación y estructuración de la información digital.
- ⦿ Capacidad para desempeñar las funciones profesionales de la dirección y gestión de RR.HH. con el apoyo de las técnicas de la información y comunicación más modernas y adecuadas.
- ⦿ Capacidad para el manejo profesional de técnicas informáticas específicas para la optimización de la gestión de los RR.HH.
- ⦿ Capacidad para proponer soluciones innovadoras a los problemas complejos de la empresa, mediante el apoyo de las nuevas tecnologías.

## 17. BIBLIOGRAFIA

- 🔖 El gran reto de las empresas en Employer Branding. (2018), de Equipos&Talento website:
- 🔖 <https://www.equiposytalento.com/noticias/2018/04/04/generar-experiencias-unicas-para-el-talento-el-gran-reto-de-las-empresas-en-employer-branding>
- 🔖 El año de la digitalización de RR.HH. (2019), de ORH15 website:
- 🔖 <https://www.observatoriorh.com/opinion/2019-el-ano-de-la-digitalizacion-de-rrhh.html>
- 🔖 RR.HH. (2021), de Economipedia website:
- 🔖 <https://economipedia.com/>
- 🔖 transformación digital en RR.HH. (2021), de EconomiaDigital website:
- 🔖 <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2018/03/13/5aa802e1e5fdea51178b4605.html>
- 🔖 Analytics. (2021), de Toolbox website:
- 🔖 <https://www.toolbox.com/hr/hr-analytics/articles/what-is-hr-analytics/>

# ARTICULO 7

# SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL HABLA

SUCCI AGUIRRE CLOVIS GUSTAVO

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija -Bolivia

*gustsucc@gmail.comw*

## 1. RESUMEN

Los primeros intentos de desarrollo de sistemas de ASR (Answer Speech Recognition), datan de los años 50. Estos primeros trabajos abordaban el reconocimiento de un vocabulario reducido, del orden de 10 palabras, emitidas por un único locutor. La década de los 60 marca el inicio de tres proyectos que han tenido gran repercusión en el área. Estos proyectos fueron desarrollados por Martin (RCA Labs.), en el campo de la normalización de la voz; Vintsyuck (URSS), en métodos de programación dinámica, y Reddy (CMU), quien introdujo la Inteligencia Artificial en la Interacción Ordenador/Persona.

El reconocimiento de la voz mediante diversas técnicas tales como cadenas ocultas de Markov y Redes Neuronales es tema de investigación constante, obteniendo resultados de distinta performance según el método elegido. En el presente artículo se comentan los resultados de una experiencia en reconocimiento de voz de un individuo, tomando como patrones a ser reconocidos las cifras decimales (0- 9), y utilizando como método una red neuronal de Kohonen. Luego de una fase de entrenamiento y sintonización, produce con solo cien neuronas un aceptable resultado de reconocimiento (65%).

## 2. PALABRAS CLAVE

Reconocimiento automático del habla - interfaces hombre-máquina - inteligencia artificial - señal de voz (procesamiento y análisis) Rede Neuronal. ASR.

## 3. INTRODUCCIÓN

A pesar de la sencillez que parece presentar el problema del habla para los humanos, el estudio de la misma muestra, de forma inmediata, una enorme complejidad. En ella aparecen mezclados varios niveles de descripción, que interactúan entre sí. De esta forma, el problema del reconocimiento del habla presenta una naturaleza interdisciplinaria, y para solucionarlo es necesario aplicar técnicas y conocimientos procedentes de las siguientes áreas (rabiner&juang): procesamiento de señales, física (acústica), reconocimiento de patrones, teoría de la información y comunicaciones, lingüística, fisiología, informática y psicología. Además de la interdisciplinariedad expuesta, existen algunos aspectos prácticos relacionados con el habla que hacen del ASR una tarea difícil. Estos se pueden agrupar en seis categorías (VARILE&ZAMPOLLI):

**1. Continuidad:** en el lenguaje natural no existen separadores entre las unidades, ya que no existen silencios, en algunos casos, ni entre las palabras.

**2. Dependencia del contexto:** cada sonido elemental en los que se puede dividir el habla (fonema) es modificado por el contexto en el que se encuentra. De esta forma, se produce el efecto denominado coarticulación, según el cual los fonemas anterior y posterior a uno dado modifican el aspecto del mismo. Aparecen también efectos de orden superior, dependiendo la pronunciación de un fonema, de su situación en una palabra o incluso en una frase.

**3. Variabilidad:** se pueden distinguir dos tipos de variabi-

lidad. la variabilidad intra-hablante está relacionada con las modificaciones introducidas por un mismo hablante sobre diferentes pronunciaciones de los mismos fonemas o palabras. incluso en idénticas condiciones, cada pronunciación presentará diferencias con las restantes debido a la diferente duración temporal. la variabilidad inter-hablante se debe a aspectos relacionados con el locutor y el entorno, ya que la señal obtenida dependerá de los dispositivos utilizados en su captación, del entorno donde se obtiene y, principalmente, de aspectos anatómicos particulares del aparato fonador de cada hablante.

**4. Necesidades de almacenamiento:** debido a las causas anteriores, se hace necesario procesar y almacenar grandes cantidades de datos.

**5. Estructuración:** la misma señal contiene información sobre varios niveles de descripción. de esta forma, una frase puede ser descrita en el nivel semántico, sintáctico o fonético. por otra parte, una señal de voz contiene información sobre el locutor que la emite. así, es posible distinguir el sexo y la identidad de la persona a partir de la propia señal. un sistema de ASR tendría que determinar qué información de las citadas es de interés para lograr su objetivo.

**6. Inexistencia de reglas de descripción y redundancia:** no existen reglas precisas capaces de describir los diferentes niveles en los que se presenta la información. es más, cada uno de los niveles citados anteriormente aparece fuertemente relacionado con los demás, dificultando el análisis de la voz.

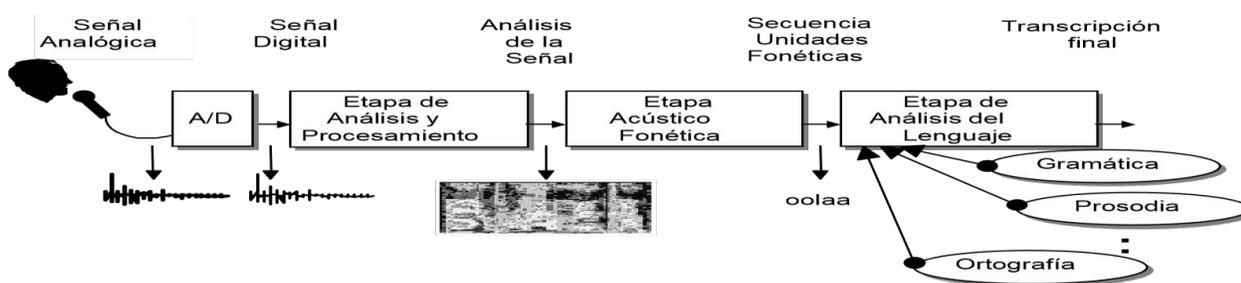


Figura 1: Esquema Reconocimiento del Habla

## 4. RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL HABLA

El reconocimiento de la voz tiene como dificultad principal reconocer el habla sorteando la gran disparidad entre los registros vocales de distintas personas, según su sexo, edad y pronunciaciones típicas correspondientes a distintas zonas geográficas. Todas estas razones hacen que dos personas que pronuncian la misma palabra, posean patrones frecuenciales y temporales en dicha pronunciación radicalmente distintos, y que en apariencia, no guardan similitud alguna.

De los múltiples métodos que pudieran ser usados para el reconocimiento de la voz [3][4][6][11], como análisis espectrales [5][8], estadísticos [12], etc., en el presente trabajo se optó por comentar una solución mediante una red neuronal de Kohonen [1][10]. La elección de esta red

se debe a que su algoritmo de entrenamiento es bastante simple, lo que determina tiempos de aprendizaje aceptables, en comparación con otro tipo de redes, para una misma cantidad de neuronas. Por otra parte, su característica de mapa autoorganizable aporta una vía natural para asociar neuronas cercanas a pronunciaciones similares dentro del espacio de muestras. El espacio de muestras que debe ser aprendido por la red es el constituido por las diez cifras decimales, y se realizó la experiencia con registros sonoros de tres individuos de sexo masculino adultos. Para no tener tiempos de entrenamiento ni de reconocimiento muy extensos, se ha optado por implementar la red con solo 100 neuronas. El sistema ha sido implementado y probado en una plataforma PC, y con una placa de sonido Sound Blaster

#### 4.1. Técnicas más utilizadas aplicadas al Reconocimiento del Habla

Las técnicas que más se utilizan en el reconocimiento automático del habla son:

##### Técnicas de Programación Dinámica (DTW)

Esta técnica consiste en realizar una comparación entre los patrones o plantillas de las que dispone el sistema con la señal acústica recibida como entrada, de esta forma se obtienen posibles candidatos a los que puede pertenecer la señal recibida. Para realizar esta tarea tan compleja se parametriza la señal recibida y se transforma la señal de entrada en coeficientes espectrales para analizarla de forma correcta. Una vez se obtiene los espectros de la señal comienza el proceso de reconocimiento comparándolo con los patrones almacenados. Esta técnica, es utilizada tanto para resolver problemas de reconocimiento de habla continua como aislada. Sin embargo esta técnica suele tener algunos problemas debido a: la duración de la palabra no tiene que ser de una duración determinada, por lo que puede que no coincida con la de la plantilla; y el ritmo con el que se realiza la pronunciación no tiene que mantenerse constante por lo que no se ajustará a la plantilla en ese sentido, ya que este depende de la persona.

##### Modelos Ocultos de Markov (HMM)

Un modelo oculto de Markov se puede considerar como una especie de autómata finito, ya que está formado por una serie de estados que tienen una conexión directa mediante transiciones. El proceso va a dar comienzo en un estado inicial, específicamente diseñado para ello, y cada uno de los estados va a tener asociado un conjunto de probabilidades sobre un grupo de símbolos salientes. Por cada una de las ejecuciones, se va a elegir una transición hacia un estado nuevo, y se va a generar un símbolo de salida relacionado con dicho estado. La elección en cada ejecución de cada transición y símbolo se va realizar en función de probabilidades, y por tanto va a ser una elección completamente aleatoria. La característica principal de los modelos de Markov es no se va a conocer nunca el conjunto de estados por los que el proceso ha realizado el recorrido hasta llegar al conjunto de símbolos obtenidos en la salida, y este es el motivo fundamental por el que se le conoce como Modelo oculto de Markov. Al aplicar los modelos ocultos de Markov al reconocimiento del habla, cada estado va a indicar cuáles son aquellos sonidos que

son más probables para cada segmento del habla, mientras que las transiciones van a ser restricciones temporales para cada uno de esos sonidos, indicando cuáles son sus secuencias de apariciones.

##### Redes Neuronales

El estudio de las redes neuronales fue abandonado prácticamente desde que aparecieron, debido a que no se podía llevar a cabo su entrenamiento con algoritmos que fuesen eficientes. Sin embargo, en la actualidad ha quedado perfectamente demostrado que los modelos basados en las redes neuronales cuentan con una gran potencia desde el punto de vista computacional. Las redes neuronales son una estructura de procesamiento y aprendizaje de información, que está formada por un conjunto de nodos que se denominan neuronas, las cuales están conectadas mediante una serie de pesos. Cada neurona va a recibir una entrada a partir de las conexiones que tiene con el resto de neuronas, y va a producir una salida. Gracias a las ventajas que tienen (capacidad de aprendizaje, tolerancia ante fallos, capacidad de producir respuestas en tiempo real...), las redes neuronales han pasado a ser una de las mejores soluciones para abordar el problema del reconocimiento automático del habla. Sin embargo, los sistemas basados en redes neuronales también tienen algunos inconvenientes como puede ser el elevado tiempo de entrenamiento necesario o el desconocimiento previo del número de nodos que se necesitan para abordar un problema. Esto implica que se haga necesario combinar dichos sistemas con técnicas basadas en programación dinámica y en modelos ocultos de Markov.

## 5. CASO PRÁCTICO

La red utilizada es una red de Kohonen, como ya se menciona. No obstante para el aprendizaje de la misma se divide el proceso en dos fases [1], a saber: una primera fase de entrenamiento clásico donde se presentan en forma continua los distintos patrones a la red, y se modifican las posiciones de las neuronas en función de estos; una segunda y última fase de ajuste fino, también conocida como algoritmo de Cuantización del Vector de Aprendizaje [7][9][13] (Learning Vector Quantization - LVQ) en el cual

primero se caratula cada neurona con una etiqueta con el mismo numero del patrón más próximo, y que en teoría debería representar, y a continuación se van eligiendo al azar pares patron-neurona, corrigiéndose la posición de la neurona mediante un sistema de “premio-castigo”, que se explicara mas adelante. Ambos pasos se realizan en el modulo ‘SOM’ ( por “Self-Organizing Map” ).

<u>NUMERO PRONUNCIADO</u>	<u>TASA DE RECONOCIMIENTO</u>
0	9/10
1	5/10
2	6/10
3	7/10
4	6/10
5	6/10

<u>NUMERO PRONUNCIADO</u>	<u>TASA DE RECONOCIMIENTO</u>
6	8/10
7	6/10
8	4/10
9	7/10

Figura 2: Tasas de Reconocimiento Inicial

### 5.1. Datos y validación de sistemas de ASR

En esta sección discutimos brevemente los datos utilizados para la experimentación.

#### Bases de datos

**1. Peterson:** esta es una pequeña base pública con datos sobre las formantes del inglés que se utilizó en algunas pruebas iniciales de los clasificadores.

**2. TIMIT:** esta base de datos es la más utilizada en el campo del ASR, está formada por unas 6000 frases en idioma inglés. Fue la base utilizada en las primeras pruebas.

**3. TIMEX:** se realizaron tareas conjuntas con la UAM (México) a fin de lograr el corpus de fonemas en castellano que culminó en el diseño, la grabación y etiquetado de un corpus formado por 10 hablantes mexicanos. Las tareas de etiquetado se llevaron a cabo en el Laboratorio de Audiología de la UAM. Se trabajó sobre estas grabaciones etiquetadas de manera de adaptarlas y organizarlas en forma similar al corpus TIMIT (inglés), ya que todas las rutinas de análisis y clasificación se desarrollaron basándose en esta estructura. Para esto, primero se submuestrearon las grabaciones, que originalmente se habían adquirido a 22050 Hz, obteniéndose archivos de señales muestreadas a 16000 Hz. Una vez organizada la base de oraciones, se procedió a la obtención de patrones de entrenamiento y prueba para cinco fonemas, a partir de las rutinas para procesamiento con MFCC, de manera de poder realizar una comparación con los resultados ob-

tenidos para los cinco fonemas más cercanos de TIMIT. Estos patrones se utilizaron para entrenar una red neuronal tipo TDNN, obteniéndose resultados preliminares muy buenos (mejores que para TIMIT) aunque poco significativos debido al pequeño número de hablantes de este corpus.

**4. Latino 40:** esta base está formada por 40 hablantes latinos y desarrollada por el Stanford Research Institute (SRI). Fue la primera base en castellano de tamaño mediano utilizada en el PID. Los experimentos con POF se realizaron con esta base. Un problema que presenta es la gran variabilidad dialéctica de los datos.

**5. Albayzin:** esta es una base en idioma español desarrollada por un grupo de universidades españolas. Se ha podido tener acceso a la misma por colaboración con el Grupo de Investigación en Procesamiento de Señales y Comunicaciones de la Universidad de Granada y se describe adecuadamente en la separata sobre el sistema de referencia, ya que fue utilizada para su desarrollo.

**6. CSLU:** recientemente se adquirieron una serie de datos pertenecientes a conversaciones telefónicas en múltiples idiomas que permiten atacar los problemas de degradación que presenta este canal.

#### Obtención de resultados

Para la obtención de las medidas finales de desempeño de los sistemas se debe estimar el error cometido en alguna tarea particular. Para ello, el método clásico en bases de datos grandes consiste en dividir la base en dos partes y utilizar una para entrenamiento y la otra para prueba. Si bien los primeros resultados se obtuvieron de esta forma, el método clásico presenta limitaciones dado que introduce sesgos debidos a la evaluación de error en la partición particular elegida. Para evitar estos sesgos se puede recurrir al método denominado dejar-k-afuera (LKO, leavek-out) que permite realizar particiones múltiples de los datos y luego estimar el error basándose en el promedio sobre todas estas particiones. Mediante LKO se realizaron los experimentos más recientes.

## 6. PROCESOS DE APRENDIZAJE

El reconocimiento automático del habla consta de dos procesos de aprendizaje diferenciados:

Por un lado un **aprendizaje deductivo** que consiste en la transferencia de conocimientos del hombre a un sistema informático;

Y por otro lado un **aprendizaje inductivo**, aquí se trata de que el sistema sea capaz de obtener esos conocimientos a través de ejemplos. La evolución de los sistemas de reconocimiento de voz hacen que la máquina pueda interpretar como un "sí" no solo si oye esa palabra, sino

también si escucha expresiones equivalentes. Lo que facilita el reconocimiento del lenguaje natural tal y como lo haría un ser humano, con una exactitud por encima del 90%. En este segundo tipo, los ejemplos los constituyen aquellas partes de los sistemas basados en los modelos ocultos de Márkov o en redes neuronales artificiales que son configuradas automáticamente a partir de muestras de aprendizaje.

## 7. ¿POR QUÉ SE DEBE ESTUDIAR EL RECONOCIMIENTO DEL HABLA?

Hablar es el medio más natural para las personas a la hora de comunicarnos. Para interactuar del mismo modo con el mundo digital que nos rodea, lo primero que necesitamos es que las máquinas (el ordenador, el teléfono, el coche, etc.) nos entiendan. El reconocimiento del habla proporciona las herramientas necesarias para transformar la voz en conceptos que después puedan utilizar las máquinas para emprender acciones.

Los sistemas comerciales han estado disponibles desde 1990. A pesar del aparente éxito de estas tecnologías, muy pocas personas utilizan el sistema del reconocimiento del habla en sus computadoras. Parece ser que muchos de los usuarios utilizan el ratón y el teclado para guardar o redactar documentos, porque les resulta más cómodo y rápido a pesar del hecho de que todos podemos hablar a más velocidad de la que tecleamos. Sin embargo, mediante el uso de ambos, el teclado y el reconocimiento del habla, nuestro trabajo sería mucho más

efectivo.

Este sistema donde está siendo más utilizado es en aplicaciones telefónicas: agencias de viajes, atención al cliente, información etc. La mejora de estos sistemas de reconocimiento del habla ha ido aumentando y su eficacia cada vez es mayor.

Con los importantes avances en el lenguaje natural y las tasas de precisión del habla, los avances en la tecnología de reconocimiento del habla han llevado a una creciente presión para que las empresas construyan experiencias habilitadas por la voz que superen las expectativas de los usuarios. Las mejoras en tándem en la IA, la computación en nube y la ciencia de los datos han permitido que la tecnología como el comando de voz avance a velocidades sin precedentes, cambiando la forma en que las empresas diseñan sus tácticas de servicio al cliente.

## 8. CONCLUSIONES

El trabajo muestra un aceptable comportamiento de la red neuronal de Kohonen frente a la tarea de reconocimiento de un patrón tan estocástico como lo es la voz. Aunque su tasa de acierto dista aún mucho de las obtenidas mediante otros métodos, existen muchas variables en la red neuronal que pueden ser ajustadas para lograr mejores comportamientos de la misma; entre ellas, se pueden considerar:

- Número de neuronas de la red.
- Dimensión de los patrones y de dichas neuronas.
- Cantidad de locutores y de archivos sonoros utilizados en el entrenamiento.
- Método de codificación o mapeo elegido para la aplicación
- Valores de los coeficientes de aprendizaje y sintonización, y forma de decaimiento en el tiempo.

Todos estos factores interrelacionados contribuirían a mejorar el rendimiento de la red.

La sílaba tiene muchas propiedades que son deseables para la computación vectorial: 1) los modelos basados en sílabas pueden ser conducidos a remover las ramificaciones durante la ejecución y 2) los modelos basados en sílabas son una unidad de organización natural para reducir la computación redundante y define el espacio de búsqueda.

De la misma forma aunque este trabajo no explora los beneficios de la programación paralela, algunas de las conclusiones de este trabajo son aplicables al procesamiento concurrente. A saber, la combinación de información de múltiples cadenas de Markov es una operación obviamente concurrente. El decodificador de dos niveles de Fosler-Lussier puede ser mapeado cuidadosamente en una máquina de procesador múltiple, dado que las probabilidades de diferentes palabras son calculadas independientemente.

Si este es el caso, usando máquinas paralelas y concurrentes puede ser ampliamente ventajosa la investigación del reconocimiento de voz. Asimismo, la combinación de la metodología empleada en el presente trabajo al unirse con la basada en fonemas abre un campo de estudio relevante. Un punto importante que puede incrementar el camino de la investigación en lo que a la inmersión de las sílabas a los sistemas de reconocimiento se refiere, es el hecho de introducir un conjunto de filtros que permitan determinar de manera adecuada las manifestaciones de fonemas de mayor ocurrencia en un corpus de voz que conforman a las sílabas. Además, la particularidad de mejorar el problema de la entonación logrará incrementar el alcance que la sílaba tiene dentro del idioma español.

Finalmente, los trifenemas pueden ser analizados como unidades de reconocimiento y comparar los resultados que se obtengan con los expuestos en este trabajo, procurando establecer una alternativa de utilización de ambas unidades esenciales. Hay idiomas donde la sílaba es una muy buena alternativa, en otros no, tal es el caso del idioma Español.

## 9. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ❏ LOPEZ-COZAR R., MILONE D. H. "A new technique based on augmented language models to improve the performance of spoken dialogue systems". En: EuroSpeech. 2001, 2001:741-744.
- ❏ LOPEZ-COZAR R., RUBIO A. J., BENITEZ M., MILONE D. H. "Restricciones de funcionamiento en tiempo real de un sistema automático de dialogo". En: Revista de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural, 26, 2000:169-174.
- ❏ MALLAT S. G. A Wavelet Tour of signal Processing. 2 da. ed. Academic Press, New York, 1999.
- ❏ MARTINEZ C. E., RUFINER H. L., "Acoustic Analysis of Speech for Detection of Laryngeal Pathologies". En: Proceedings of the Chicago 2000 World Congress IEEE EMBS, Paper No. TH-Aa325-07, Chicago, July 2000.
- ❏ MARTINEZ S., "Desarrollo de herramientas computacionales para la detección del nivel de audición y apoyo en el aprendizaje del habla para niños sordos e hipoacúsicos", Tesina de grado, Bioingeniería, FIUNER, 2001.
- ❏ MILONE D. H. "Reconocimiento automático del habla con redes neuronales artificiales". 2001. Inédito.
- ❏ MILONE D. H., MERELO J. J. "Evolutionary algorithm for speech segmentation". En: 2002 IEEE World Congress on Computational Intelligence, Hilton Hawaiian Village Hotel, Honolulu, 2002. Paper No. 7270.
- ❏ MILONE D. H., RUBIO A. J. "Including prosodic cues in asr systems". En: Proceedings 5 th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001) and the 7th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS 2001), Orlando, Julio 2001. Paper No. IS0051403.----- . "Prosodic and accentual information for automatic speech recognition". En: IEEE Trans. on Speech and Audio Processing, 11(4), 2003: 321333.

- ❑ MILONE D. H., RUBIO A. J., LOPEZ-COZAR R. "Modelos de lenguaje variantes en el tiempo". Memorias del XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, Oaxtepec, México, 10-13 de Octubre 2001.
- ❑ MILONE D. H., SAEZ J. C., SIMON G., RUFINER H. L. "Self-organizing neural tree networks". En: Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Hong Kong, 3, 1998a:1348-1351.----. "Árboles de redes neuronales autoorganizativas". En: Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, 19(4), 1998b:1326.
- ❑ RABINER L., JUANG B. H. Fundamentals of Speech Recognition. Signal Processing Series. Prentice-Hall, 1993.
- ❑ RUFINER H. L., GODDARD J., MARTINEZ A. E., MARTINEZ F. M. "Basis pursuit applied to speech signals". En: Proceedings 5th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001) and the 7th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS 2001), Orlando, July 2001:517520.
- ❑ RUFINER H. L. "Comparación entre análisis onditas y Fourier aplicados al reconocimiento automático del habla". Master's thesis, Universidad Autónoma Metropolitana, Diciembre 1996 ( Inédito ).----. "Modelización biológica, redes neuronales y HMM's aplicados al reconocimiento automático del habla". Informe de avance, Beca de investigación Conicet, CONICET, 1994.
- ❑ RUFINER H. L., CORNEJO J. M., CADENA M., HERRERA E. "Laboratorio de voz". Anales del VIII Congreso de la Asociación Mexicana de Audiología, Foniatría y Comunicación Humana, Veracruz, México, 1997.
- ❑ RUFINER H. L., ROCHA L. F., GODDARD J. "Denosing of speech using sparse representations". Proc. of the International Conference on Acoustic, Speech & Signal Processing, 2002:989-992.
- ❑ ARONSON L., RUFINER L., FURMANSKY H., ESTIENE P. "Características acústicas de las vocales del español rioplatense". En: Fonoaudiológica, 46 (2), 2000:12-20.
- ❑ DELLER J., PROAKIS J., HANSEN J. Discrete Time Processing of Speech Signals. Macmillan Publishing, New York, 1993.
- ❑ GAMERO L. G., RUFINER H. L. "Paquetes de onditas evolutivas para clasificación de señales". En: Anales del Ier Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, 1, 1998:784-787.
- ❑ GAMERO L. G., PLASTINO A., TORRES M. E. "Wavelet analysis and nonlinear dynamics in a non extensive setting". En: Physica A. 246, 1997:487-509.
- ❑ GODDARD J. C., MARTINEZ F. M., MARTINEZ A. E., CORNEJO J. M., RUFINER H. L., ACEVEDO R. C. "Redes neuronales y Árboles de decisión: Un enfoque híbrido". Memorias del Simposium Internacional de Computación organizado por el Instituto Politécnico Nacional, 1995.





**DIS**  
Departamento de  
Informática y Sistemas



Tarija - Bolivia



Universidad Autónoma  
Juan Misael Saracho