

C&T

Review Journal

Rigchary

Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología

Volumen 1, septiembre 2019 ISSN

2706-543X

/ BN

N°

2019-11889



Versión Online



**Ciencias Exactas,
Ingenierías y de Materiales**



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC



Comité Editorial

- **Editor General:** Dr. Ecler Mamani Vilca
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Técnico:

- Dr. José Luis Merma Aroni
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú
- M.Sc. Mario Aquino Cruz
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Dr. Manuel J. Ibarra Cabrera
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Dr. Yalmar Ponce Atencio
Micaela Nacional de Juliaca, Perú
- Dr. Leonel Coyla Idme
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Dr. José Luis Herrera Salazar
Universidad Norbert Wiener, Perú
- Mag. Olga Jaramillo
Santa Fe Community College, Estados Unidos
- Dr. Edwar Ilasaca Cahuata
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Mag. Yonatan Mamani Coaquira
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Editorial:

- Mag. Marleny Peralta Ascue
Universidad Privada de Tacna, Perú
- Mag. Rafael Quispe Merma
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- Ing. Ebert Gómez Aiquipa
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- MBA. Evelyn Naida Luque Ochoa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Kevin Arnold Arias Figueroa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Alejandrina Huaylla Quispe
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Mag. Betsabe M. Ccolque Ruiz
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Miguel Alfaro
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú

Periodicidad: Semestral

Vol. 1 Núm. 1 año (2019)

Áreas temáticas: Ciencias exactas, ingenierías y de materiales

Editorial: UNAMBA – Perú

Vice Rectorado de Investigación

ISSN: 2706-543X- **ISSN:** 2810-8124 (e)

Editorial

Con satisfacción presentamos esta edición dedicada a las ciencias exactas, ingeniería y materiales, áreas fundamentales para el desarrollo científico y tecnológico. Esta publicación busca difundir investigaciones que aporten innovación, conocimiento y soluciones frente a los desafíos actuales.

Esperamos contribuir al fortalecimiento de la investigación y motivar a estudiantes, docentes e investigadores a seguir promoviendo la ciencia como base del desarrollo y progreso de nuestra sociedad.

Director: Dr. Ecler Mamani Vilca





C & T Riqchary

Revista de investigación - UNAMBA

Autores

- Bixbi Tapia
- Manuel J. Ibarra
- Alfredo Fernandez
- Michael A. Pimentel Palomino
- Ecler Mamani Vilca
- Wilson Mollocondo Flores
- Hamely Sarmiento
- Marleny Peralta
- José L. Merma
- Jenrry A. Quispe
- Leonel Coyla
- Luzmery Achulli Valderrama
- Renzo Apaza
- Gina F.
- Charaja, Vladimiro Ibañez
- Ernesto N. Tumi
- Nilton Brayaam Hurtado Mendoza
- Cari Incahuanaco Francisco

- © Dr. Ecler Mamani Vilca / Director del Comité Editorial

Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138

Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Tiraje: 500 ejemplares

Volumen 1 Número 1 – 2019

Se terminó de imprimir en El Misti EIRL

RUC 20450599108 - Cel: 950-509953, imprentamisti@hotmail.com

01	Mobile application for the calculation of electricity consumption in digital meter devices
02	Aplicación móvil para el cálculo del consumo eléctrico en dispositivos de medición digital.
03	Analysis of the corn dehydration process (Zea Mays) in a fluidized bed drye
04	Análisis del proceso de deshidratación del maíz (Zea Mays) en un secador de lecho fluidizado
05	3D modeling with the Three Framework of the Colonial Temple of Chuquinga Aymaraes – Perú
06	Modelado 3D con Three JS Framework del Templo Colonial de Chuquinha Aymaraes — Perú
07	Business intelligence model using Pentaho for academic management at UNAMBA
08	Análisis de las características laborales de los trabajadores de construcción civil, inscritos en el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil en el ámbito de la Región Puno 2015-2017
09	Software for certification of professional ability CIP - CD Apurímac, Abancay
10	Relationship between the use of computer technology and teaching methods in a Public University
11	Sistema de detección y reconocimiento facial mediante técnicas híbridas en imágenes y secuencias de vídeo.
12	Agente Inteligente con reconocimiento de voz usando Lógica Difusa para mejorar el proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la UNAMBA

Mobile application for the calculation of electricity consumption in digital meter devices

Bixbi Tapia, Manuel J. Ibarra

Resumen— The purpose of this research was to develop a mobile application based on OCR (Optical Character Recognition), to reduce errors in the readings of electric power meters that are presented monthly in Electro Sur Este SAA company, which are harmful for customers, they are not satisfied with their invoices and have to make unnecessary expenses to correct the errors. The research was experimental with pre-test and post-test with a single group design. The SCRUM methodology was applied based on an iterative and incremental agile process. The sample was of 295 meters of users of the Province of Grau, district of Chuquibambilla that work with CQ01 feeder. The results of Mobile Application usability for the reading the digital meters machine show that it was possible to reduce from 9 errors to 0 errors, and the time of reading and processing of data also decreased; the number of anomalous readings was also reduced, and finally the number of users's complaints reduced from 18 to 9 related to excessive consumption. Finally, the conclusion is that Mobile Application based on Optical Character Recognition is a tool for the reduction of errors of readings of digital electric meters.

Palabras clave— OCR, lectura medidor, aplicación móvil, Android, luz

1 INTRODUCCIÓN

La visión artificial ha evolucionado rápidamente en estos últimos años, gracias a sus técnicas y métodos basados en la captura de imágenes que posteriormente son procesadas de forma digital para así extraer información requerida.

Este trabajo de investigación reduce la cantidad de errores en la lectura de los medidores eléctricos analógicos usando una aplicación móvil basada en el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) en Electro Sur Este S.A.A, obteniendo datos confiables y más seguros. OCR es un mecanismo de reconocimiento óptico de caracteres que permite reconocer los caracteres o números de una imagen dada (1)(2) y tiene sus etapas definidas. (3)

El trabajo de investigación también se centra en reducir el tiempo por lectura realizada de los medidores, detectar las lecturas anómalas que se encuentran fuera del rango de consumo de un cliente normal, para posteriormente dar una solución inmediata por los técnicos de mantenimiento, y por último disminuir los reclamos por excesivos consumos facturados realizado mensualmente por los clientes descontentos.

(ISO 9001).

Esta investigación es aplicada de nivel experimental y diseño pre-test post-test con un solo grupo, teniendo una muestra de 295 medidores de la provincia de Grau, distrito de Chuquibambilla, este proyecto se desarrolla mediante la metodología ágil SCRUM.

En la primera etapa se identifican los requerimientos para el desarrollo de la aplicación móvil mediante un algoritmo de OCR denominado tesseract-ocr, en seguida se obtienen las lecturas mediante la aplicación móvil desde un celular o Tablet (4), la cual posteriormente será comparada con el padrón de lectura registrado manualmente, y mediante la comparación se obtiene la cantidad de lecturas erradas.

2 TRABAJOS RELACIONADOS

Barragán del Pozo Edgar Edison realizó un trabajo de investigación titulado "Diseño e Implementación del Sistema de Control Vehicular Utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización Industrial de la

E.I.S.". La inseguridad ha sido un problema que ha afectado a toda la sociedad, solo en la ciudad de Riobamba las estadísticas de los últimos 4 años indica que existe un promedio de 25 robos de vehículos anualmente. El objetivo del trabajo fue diseñar e implementar un sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), que permita obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad. Se tomó una muestra de 10 estudiantes de la E.I.S., para que observen las 10 placas vehiculares, obteniendo una confiabilidad del 90%, el tiempo empleado que se tarda el sistema de Control vehicular en reconocer el número de placa y emitir la señal de alarma está en un tiempo promedio de 8.3435 segundos.

La conclusión fue que el Sistema de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización de la E.I.S., asegura la rapidez y confiabilidad. El prototipo implementado asegura el correcto reconocimiento de caracteres de forma eficiente y confiable cuando la placa del vehículo adquirida tiene un ángulo de 0 grados y así la imagen tomada es precisa para aplicar la técnica de OCR.

Laine Mikael, Nevalainen Olli S. (1) realizaron una investigación titulada "Un Sistema Autónomo de OCR para Teléfonos con Cámara Móvil", Universidad de Turku, Finlandia 2006. El propósito de este trabajo fue demostrar que las cámaras móviles actuales son capaces de ejecutar el software de OCR sin depender de hardware o instalaciones proporcionadas por la red dedicada.

El sistema se limita a reconocer las letras mayúsculas en inglés impreso en negro, sobre un fondo blanco. Las oportunidades y las dificultades relacionadas con traer OCR para funcionar en plataformas móviles que tienen la capacidad de captura de imágenes también se discuten en términos más generales. Sin embargo, los resultados fueron alentadores en que binarización, segmentación y OCR se podría hacer en un teléfono con cámara estándar con un solo procesador.

Loh Zhi Chang, Zhon ZhiYing Steven (6), realizaron un trabajo de investigación titulado "Las Técnicas de pre-procesamiento robusto para aplicaciones de OCR en Dispositivos Móviles" en la Universidad Nacional de Singapur. En este trabajo, se proponen dos técnicas de pre-procesamiento para la aplicación OCR móvil. La primera técnica de ayuda para localizar una señal en una imagen natural de manera eficiente, mientras que la segunda técnica implementa algoritmo de umbral de Otsu para convertir las imágenes en una imagen binaria. Estas técnicas fueron implementadas en una aplicación móvil de OCR que se desarrolla utilizando el escritorio de la biblioteca

- Bixbi Tapia Suelto, Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, bixbi_ts@gmail.com
- Manuel J. Ibarra Cabrera, Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, manuelibarra@gmail.com

de fuentes abiertas. Después de la implementación, la aplicación de OCR se prueba con 50 imágenes de signos para verificar la exactitud. Los resultados experimentales han demostrado que estas técnicas pueden mejorar significativamente la precisión de OCR y disminuir el tiempo total de cálculo.

3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

3.1 Módulos de la aplicación

Esta aplicación resuelve las necesidades del área comercial, optimizando el proceso de lectura de medidores y obteniendo datos confiables. Cuenta con un diseño agradable de fácil utilización y con una gama de herramientas que permite realizar las tareas rápidamente.

La aplicación móvil consta de cuatro módulos principales que son: Módulo de Inicio de Sesión, Módulo de Importación, Módulo de Lectura y Módulo Exportación.

Módulo de inicio de sesión: Para la autenticación de los usuarios que acceden a la aplicación móvil, desde el administrador hasta los usuarios.

Módulo de importación: Para realizar el proceso de lectura de los medidores eléctricos es necesario contar con el archivo .xls que se exporta del sistema SIELSE y se comparte en el Dropbox.

Una vez que el usuario se loguee, e ingrese a la aplicación, se activa este módulo donde indica el tipo de ejecutor, nombre del trabajador, la ruta asignada a lecturar y la opción de importar el marco de trabajo.

Módulo de lectura: Una vez importado el archivo .xls, el usuario podrá ver todo el maco de trabajo asignado, y podrá realizar la operación de captura de imagen del medidor eléctrico, para luego procesar dicha imagen y obtener la información requerida

Módulo de exportación: Al finalizar el proceso de lectura de medidores, el usuario podrá exportar la data y compartirla en el Dropbox.

3.2 Arquitectura lógica de la aplicación

Lógicamente el sistema funciona con un servidor de base de datos en Electro Sur Este, al cual acceden los usuarios que trabajan en el área de informática, mientras que los usuarios de campo utilizan la aplicación móvil y guarda los datos localmente y luego se sincroniza mediante dropbox con la base de datos central. La figura muestra la Arquitectura lógica de la aplicación



Figura 1. Arquitectura Lógica de la aplicación

3.3 Programación en Android

Se utiliza como gestor de base de datos SQLite. SQLite no es una base de datos cliente-servidor, sino que enlaza con el propio programa, integrándose como una parte más del mismo.

El modelo vista controlador, es un patrón que divide la aplicación en tres niveles distintos, uno que presenta la interfaz gráfica (vista), otro que presenta el tratamiento de datos (modelo) y otro que se encarga de toda la lógica que se tiene que llevar a cabo por la aplicación (controlador).

En Android se tiene un MVC peculiar, las vistas se crean en XML, y cada una de estas vistas tiene asociado una Activity que la gestiona.

Por lo tanto, el esquema real del MVC en Android se muestra en la Figura 2:

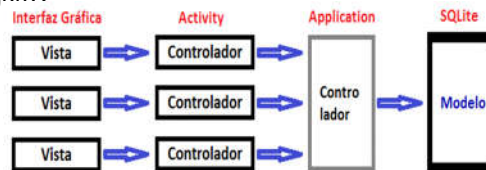


Figura 2. MVC en Android

3.4 Sprint Back Log

La lista de requisitos se muestra en la tabla 1

Tabla 1. lista de requisitos o Sprint BackLog del sistema

ID	Nombre de la historia	Importancia	Estimación	Sprint
1	Ingreso a la aplicación (inicio de sesión)	1	3	1
2	Importar padrón de lectura (marco de trabajo), a la aplicación móvil.	5	5	2
3	Administrar marco de trabajo (padrón de lectura digital)	4	3	2
4	Proceso de captura de la imagen del medidor eléctrico	6	8	3
5	Proceso OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres)	7	13	4
6	Generación del nuevo padrón de lectura	3	5	5
7	Exportar padrón de lectura	2	2	5

3.5 Interfaces de usuario

Los dispositivos móviles están cautivando cada vez más el interés de las personas, en el área educativa, salud y otras áreas (7), (8). El diseño de interfaces para dispositivos móviles es cada vez más complejo y tiene sus dificultades al momento de realizar proyectos (9).

La Figura 3 muestra un ejemplo de la interfaz de usuario para registrar una nueva lectura del medidor, Figura 3.

ALME
Lectura de Medidores

IMPORTAR LECTURA

TRO: MARCO DE TRABAJO

COD CLIENTE : 1050201000002

COD MEDIDOR : 606930676

LEC ANTERIOR : 238

LEC ACTUAL :

TIEMPO :

FECHA : 12/6/2017

PROMEDIO : 15

DIFERENCIA :

OBSERVACIÓN :

LECTURAR GUARDAR

Figura 3. Interfaz para lectura de medidor

La aplicación móvil muestra el código del cliente y el código del medidor, la lectura anterior y el consumo promedio (cargado desde una base de datos) y se debe ingresar la lectura actual.

3.6 Código Fuente

A continuación se muestra el código fuente de la aplicación móvil.

La Figura 4 muestra el código fuente para cargar el hardware de la cámara

```
Camera.AutoFocusCallback autoFocusCallback = new Camera.AutoFocusCallback() {
    @Override
    public void onAutoFocus(boolean success, Camera camera) {}
};
private MotorCamara(SurfaceHolder surfaceHolder) {
    this.surfaceHolder = surfaceHolder;
}
static public MotorCamara New(SurfaceHolder surfaceHolder) {
    Log.d(TAG, "Creación de un motor de cámara");
    return new MotorCamara(surfaceHolder);
}
public void requestFocus() {
    if (camera == null)
        return;
    if (isOn()) {
        camera.autoFocus(autoFocusCallback);
    }
}
public void start() {
    Log.d(TAG, "Ingresando MotorCamara - start ()");
    this.camera = UtilCamara.getCamera();
    if (this.camera == null)
        return;
    Log.d(TAG, "Hardware de la cámara");
    try {
        this.camera.setPreviewDisplay(this.surfaceHolder);
        this.camera.setDisplayOrientation(90);
        this.camera.startPreview();
        on = true;
        Log.d(TAG, "Se inició la previsualización de MotorCamara");
    } catch (IOException e) {
        Log.e(TAG, "Error en setPreviewDisplay");
    }
}
public void stop() {
    if (camera != null) {
        camera.release();
        camera = null;
    }
    on = false;
    Log.d(TAG, "Deteniendo MotorCamara");
}
public void takeShot(Camera.ShutterCallback shutterCallback,
                    Camera.PictureCallback rawPictureCallback,
                    Camera.PictureCallback jpegPictureCallback) {
    if (isOn()) {
        camera.takePicture(shutterCallback, rawPictureCallback, jpegPictureCallback);
    }
}
```

Figura 4. Código Fuente para cargar el hardware de la cámara

En la Figura 5 se muestra el código fuente del OCR de la cámara.

```
public class OcrCamara extends FragmentActivity implements {
    static final String TAG = "DBG_" + OcrCamara.class.getName();
    Button shutterButton;
    Button focusButton, btnok;
    Chronometer cronometro;
    VistCuadroEnfoque focusBox;
    SurfaceView cameraFrame;
    MotorCamara cameraEngine;
```

```
String value1, datoCliente;
TextView textocronometro;
@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.fm_ocr);
}
@Override
public void surfaceCreated(SurfaceHolder holder) {
    Log.d(TAG, "Entorno creado - camara encendida");
    if (cameraEngine != null && !cameraEngine.isOn()) {
        cameraEngine.start();
    }
    if (cameraEngine != null && cameraEngine.isOn()) {
        Log.d(TAG, "Motor de la cámara se inicio");
        return;
    }
    cameraEngine = MotorCamara.New(holder);
    cameraEngine.start();
    cronometro.setBase(SystemClock.elapsedRealtime());
    cronometro.start();
    Log.d(TAG, "Se inició el motor de la cámara");
}
@Override
public void surfaceChanged(SurfaceHolder holder, int format, int width, int height) {}
@Override
public void surfaceDestroyed(SurfaceHolder holder) {}
@Override
protected void onResume() {
    super.onResume();
    cameraFrame = (SurfaceView) findViewById(R.id.camera_frame);
    shutterButton = (Button) findViewById(R.id.shutter_button);
    focusBox = (VistCuadroEnfoque) findViewById(R.id.focus_box);
    focusButton = (Button) findViewById(R.id.focus_button);
    btnok = (Button) findViewById(R.id.btnOk);
    ;
    cronometro = (Chronometer) findViewById(R.id.chronometer2);
    textocronometro =
```

```

tro=(TextView)findViewById(R.id.textVi
ew2);

    shutterBut-
ton.setOnClickListener(this);
    focusBut-
ton.setOnClickListener(this);

btnok.setOnClickListener(this);
    Intent intent =
this.getIntent();
    Bundle extras = in-
tent.getExtras();

    if (extras != null) { //ver si
contiene datos
        datoCliente = (String)
extras.get("codcliente");
        textocronome-
tro.setText(datoCliente);
    }
    SurfaceHolder surfaceHolder =
cameraFrame.getHolder();
    surfaceHol-
der.addCallback(this);
    surfaceHol-
der.setType(SurfaceHolder.SURFACE_TYPE
_PUSH_BUFFERS);

    cameraFra-
me.setOnClickListener(this);
}

@Override
protected void onPause() {
    super.onPause();
    if (cameraEngine != null &&
cameraEngine.isOn()) {
        cameraEngi-
ne.stop();
    }
    SurfaceHolder surfaceHolder =
cameraFrame.getHolder();
    surfaceHol-
der.removeCallback(this);
}
@Override
public void onClick(View v) {
    if(v == shutterButton){
        if(cameraEngine != null &&
cameraEngine.isOn()){
            cameraEngi-
ne.takeShot(this, this, this);
        }
    }
    if(v == focusButton){
        if(cameraEngine!=null &&
cameraEngine.isOn()){
            cameraEngi-
ne.requestFocus();
        }
    }
}

```

```

if(v == btnok){
    if(cameraEngine!=null &&
cameraEngine.isOn()){
        onBackPressed(); } }
}
@Override
public void onPictureTaken(byte[]
data, Camera camera) {
    Log.d(TAG, "Foto tomada\n");

    if (data == null) {
        Log.d(TAG, "Tiene datos
nulos");
        return;
    }
    Bitmap bmp = Herramien-
tas.getFocusedBitmap(this, camera,
data, focusBox.getBox());
    Log.d(TAG, "Tiene mapa de
bits");
    Log.d(TAG, "Inicialización de
TessBaseApi");
    new TessMotorAsin-
crono().executeOnExecutor(AsyncTask.SE
RIAL_EXECUTOR, this, bmp); } }

```

Figura 5. Código Fuente del OCR

7.3 Conclusiones

Se implementó la aplicación móvil basado en OCR para la reducción de los errores de lecturas de los medidores eléctricos de ELSE, en la fase de implementación se utilizó las herramientas: lenguaje de programación Java mediante la plataforma de Android Studio

Se redujo la cantidad de errores de lectura de medidores usando la aplicación móvil basada en OCR en un 100% que equivale a 9 lecturas erradas, validado mediante la prueba $Z_{c}=3.0417>1.645$ por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basada en OCR reduce la cantidad de errores de lecturas de los medidores de Electro Sur Este S.A.A.

Se redujo el tiempo por lectura realizada de cada medidor de un promedio de 13.14 segundos a 9.73 segundos, validado mediante la prueba de Z , $p=0.000<\alpha=0.05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basado en OCR reduce el tiempo por lectura realizada.

Se detectó en un 1% las lecturas anómalas que se encuentra fuera del rango promedio de consumo de un cliente, además 3% de lecturas refacturadas y 96% de lecturas normales.

Se redujo la cantidad de reclamos ingresados, validado mediante la prueba Z , $z_c=4.8>2.353$, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basada en OCR reduce el tiempo por lectura realizada.

Como trabajo futuro se pretende desarrollar una nueva versión para ALME, que haga uso de una conexión directa con el sistema SIELSE y actualice los datos en tiempo real.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos Electro Sur Este S.A., por permitir utilizar los datos de la empresa y a su vez por dar las facilidades del caso para la implementación de esta aplicación.

REFERENCIAS

- [1] M. Laine and O. S. Nevalainen, "A standalone OCR system for mobile cameraphones," in *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2006 IEEE 17th International Symposium on*, 2006, pp. 1–5.
- [2] F. Cuevas, "Reconocimiento de caracteres con redes

- neuronales," *Rev. Investig. y Tecnol.*, p. 30, 2012.
- [3] S. Fernández, C. Javier, and V. Sardonis Consuegra, "Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)," *Univ. Carlo*, vol. 3, no. 7, p. 2008, 2008.
- [4] R. Santiago, S. Trbaldo, M. Kamijo, and Á. Fernández, *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*. Editorial Océano, 2015.
- [5] E. E. Barragán Del Pozo, "Diseño e Implementación de un Sistema de Control Vehicular Utilizando Reconocimiento Optico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.," 2012.
- [6] L. Z. Chang and S. Z. ZhiYing, "Robust pre-processing techniques for OCR applications on mobile devices," in *Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems*, 2009, p. 60.
- [7] C. C. Valero, M. R. Redondo, and A. S. Palacín, "Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación," *La Educ. Digit. Mag.*, vol. 147, pp. 1–21, 2012.
- [8] M. C. G. Mantilla, L. L. C. Ariza, and B. M. Delgado, "Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles," *Tecnura Tecnol. y Cult. Afirmando el Conoc.*, vol. 18, no. 40, pp. 20–35, 2014.
- [9] J. Cuello and J. Vittone, *Diseñando apps para móviles*. José Vittone—Javier Cuello, 2013.
- Bixby Tapia.** Se graduó en el año 2017 en Ingeniería Informática y Sistemas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y realizó sus prácticas pre profesionales en Electro Sur Este S.A.
- Manuel J. Ibarra,** nacido en Cusco. Título obtenido como Ingeniero Informático y de Sistemas en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco en el 2002. Magister en Ciencias, mención Computación, grado obtenido en la Universidad de Chile en el 2011.
-

Aplicación móvil para el cálculo del consumo eléctrico en dispositivos de medición digital.

Mobile application for the calculation of electricity consumption in digital meter devices

Bixbi Tapia Sueldo¹, <https://orcid.org/0000-0002-6819-3270>

Manuel J. Ibarra², <https://orcid.org/0000-0001-6711-4916>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, bixbi_ts@gmail.com, Abancay, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, manuelibarra@gmail.com, Abancay, Perú

Resumen - El objetivo de esta investigación fue desarrollar una aplicación móvil basada en Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) para reducir los errores en las lecturas de los medidores de energía eléctrica que se presentan mensualmente en la empresa Electro Sur Este. Estos errores perjudican a los clientes, quienes no están satisfechos con sus facturas y deben incurrir en gastos innecesarios para corregirlos. La investigación fue experimental, con preprueba y posprueba, y se realizó con un diseño de grupo único. La metodología aplicada se basó en un proceso ágil iterativo e incremental. La muestra estuvo compuesta por 295 medidores de usuarios de la provincia de Grau, distrito de Chuquibambilla, que opera con el alimentador 01. Los resultados de la usabilidad de la aplicación móvil para la lectura de los medidores digitales muestran que se logró reducir los errores de 9 a 0, disminuyendo también el tiempo de lectura y procesamiento de datos; se redujo el número de lecturas anómalas y, finalmente, el número de quejas de los usuarios por consumo excesivo disminuyó de 18 a 9. En conclusión, la aplicación móvil basada en OCR es una herramienta eficaz para la reducción de errores en las lecturas de medidores eléctricos digitales.

Palabras clave: OCR, lectura medidor, aplicación móvil, Android, luz

Abstract - The purpose of this research was to develop a mobile application based on (Optical Character Recognition), to reduce errors in the readings of electric power meters that are presented monthly in Electro Sur Este company, which are harmful for customers, they are not satisfied with their invoices and have to make unnecessary expenses to correct the errors. The research was experimental with pre-test and post-test with a single group design. The methodology was applied based on an iterative and incremental agile process. The sample was of 295 meters of users of the Province of Grau, district of Chuquibambilla that work with 01 feeder. The results of Mobile Application usability for the reading the digital meters machine show that it was possible to reduce from 9 errors to 0 errors, and the time of reading and processing of data also decreased; the number of anomalous readings was also reduced, and finally the number of users's complaints reduced from 18 to 9 related to excessive consumption. Finally, the conclusion is that Mobile Application based on Optical Character Recognition is a tool for the reduction of errors of readings of digital electric meters.

Keywords: OCR, meter reading, mobile app, Android, light

1. INTRODUCCIÓN

La visión artificial ha evolucionado rápidamente en estos últimos años, gracias a sus técnicas y métodos basados en la captura de imágenes que posteriormente son procesadas de forma digital para así extraer información requerida.

Este trabajo de investigación reduce la cantidad de errores en la lectura de los medidores eléctricos analógicos usando una aplicación móvil basada en el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) en Electro Sur Este S.A.A, obteniendo datos confiables y más seguros. OCR es un mecanismo de reconocimiento óptico de caracteres que permite reconocer los caracteres o números de

una imagen dada (1)(2) y tiene sus etapas definidas. (3)

El el trabajo de investigación también se centra en reducir tiempo por lectura realizada de los medidores, detectar las lecturas anómalas que se encuentra fuera del rango de consumo de un cliente normal, para posteriormente dar una solución inmediata por los técnicos de mantenimiento, y por último disminuir los reclamos por excesivos consumos facturados realizado mensualmente por los clientes descontentos. (ISO 9001).

Esta investigación es aplicada de nivel experimental y diseño pretest post-test con un solo grupo, teniendo una muestra de 295 medidores de

la provincia de Grau, distrito de Chuquibambilla, este proyecto se desarrolla mediante la metodología ágil SCRUM.

En la primera etapa se identifican los requerimientos para el desarrollo de la aplicación móvil mediante un algoritmo de OCR denominado tesseract-ocr, en seguida se obtienen las lecturas mediante la aplicación móvil desde un celular o Tablet (4), la cual posteriormente será comparada con el padrón de lectura registrado manualmente, y mediante la comparación se obtiene la cantidad de lecturas erradas.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Barragán del Pozo Edgar Edison realizó un trabajo de investigación titulado "Diseño e Implementación del Sistema de Control Vehicular Utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización Industrial de la E.I.S.". La inseguridad ha sido un problema que ha afectado a toda la sociedad, solo en la ciudad de Riobamba las estadísticas de los últimos 4 años indica que existe un promedio de 25 robos de vehículos anualmente. El objetivo del trabajo fue diseñar e implementar un sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), que permita obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad. Se tomó una muestra de 10 estudiantes de la E.I.S., para que observen las 10 placas vehiculares, obteniendo una confiabilidad del 90%, el tiempo empleado que se tarda el sistema de Control vehicular en reconocer el número de placa y emitir la señal de alarma está en un tiempo promedio de 8.3435 segundos.

La conclusión fue que el Sistema de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización de la E.I.S., asegura la rapidez y confiabilidad. El prototipo implementado asegura el correcto reconocimiento de caracteres de forma eficiente y confiable cuando la placa del vehículo adquirida tiene un ángulo de 0 grados y así la imagen tomada es precisa para aplicar la técnica de OCR.

Laine Mikael, Nevalainen Olli S. (1) realizaron una investigación titulada "Un Sistema Autónomo de OCR para Teléfonos con Cámara Móvil". Universidad de Turku, Finlandia 2006. El propósito de este trabajo fue demostrar que las cámaras móviles actuales son capaces de ejecutar el software de OCR sin depender de hardware o instalaciones proporcionadas por la red dedicada.

El sistema se limita a reconocer las letras mayúsculas en inglés impreso en negro, sobre un fondo blanco. Las oportunidades y las dificultades relacionadas con traer OCR para funcionar en plataformas móviles que tienen la capacidad de captura de imágenes también se discuten en términos más generales. Sin embargo, los resultados fueron alentadores en que binarización, segmentación y OCR se podría hacer en un teléfono con cámara estándar con un solo procesador.

Loh Zhi Chang, Zhon ZhiYing Steven (6), realizaron un trabajo de investigación titulado "Las Técnicas de preprocesamiento robusto para aplicaciones de OCR en Dispositivos Móviles" en la Universidad Nacional de Singapur". En este trabajo, se proponen dos técnicas de preprocesamiento para la aplicación OCR móvil. La primera técnica de ayuda para localizar una señal en una imagen natural de manera eficiente, mientras que la segunda técnica implementa algoritmo de umbral de Otsu para convertir las imágenes en una imagen binaria. Estas técnicas fueron implementadas en una aplicación móvil de OCR que se desarrolla utilizando el escritorio de la biblioteca de fuentes abiertas. Después de la implementación, la aplicación de OCR se prueba con 50 imágenes de signos para verificar la exactitud. Los resultados experimentales han demostrado que estas técnicas pueden mejorar significativamente la precisión de OCR y disminuir el tiempo total de cálculo.

3. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

3.1 Módulos de la aplicación

Esta aplicación resuelve las necesidades del área comercial, optimizando el proceso de lectura de medidores y obteniendo datos confiables. Cuenta con un diseño agradable de fácil utilización y con una gama de herramientas que permite realizar las tareas rápidamente.

La aplicación móvil consta de cuatro módulos principales que son: Módulo de Inicio de Sesión, Módulo de Importación, Módulo de Lectura y Módulo Exportación.

Módulo de inicio de sesión: Para la autenticación de los usuarios que acceden a la aplicación móvil, desde el administrador hasta los usuarios.

Módulo de importación: Para realizar el proceso de lectura de los medidores eléctricos es

necesario contar con el archivo.xls que se exporta del sistema SIELSE y se comparte en el Drobox

Una vez que el usuario se loguee, e ingrese a la aplicación, se activa este módulo donde indica el tipo de ejecutor, nombre del trabajador, la ruta asignada a lecturar y la opción de importar el marco de trabajo.

Módulo de lectura: Una vez importado el archivo .xls, el usuario podrá ver todo el maco de trabajo asignado, y podrá realizar la operación de captura de imagen del medidor eléctrico, para luego procesar dicha imagen y obtener la información requerida

Módulo de exportación: Al finalizar el proceso de lectura de medidores, el usuario podrá exportar la data y compartirla en el Drobox.

3.2 Arquitectura lógica de la aplicación

Lógicamente el sistema funciona con un servidor de base de datos en Electro Sur Este, al cual acceden los usuarios que trabajan en el área de informática, mientras que los usuarios de campo utilizan la aplicación móvil y guarda los datos localmente y luego se sincroniza mediante dropbox co la base de datos central. La figura muestra la Arquitectura lógica de la aplicación



Figura 1. Arquitectura Lógica de la aplicación

3.3 Programación en Android

Se utiliza como gestor de base de datos SQLite. SQLite no es una base de datos cliente-servidor, sino que enlaza con el propio programa, integrándose como una parte más del mismo.

El modelo vista controlador, es un patrón que divide la aplicación en tres niveles distintos, uno que presenta la interfaz gráfica (vista), otro que presenta el tratamiento de datos (modelo) y otro que se encarga de toda la lógica que se tiene que llevar a cabo por la aplicación (controlador).

En Android se tiene un MVC peculiar, las vistas se crean en XML, y cada una de estas vistas tiene asociado una Activity que la gestiona.

Por lo tanto, el esquema real del MVC en Android se muestra en la Figura 2.

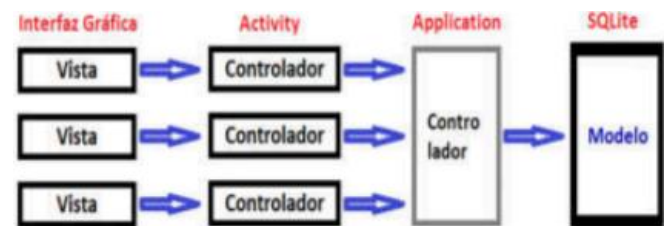


Figura 2. MVC en Android

3.4 Sprint Back Log

La lista de requisitos se muestra en la tabla 1

Tabla 1. lista de requisitos o Sprint BackLog del sistema

ID	Nombre de la historia	Importancia	Estimación	Sprint
1	Ingreso a la aplicación (inicio de sesión)	1	3	1
2	Importar padrón de lectura (marco de trabajo), a la aplicación móvil.	5	5	2
3	Administrar marco de trabajo (padrón de lectura digital)	4	3	2
4	Proceso de captura de la imagen del medidor eléctrico	6	8	3
5	Proceso OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres)	7	13	4
6	Generación del nuevo padrón de lectura	3	5	5
7	Exportar padrón de lectura	2	2	5

3.5 Interfaces de usuario

Los dispositivos móviles están cautivando cada vez más el interés de las personas, en el área educativa, salud y otras áreas (7), (8). El diseño de interfaces para dispositivos móviles es cada vez más complejo y tiene sus dificultades al momento de realizar proyectos (9).

La Figura 3 muestra un ejemplo de la interfaz de usuario para registrar una nueva lectura del medidor, Figura 3.

Figura 3. Interfaz para lectura de medidor

La aplicación móvil muestra el código del cliente y el código del medidor, la lectura anterior y el consumo promedio (cargado desde una base de datos) y se debe ingresar la lectura actual.

3.6 Código Fuente

A continuación, se muestra el código fuente de la aplicación móvil.

La Figura 4 muestra el código fuente para cargar el hardware de la cámara

```
Camera.AutoFocusCallback autoFocusCallback = new Camera.AutoFocusCallback() {
    @Override
    public void onAutoFocus(boolean success, Camera camera) {}
};

private MotorCamara (SurfaceHolder surfaceHolder) {
    this.surfaceHolder = surfaceHolder;
}

static public MotorCamara New(SurfaceHolder surfaceHolder) {
    Log.d(TAG, "Creación de un motor de cámara");
    return new MotorCamara(surfaceHolder);
}

public void requestFocus() {
    if (camera == null)
        return;
    if (isOn()) {
        camera.autoFocus(autoFocusCallback);
    }
}

public void start() {
    Log.d(TAG, "Ingresando MotorCamara - start ()");
    this.camera = UtilCamara.getCamera();

    if (this.camera == null)
        return;
    Log.d(TAG, "Hardware de la cámara");

    try {
        this.camera.setPreviewDisplay(this.surfaceHolder);
        this.camera.setDisplayOrientation(90);
        this.camera.startPreview();
        on = true;
        Log.d(TAG, "Se inició la previsualización de MotorCamara");
    } catch (IOException e) {
        Log.e(TAG, "Error en setPreviewDisplay");
    }
}

public void stop() {
    if (camera != null) {
        camera.release();
        camera = null;
    }
    on = false;
    Log.d(TAG, "Deteniendo MotorCamara");
}

public void takeShot(Camera.ShutterCallback shutterCallback,
                    Camera.PictureCallback rawPictureCallback,
                    Camera.PictureCallback jpegPictureCallback) {
    if (isOn()) {
        camera.takePicture(shutterCallback, rawPictureCallback, jpegPictureCallback);
    }
}
```

Figura 4. Código Fuente para cargar el hardware de la cámara

En la Figura 5 se muestra el código fuente del OCR de la cámara.

```
public class OcrCamara extends FragmentActivity implements {

    static final String TAG = "DBG_" + OcrCamara.class.getName();

    Button shutterButton;
    Button focusButton, btnok;
    Chronometer cronometro;
    VistCuadroEnfoque focusBox;
    SurfaceView cameraFrame;
    MotorCamara cameraEngine;
```

```

String value1, datoCliente;
TextView textocronometro;

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.fm_ocr);
}

@Override
public void surfaceCreated(SurfaceHolder holder) {
    Log.d(TAG, "Entorno creado - camara encendida");
    if (cameraEngine != null && !cameraEngine.isOn()) {
        cameraEngine.start();
    }

    if (cameraEngine != null && cameraEngine.isOn()) {
        Log.d(TAG, "Motor de la cámara se inicio");
        return;
    }

    cameraEngine = MotorCamara.New(holder);
    cameraEngine.start();
    cronometro.setBase(SystemClock.elapsedRealtime());
    cronometro.start();
    Log.d(TAG, "Se inició el motor de la cámara");
}

@Override
public void surfaceChanged(SurfaceHolder holder, int format, int width, int height) {}

@Override
public void surfaceDestroyed(SurfaceHolder holder) {}

@Override
protected void onResume() {
    super.onResume();
    cameraFrame = (SurfaceView) findViewById(R.id.camera_frame);
    shutterButton = (Button) findViewById(R.id.shutter_button);
    focusBox = (VistaCuadroEnfoque) findViewById(R.id.focus_box);
    focusButton = (Button) findViewById(R.id.focus_button);

    btnok = (Button) findViewById(R.id.btnOk);

    cronometro = (Chronometer) findViewById(R.id.chronometer2);
    textocronome-

```

```

tro = (TextView) findViewById(R.id.textVi
ew2);

    shutterBut-
ton.setOnClickListener(this);
    focusBut-
ton.setOnClickListener(this);

    btnok.setOnClickListener(this);
    Intent intent =
this.getIntent();
    Bundle extras = in-
tent.getExtras();

    if (extras != null) { //ver si
contiene datos
        datoCliente = (String)
extras.get("codcliente");
        textocronome-
tro.setText(datoCliente);
    }

    SurfaceHolder surfaceHolder =
cameraFrame.getHolder();
    surfaceHol-
der.addCallback(this);
    surfaceHol-
der.setType(SurfaceHolder.SURFACE_TYPE
_PUSH_BUFFERS);

    cameraFra-
me.setOnClickListener(this);
}

@Override
protected void onPause() {
    super.onPause();
    if (cameraEngine != null &&
cameraEngine.isOn()) {
        cameraEngi-
ne.stop();
    }

    SurfaceHolder surfaceHolder =
cameraFrame.getHolder();
    surfaceHol-
der.removeCallback(this);
}

@Override
public void onClick(View v) {
    if (v == shutterButton) {
        if (cameraEngine != null &&
cameraEngine.isOn()) {
            cameraEngi-
ne.takeShot(this, this, this);
        }
    }

    if (v == focusButton) {
        if (cameraEngine != null &&
cameraEngine.isOn()) {
            cameraEngi-
ne.requestFocus();
        }
    }
}

```

```

        if(v == btnok){
            if(cameraEngine!=null &&
cameraEngine.isOn()){
                onBackPressed();} }
        }
        @Override
        public void onPictureTaken(byte[]
data, Camera camera) {
            Log.d(TAG, "Foto tomada\n");

            if (data == null) {
                Log.d(TAG, "Tiene datos
nulos");
                return;
            }
            Bitmap bmp = Herramientas.getFocusedBitmap(this, camera,
data, focusBox.getBox());
            Log.d(TAG, "Tiene mapa de
bits");
            Log.d(TAG, "Inicialización de
TessBaseApi");
            new TessMotorAsin-
crono().executeOnExecutor(AsyncTask.SE
RIAL_EXECUTOR, this, bmp); }}

```

Figura 5. Código Fuente del OCR

4. CONCLUSIONES

Se implementó la aplicación móvil basado en OCR para la reducción de los errores de lecturas de los medidores eléctricos de ELSE, en la fase de implementación se utilizó las herramientas: lenguaje de programación Java mediante la plataforma de Android Studio

Se redujo la cantidad de errores de lectura de medidores usando la aplicación móvil basada en OCR en un 100% que equivale a 9 lecturas erradas, validado mediante la prueba Z $z=3.0417 > 1.645$ por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basada en OCR reduce la cantidad de errores de lecturas de los medidores de Electro Sur Este S.A.A.

Se redujo el tiempo por lectura realizada de cada medidor de un promedio de 13.14 segundos a 9.73 segundos, validado mediante la prueba de Z, $p=0.000 < \alpha < 0.05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basándose en OCR reduce el tiempo por lectura realizada.

Se detectó en un 1% las lecturas anómalas que se encuentra fuera del rango promedio de consumo

de un cliente, además 3% de lecturas refacturadas y 96% de lecturas normales.

Se redujo la cantidad de reclamos ingresados, validado mediante la prueba Z, $z_c=4.8 > 2.353$, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que la aplicación móvil basada en OCR reduce el tiempo por lectura realizada.

Como trabajo futuro se pretende desarrollar una nueva versión para ALME, que haga uso de una conexión directa con el sistema SIELSE y actualice los datos en tiempo real.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos Electro Sur Este S.A., por permitir utilizar los datos de la empresa y a su vez por dar las facilidades del caso para la implementación de esta aplicación.

REFERENCIAS

- [1] M. Laine and O. S. Nevalainen, "A standalone OCR system for mobile cameraphones," in Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2006 IEEE 17th International Symposium on, 2006, pp. 1-5.
- [2] F. Cuevas, "Reconocimiento de caracteres con redes neuronales," Rev. Investig. y Tecnol., p. 30, 2012.
- [3] J. V. Pereira, Gráficos 3D en Interfaces Web, Tenerife: Universidad San Cristóbal de la Laguna, 2014.
- [4] R. Santiago, S. Trinaldo, M. Kamijo, and Á. Fernández, Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula. Editorial Océano, 2015.
- [5] E. E. Barragán Del Pozo, "Diseño e Implementación de un Sistema de Control Vehicular Utilizando Reconocimiento Optico de Caracteres en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.."2012.
- [6] L. Z. Chang and S. Z. ZhiYing, "Robust pre-processing techniques for OCR applications on mobile devices," in Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems, 2009, p.60.
- [7] C. C. Valero, M. R. Redondo, and A. S. Palacín, "Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación," La Educ. Digit. Mag., vol. 147, pp. 1-21, 2012.
- [8] M. C. G. Mantilla, L. L. C. Ariza, and B. M. Delgado, "Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles," Tecnura Tecnol. y Cult. Afirmando el Conoc., vol. 18, no. 40, pp. 20-35, 2014.

[9] J. Cuello and J. Vittone, Diseñando apps para móviles. José Vittone-Javier Cuello, 2013.

BIOGRAFÍAS

Bixby Tapia, Se graduó en el año 2017 en Ingeniería Informática y Sistemas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y realizó sus prácticas pre profesionales en Electro Sur Este S.A

Manuel J. Ibarra, nacido en Cusco. Título obtenido como Ingeniero Informático y de Sistemas en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco en el 2002. Magister en Ciencias, mención Computación, grado obtenido en la Universidad de Chile en el 201



Analysis of the corn dehydration process (Zea Mays) in a fluidized bed dryer

Alfredo Fernandez

Abstract— The present work was developed in the Department of Apurímac, Province of Abancay, in the Unitary Operations Laboratory of the Professional Academic School of Agroindustrial Engineering. The main objective of the research was to determine which mechanical elements influence the drying time. The problem in the dryers is the consumption of energy therefore the fans that drive the air are incorporated to reduce drying time and also increases the turbulence of the air but the expenditure of the electric power in higher, the research was developed to optimize the drying time in a fluidized bed dryer, JARCON, Model SLFT-60-240X, the method used for the determination of humidity is AOAC (2005) and the design applied was the complete random block (22×3) to evaluate the variables of answers, manipulating two factors such as the fan and extractor. The most important conclusions were, the shortest drying time resulted with the auxiliary equipment of the fan and extractor reaching a temperature of 36.9 °C with an average time of 14.7 hours, with the equation exponentially with a correlation coefficient of R^2 of 0.9488 and secondly is when the fan operates at a temperature of 35.1 °C with a time of 16.8 hours with R^2 of 0.9388.

Keywords— Fluidized bed, mechanical elements, corn, dehydration.

1 INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, superando al trigo y al arroz, se cosecha con un contenido de humedad mayor a la de recepción. Es el grano que más se procesa en el país y en todos los países productores de grano. En el secado el fisurado son las microrajaduras que se producen en el endospermo harinoso, pero que no llegan al pericarpio, por lo que el grano permanece entero, con el posterior movimiento el grano se termina partiendo las cascarras, que no es bueno para la comercialización, la temperatura máxima que puede alcanzar el grano, durante el proceso de secado es 70 °C, e indica que la humedad promedio de maíz blanco es de 13,5% [1].

Los granos de la mazorca o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca, si bien el maíz es un alimento muy rico en nutrientes, al punto que era considerado el alimento vegetal principal y su composición química del grano de maíz se ve afectada por el genotipo, medioambiente y condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína es del 10% y más del 60% son prolaminas (zeínas). Presentan muy bajo contenido de aminoácidos esenciales, como lisina, triptófano e isoleucina, lo que provoca que el valor biológico de la proteína sea bajo y de pobre calidad nutricional [2].

El grano está formado por cuatro partes principales (Figura 1): pericarpio, endospermo, germen y pedicelo. El pericarpio es una capa de células fibrosas (5% del peso del grano). El

endospermo (segundo tejido de reserva) representa poco más del 80% del peso del grano y tiene un alto contenido de almidón. El germen (aproximadamente un 11% del peso del grano), con alto contenido en lípidos y proteínas, es considerado el primer tejido de reserva puesto que contiene una gran cantidad de nutrientes utilizados durante la germinación donde se origina el tallo (plúmula) y las raíces (radícula). El pedicelo o capa terminal, es la continuación del pericarpio y permite la unión de grano en la mazorca [2].

El secado se define como la eliminación de la humedad de un producto, y en la mayoría de las situaciones prácticas durante el secado es la transferencia de masa interna. El principal objetivo de la deshidratación de alimentos es alargar la vida comercial del producto final. Por esta razón, el contenido de humedad se reduce a niveles a fin de limitar el crecimiento microbiano y para retrasar el deterioro reacciones químicas. El aire caliente se utiliza en la mayoría de los procesos de secado, y este tipo de operación tiene ha utilizado desde tiempos históricos [3].

El costo del transporte depende en el contenido de humedad del producto, y el costo de secado. Un exceso de sequedad es un desperdicio; no sólo es más calor, que es decir, gasto, complicado que es necesario, pero a menudo el secado excesivo da como resultado un producto degradado, hay que prestar atención a los métodos involucrados en el ahorro de energía en las secadoras [4].

De otra parte, el secado artificial produce la principal transformación del grano en la postcosecha y a su vez es el procedimiento que requiere para no afectar la calidad, ya que, de la energía utilizada en el proceso de producción de granos, el secado consume alrededor del 50 %, y tomando en cuenta factores de calidad y consumo energético, se puede apreciar la importancia que adquiere su correcta utilización. Secado significa la remoción de cantidades de agua de determinado material, la cual se elimina en una mezcla de aire-vapor de agua. Los métodos de eliminación de humedad varían desde medios mecánicos, utilizando prensas, máquinas centrífugas, hasta el secado por medios térmicos con aire caliente por tipo natural o forzado [5].

El secado de los granos tiene por objeto reducir el nivel de humedad, por debajo de un nivel de seguridad, lo cual contribuye a garantizar su conservación, al impedir su germinación como el crecimiento microbiano. El nivel de seguridad para el almacenamiento de cereales es del 13 al 15% de humedad, para periodos de almacenamiento de hasta un año, y del 11 al 13% para periodos de más de un año, aunque depende del tipo de cereal, en cuanto las condiciones ambientales cambian el equilibrio se rompe, y el grano puede volver a ganar humedad. En principio se asume que, una vez secado hasta los niveles de humedad el grano de cereal no absorbe agua nuevamente o lo hace en cantidades mínimas.

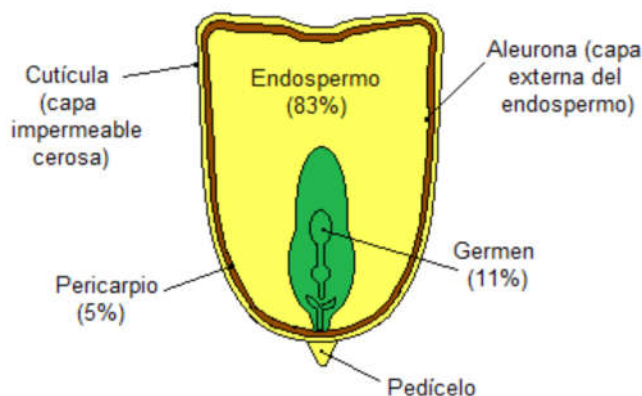


Figura 1: Partes estructurales de grano de maíz [2].

[6]. Realizó el estudio de “La comparación de maíz seco en secador de lecho fluido y convectiva bandeja secadora” en este estudio, las características de secado de maíz se investigaron experimentalmente en un secador de lecho fluidizado y un secador de bandeja de convección. El maíz contenía una humedad inicial de 25% base seca, los experimentos se llevaron en tres diferentes temperaturas: 55, 65, 75 oC. En cada experimento se insertó una capa de maíz en el secador y después de secado se realizó durante 90 min. Las velocidades del aire de secado fueron de 0,45 m/s para secador de bandeja y 2,5 m/s para el secador de lecho fluidizado. Resultando las velocidades de secado de maíz en lecho fluidizado son más alto que bandeja de convección.

Así mismo [7]. Realizó el estudio de “Modelado del secado de granos en lecho fijo a bajas temperaturas de aire”, estudió el proceso de secado de maíz a bajas temperaturas que es un método más ecológico y que conduzca a granos de mayor calidad y valor. Se consideraron para la modelización: equilibrio térmico y másico y no equilibrio; se incluyó la acumulación y sin acumulación de aire. Las comparaciones entre modelos se basaron en la respuesta característica del sistema y en la influencia de las condiciones atmosféricas, consumo de energía y pérdida de materia seca. Se concluye que el modelo no estacionario de no equilibrio representa mejor el proceso. El uso de ventilador precalienta y baja la humedad relativa del aire, conduciendo a menores tiempos de secado y reducciones en el consumo de energía.[8]. Realizó el estudio de “Rediseño de secador de granos Senescyt TT-08-00001”, el objetivo fue rediseñar el secador de granos, optimizando los procesos de construcción y costos mejorando las condiciones de operación del secado de maíz, con una capacidad de producción de 22,7 toneladas de maíz por tanda de secado, es descargado manualmente o con tornillo sin fin y utilizo un ventilador radial con un caudal de aire de 47 218 m³/h, y presión de 89 mm c.a. y el ducto rectangular de lámina de acero para el transporte de aire caliente, quemador que usa GLP bien aislado con ladrillo y la plancha metálica con 4 boquillas para la salida de la llama produciendo 600 000 Btu/h, la temperatura de secado fue de 50 oC, llegando a una humedad de equilibrio de 13%.

El objetivo principal de la investigación fue determinar los elementos mecánicos como influye en el tiempo de secado.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, Distrito de Tamburco, en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, que está ubicada a una altitud de 2700 msnm y la Dirección es Av. Inca Garcilaso de la Vega S/N.

Maíz dulce, procedente de la micro cuenca de distrito de Abancay, recolectadas (entre marzo hasta junio de 2017), que está ubicada a una altitud de 2400 msnm., Provincia de Abancay del Departamento de Apurímac.

El equipo que se uso es el secador lecho fluidizado, JARCON, Modelo SLFT-60-240X, con las características técnicas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Características técnicas de secador lecho fluidizado SLFT-60-240X

Descripción	Capacidad
Motor (ventilador)	7.5 hp, 3550 rpm
Motor (extractor)	1.5 hp, 3550 rpm
Capacidad por batch	80-120 kg (en función al producto)
Temperatura de trabajo	40-65°C (en función al producto)
% humedad final	4-12% (en función al producto)

Fuente: Catálogo de secador lecho fluidizado, JARCON.

Los instrumentos de medición de variables que se usaron son, psicrómetro digital IR, EXTECH Instruments, Modelo HD500, Infrared -50 a 500 oC, Type K -100 a 1372 oC. Analizador de Humedad, OHAUS, Modelo MB45, capacidad 45 g ± 0.01%, 50 a 200 oC ± 1 oC. Balanza analítica, BALANCE JR, Modelo HB-3000., capacidad min. 10g y máx. 3000 g, d=0.1g y cronometro digital, EXTECH INSTRUMENTS.

2.2 Métodos

Curvas de secado y determinación experimental

Una descripción de los diversos estados del sistema de agua en sólidos son parámetros importantes se definen en la siguiente que el contenido de agua de un material indica la cantidad total de agua en porcentaje de la masa total, el contenido de humedad en base húmeda se representa por la siguiente relación [9].

$$\%H_{bh} = \frac{m_w}{m_w + m_{ss}} \times 100 \quad (1)$$

Donde $\%H_{bh}$ es el porcentaje de humedad en base húmeda (%), m_w es el peso de agua (kg H₂O) y m_{ss} es peso de sustancia seca (kg s.s.)

Contenido de humedad en base seca que es la relación de masa de la agua y masa de los sólidos secos [9].

$$X = H_{bs} = \frac{m_w}{m_{ss}} \quad (2)$$

Donde $X = H_{bs}$ es la humedad en base seca (kg H₂O/kg s.s.).

Un sólido húmedo cuando está libre de humedad y sus cambios de volumen durante el proceso de secado, no es conveniente expresar la humedad contenido en términos de volumen. El contenido de humedad de un sólido generalmente se expresa como el contenido de humedad en peso de material en el sólido seco, X. El agua puede convertirse en sólido por la retención en los capilares, estructuras celulares o por adsorción química o física en la superficie del sólido, la humedad en un material higroscópico es la humedad en exceso al equilibrio. El método para la determinación de humedad en base húmeda fue AOAC (2005). Los dos contenidos de humedad están relacionados por la expresión [4]:

Fuente: Análisis en el laboratorio de Operaciones Unitarias

$$X = H_{bs} = \frac{H_{bh}}{1 - H_{bh}} \quad (3)$$

Donde H_{bs} es humedad en base húmeda (kg H₂O/kg).

La curva de secado interpreta la eliminación de la humedad de un producto alimenticio típico sigue una serie de velocidades de secado. Las zonas de velocidad de secado existentes en diferentes etapas [10]:

En los procesos de secado, los datos se obtienen generalmente como el cambio en el peso del producto con el tiempo. Sin embargo, los datos a veces de secado se pueden expresar en términos de velocidad de secado, como sigue:

El contenido de humedad del producto se define como la relación entre la cantidad de agua en el alimento y la cantidad de sólidos secos, y se expresa como [3].

$$X = M_t = \frac{m_t - m_{ss}}{m_{ss}} \quad (4)$$

Donde m_t es el peso total en un momento dado (kg), m_{ss} es el peso de sustancia seca (kg s.s.) m_t es la razón de humedad (kg H₂O/kg s.s.)

Este caso existe cuando el secado del producto en su totalidad se lleva a cabo en el periodo de velocidad de secado constante. Es casi siempre es posible cuando el sólido contiene la humedad libre o no unido, una variable muy importante en el

proceso de secado es el denominado contenido de humedad libre, , una curva de secado típico es obtenida mediante el trazado del contenido de humedad libre M_i contra el tiempo de secado que es definido como [11]:

$$M_i = M_t - M_e \quad (5)$$

Donde M_i es la humedad libre (kg H₂O/ kg s.s.) y M_e es la humedad de equilibrio (kg H₂O/ kg s.s.).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis del tiempo de secado se muestra en la tabla 2, se calcula con los valores promedios de peso y la humedad en base seca se determinó con la ecuación 4.

Tabla 2: Humedades en base seca de secado de los cuatro tratamientos

Tiempo (h)	Humedad base seca (kg agua/kg s.s.)			
	Ventilador	Ventilador y Extractor	Extractor	Sin extractor ni ventilador
0	2.2	2.19	2.2	2.2
2	1.98	1.85	2.05	2.12
4	1.62	1.45	1.9	2.01
6	1.35	1.12	1.68	1.82
8	1.04	0.92	1.49	1.73
10	0.81	0.69	1.27	1.61
12	0.64	0.47	1.18	1.45
14	0.43	0.26	1.04	1.37
16	0.29	0.14	0.94	1.32
18	0.13		0.77	1.25
20			0.65	1.14
22			0.48	1.1
24			0.41	1
26			0.32	0.9
28			0.29	0.82
30			0.22	0.76
32			0.17	0.72
34			0.14	0.64
36			0.11	0.58
38				0.54
40				0.46
42				0.39
44				0.33
46				0.3
48				0.23
50				0.15
52				0.09

Fuente: Análisis en el laboratorio de Operaciones Unitarias

En la tabla 2, se consideró para el cálculo del tiempo de secado y se trabajó con granos húmedos de 118 g de peso, y se analizó la humedad de los granos frescos que contiene aproximadamente 68,7 % de agua en base húmeda y la humedad de equilibrio aproximado de los granos es de 12,5% en base húmeda que representa 0,143 kg agua/kg s.s., con los valores de la tabla 2 se construye la figura 1 como se muestra.

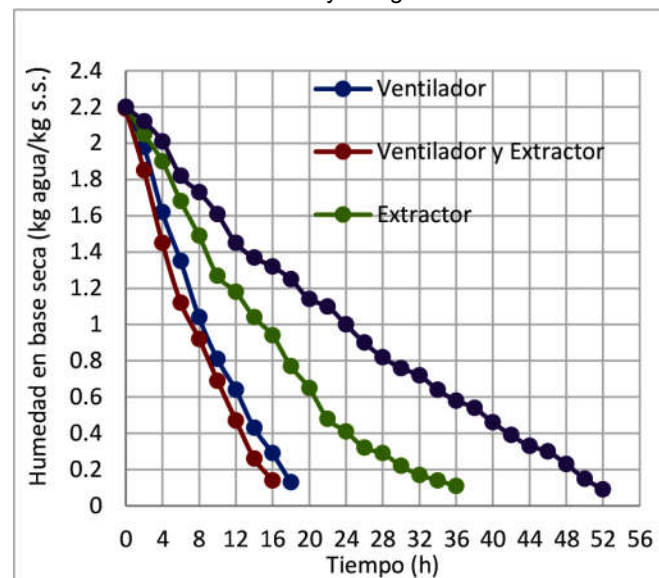


Figura 2: Diagrama de curvas de secado de humedad en base seca y tiempo

De la figura 2, se puede observar claramente que los 4 tratamientos influyen en el tiempo de secado a medida que el tiempo incrementa la humedad en base seca disminuye, el tiempo de secado menor es de ventilador y extractor, seguido de ventilador, posteriormente de extractor de aire húmedo y finalmente cuando no se utiliza los 2 ventiladores o sea solo funciona la cámara de combustión del gas propano, según [3] indica que la temperatura, la humedad inicial y las características de materia prima son los que influye en el tiempo de secado. Además [12], indica que la mayor variación se da en los primeros tiempos de secado y luego va decreciendo, específicamente por el contenido de agua en la estructura del alimento el mecanismo de difusión en el secado es debido al gradiente de concentración de agua existente entre el alimento y el ambiente

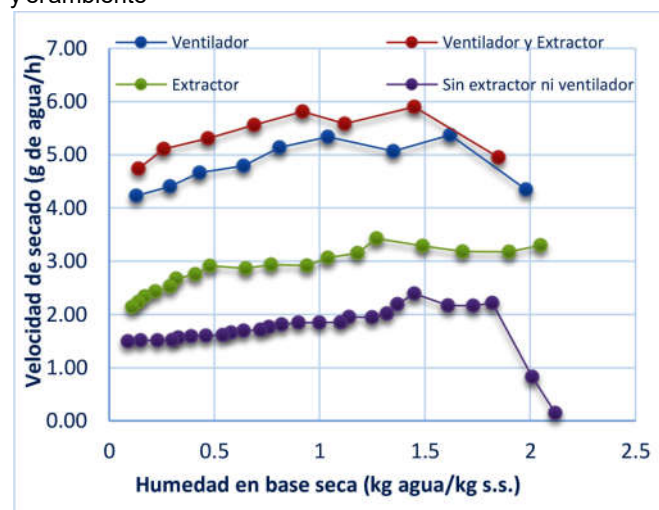


Figura 3: Diagrama de curvas de velocidad de secado en función a humedad en base seca.

Para determinar el tiempo de secado en cada uno de los tratamientos se usó como referencia de los autores, [13], indica que la humedad de equilibrio aproximado es de 13,5% base húmeda. Para el análisis en nuestra localidad la humedad de equilibrio de maíz alcanza cuando llega a un peso de 12,5% que

representa 0,143 kg agua/kg de materia seca y también en la figura 3 muestra la velocidad de evaporación de agua de maíz donde con el uso de ventilador y extractor tiene mejor la capacidad de eliminación de agua.

En la tabla 3, se muestra el tiempo de secado de los 4 tratamientos, donde resulto el menor tiempo de secado cuando funciona el ventilador y extractor de aire en un tiempo promedio de 14,7 h seguidos de ventilador de 16,8 h, el extractor y finalmente cuando no funciona ningún elemento mecánico.

Tabla 3: Tiempo de secado de los cuatro tratamientos

Repetición	Tiempo (h)			
	Ventilador	Ventilador y extractor	Extractor	Sin extractor ni ventilador
1	17,0	15,0	34,3	49,5
2	16,8	14,2	35,8	51,2
3	16,6	14,9	32,0	50,0
Promedio	16,8	14,7	34,0	50,2

4 CONCLUSIONES

El menor tiempo de secado hasta llegar a la humedad de equilibrio resultó cuando se utiliza el ventilador y extractor de aire en un tiempo promedio de 14,7 h con la ecuación de forma exponencial con un coeficiente de correlación R² de 0,9488; si solo se utiliza el ventilador el tiempo de secado fue de 16,8 h con R² de 0,9388; utilizando el extractor fue de 34,0 h y si no se utiliza ningún equipo auxiliar el tiempo de secado es de 50,2 h.

Las curvas de secado permiten identificar claramente un periodo de calentamiento, uno de velocidad de secado constante y otro decreciente para cada uno de los elementos de máquinas estudiadas.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac de la escuela académico profesional de Ingeniería Agroindustrial por facilitarnos el laboratorio de Operaciones Unitarias para realizar el trabajo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] J. Rodríguez, «<http://www.cosechaypostcosecha.org>,» 01 01 2006. [En línea]. Available: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folleto/FolletoSecad>

oGranos.pdf. [Último acceso: 03 09 2018].

- [2] E. Satorre, R. Benech, G. Slafer, E. De La Fuente, D. Miralles, M. Otegui y R. Savin, Producción de granos. Bases funcionales para su manejo, Argentina: Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, 2003.
- [3] A. & B. G. Ibarz, Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos, España: Mundi-Prensa, 2014.
- [4] A. S. Mujumdar, Manual de secado industrial, Londres Nueva York: CRC Press, 2015.
- [5] Á. H. Restrepo y J. C. Burbano, «Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos,» *Scientia et Technica*, vol. 12, n° 17, pp. 127-132, 2005.
- [6] M. Gur y M. Gur, «La comparación de maíz secado en secador de lecho fluido y convectiva bandeja Secadora,» *Avances en la exergía, Energía y Medio Ambiente*, vol. 1, n° 1, pp. 687-694, 2014.
- [7] M. A. Martinello, «Modelado del secado de granos en lecho fijo a bajas temperaturas de aire,» Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 2015.
- [8] S. Revelo, «Rediseño del secador de granos proyecto senescyt TT-08-00001,» Escuela Politécnica Nacional en Ingeniería Mecánica, Quito Ecuador, 2016.
- [9] J. Wernecke y J. Wernecke, Humedad industrial y Medición-Una guía práctica, Alemania: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2014.
- [10] P. Singh y D. Heldman, Introducción a la Ingeniería de los Alimentos, Zaragoza – España: Acribia, S.A., 2014.
- [11] J. M. Delgado y A. Barbosa de Lima, «Fenómenos de Transporte y el secado de sólidos y materiales particulados,» *Biosystems Engineering*, vol. 2, n° 92, p. 237–245, 2014.
- [12] G. V. Barbosa, H. Vega-Mercado y A. Ibarz Ribas, Deshidratación de alimentos, España: Acribia, 2000.
- [13] R. Bresani, C. Lezama, E. Gudiel, B. Rodas, C. Villatoro y G. Alvarado, «El uso de los productos agrícolas locales,» *En el desarrollo de los alimentos complementarios*, vol. 1, n° 17, p. 39, 2006

BIOGRAFÍA

Alfredo Fernandez Ayma, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2001, Ingeniero Agroindustrial con estudios de Postgrado en Agricultura Andina, especialidad Postcosecha y Marketing. Docente Asociado en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú.

Análisis del proceso de deshidratación del maíz (Zea Mays) en un secador de lecho fluidizado

Analysis of the corn dehydration process (Zea Mays) in a fluidized bed dryer

Alfredo Fernandez¹, <https://orcid.org/0000-0001-6083-9666>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, alfredustrial@hotmail.com, Abancay, Perú

Resumen - El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Profesional Académica de Ingeniería Agroindustrial. El objetivo principal de la investigación fue determinar qué elementos mecánicos influyen en el tiempo de secado. El problema en los secadores radica en el consumo de energía; por lo tanto, se incorporan ventiladores que impulsan el aire para reducir el tiempo de secado y, si bien aumentan la turbulencia del aire, también incrementan el consumo de energía eléctrica. La investigación se desarrolló para optimizar el tiempo de secado en un secador de lecho fluidizado JARCON, modelo SLFT-60-240X. El método utilizado para la determinación de la humedad fue el AOAC (2005) y el diseño aplicado fue el de bloques completamente aleatorizados (22x3) para evaluar las variables de respuesta, manipulando dos factores: el ventilador y el extractor. Las conclusiones más importantes fueron que el tiempo de secado más corto se obtuvo con el equipo auxiliar del ventilador y extractor alcanzando una temperatura de 36,9 °C con un tiempo promedio de 14,7 horas, con la ecuación exponencial con un coeficiente de correlación R² de 0,9488 y en segundo lugar es cuando el ventilador funciona a una temperatura de 35,11 °C con un tiempo de 16,8 horas con R² de 0,9388.

Palabras clave: lecho fluidizado, elementos mecánicos, maíz, deshidratación.

Abstract - The present work was developed in the Department of Apurímac, Province of Abancay, in the Unitary Operations Laboratory of the professional Academic School of Agroindustrial Engineering. The main objective of the research was to determine which mechanical elements influence the drying time. The problem in the dryers is the consumption of energy therefore the fans that drive the air are incorporated to reduce drying time and also increases the turbulence of the air but the expenditure of the electric power is higher, the research was developed to optimize the drying time in a fluidized bed dryer, JARCON, Model SLFT-60-240X, the method used for the determination of humidity is AOAC (2005) and the design applied was the complete random block (22*3) to evaluate the variables of answers, manipulating two factors such as the fan and extractor. The most important conclusions were, the shortest drying time resulted with the auxiliary equipment of the fan and extractor reaching a temperature of 36.9 °C with an average time of 14.7 hours, with the equation exponentially with a correlation coefficient of R² of 0.9488 and secondly is when the fan operates at a temperature of 35.11 °C with a time of 16.8 hours with R² of .9388.

Keywords: fluidized bed, mechanical elements, corn, dehydration.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (Zea mays) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, superando al trigo y al arroz, se cosecha con un contenido de humedad mayor a la de recepción. Es el grano que más se procesa en el país y en todos los países productores de grano. En el secado el fisurado son las microrajaduras que se producen en el endospermo harinoso, pero que no llegan al pericarpio, por lo que el grano permanece entero, con el posterior movimiento el grano se termina partiendo las cascavas, que no es bueno para la comercialización, la temperatura máxima

que puede alcanzar el grano, durante el proceso de secado es 70 °C, e indica que la humedad promedio de maíz blanco es de 13,5% [1].

Los granos de la mazorca o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca, si bien el maíz es un alimento muy rico en nutrientes, al punto que era considerado el alimento vegetal principal y su composición química del grano de maíz se ve afectada por el genotipo, medioambiente y condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína es del 10% y más del 60% son prolaminas (zeínas). Presentan muy bajo contenido de aminoácidos

esenciales, como lisina, triptofano e isoleucina, lo que provoca que el valor biológico de la proteína sea bajo y de pobre calidad nutricional [2].

El grano está formado por cuatro partes principales (Figura 1): pericarpio, endospermo, germen y pedicelo. El pericarpio es una capa de células fibrosas (5% del peso del grano). El endospermo (segundo tejido de reserva) representa poco más del 80% del peso del grano y tiene un alto contenido de almidón. El germen (aproximadamente un 11% del peso del grano), con alto contenido en lípidos y proteínas, es considerado el primer tejido de reserva puesto que contiene una gran cantidad de nutrientes utilizados durante la germinación donde se origina el tallo (plúmula) y las raíces (radícula). El pedicelo o capa terminal, es la continuación del pericarpio y permite la unión de grano en la mazorca [2].

Alfredo Semadeni

Revista de Investigación - C&T Riquelme

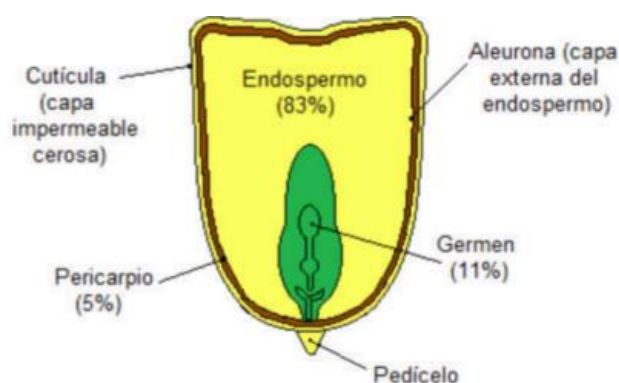


Figura 1: Partes estructurales de grano de maíz [2].

El secado se define como la eliminación de la humedad de un producto, y en la mayoría de las situaciones prácticas durante el secado es la transferencia de masa interna. El principal objetivo de la deshidratación de alimentos es alargar la vida comercial del producto final. Por esta razón, el contenido de humedad se reduce a niveles a fin de limitar el crecimiento microbiano y para retrasar el deterioro reacciones químicas. El aire caliente se utiliza en la mayoría de los procesos de secado, y este tipo de operación tiene ha utilizado desde tiempos históricos [3].

El costo del transporte depende en el contenido de humedad del producto, y el costo de secado. Un exceso de sequedad es un desperdicio; no sólo es más calor, que es decir, gasto, complicado que es necesario, pero a menudo el secado excesivo da como resultado un producto degradado, hay que prestar atención a los métodos involucrados en el ahorro de energía en las secadoras [4].

De otra parte, el secado artificial produce la principal transformación del grano en la postcosecha y a su vez es el procedimiento que requiere para no afectar la calidad, ya que, de la energía utilizada en el proceso de producción de granos, el secado consume alrededor del 50 %, y tomando en cuenta factores de calidad y consumo energético, se puede apreciar la importancia que adquiere su correcta utilización. Secado significa la remoción de cantidades de agua de determinado material, la cual se elimina en una mezcla de aire-vapor de agua. Los métodos de eliminación de humedad varían desde medios mecánicos, utilizando prensas, máquinas centrífugas, hasta el secado por medios térmicos con aire caliente por tipo natural o forzado [5].

El secado de los granos tiene por objeto reducir el nivel de humedad, por debajo de un nivel de seguridad, lo cual contribuye a garantizar su conservación, al impedir su germinación como el crecimiento microbiano. El nivel de seguridad para el almacenamiento de cereales es del 13 al 15% de humedad, para periodos de almacenamiento de hasta un año, y del 11 al 13% para periodos de más de un año, aunque depende del tipo de cereal, en cuanto las condiciones ambientales cambian el equilibrio se rompe, y el grano puede volver a ganar humedad. En principio se asume que, una vez secado hasta los niveles de humedad el grano de cereal no absorbe agua nuevamente o lo hace en cantidades mínimas.

[6]. Realizó el estudio de "La comparación de maíz secado en secador de lecho fluido y convectiva bandeja secadora" en este estudio, las características de secado de maíz se investigaron experimentalmente en un secador de lecho fluidizado y un secador de bandeja de convección. El maíz contenía una humedad inicial de 25% base seca, los experimentos se llevaron en tres diferentes temperaturas: 55, 65, 75 oC. En cada experimento se insertó una capa de maíz en el secador y después de secado se realizó durante 90 min. Las velocidades del aire de secado fueron de 0,45 m/s para secador de bandeja y 2,5 m/s para el secador de lecho fluidizado. Resultando las velocidades de secado de maíz en lecho fluidizado son más alto que bandeja de convección.

Así mismo [7]. Realizó el estudio de "Modelado del secado de granos en lecho fijo a bajas temperaturas de aire", estudió el proceso de secado de maíz a bajas temperaturas que es un método más ecológico y que conduzca a granos

de mayor calidad y valor. Se consideraron para la modelización: equilibrio térmico y másico y no equilibrio; se incluyó la acumulación y sin acumulación de aire. Las comparaciones entre modelos se basaron en la respuesta característica del sistema y en la influencia de las condiciones atmosféricas, consumo de energía y pérdida de materia seca. Se concluye que el modelo no estacionario de no equilibrio representa mejor el proceso. El uso de ventilador precalienta y baja la humedad relativa del aire, conduciendo a menores tiempos de secado y reducciones en el consumo de energía.[8]. Realizó el estudio de "Rediseño de secador de granos Senescyt TT-08-00001", el objetivo fue rediseñar el secador de granos, optimizando los procesos de construcción y costos mejorando las condiciones de operación del secado de maíz, con una capacidad de producción de 22,7 toneladas de maíz por tanda de secado, es descargado manualmente o con tornillo sin fin y utilizo un ventilador radial con un caudal de aire de 47 218 m³/h, y presión de 89 mm c.a. y el ducto rectangular de lámina de acero para el transporte de aire caliente, quemador que usa GLP bien aislado con ladrillo y la plancha metálica con 4 boquillas para la salida de la llama produciendo 600 000 Btu/h, la temperatura de secado fue de 50 oC, llegando a una humedad de equilibrio de 13%.

El objetivo principal de la investigación fue determinar los elementos mecánicos como influye en el tiempo de secado.

2. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, Distrito de Tamburco, en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, que está ubicada a una altitud de 2700 msnm y la Dirección es Av. Inca Garcilaso de la Vega S/N.

Maíz dulce, procedente de la micro cuenca de distrito de Abancay, recolectadas (entre marzo hasta junio de 2017), que está ubicada a una altitud de 2400 msnm., Provincia de Abancay del Departamento de Apurímac.

El equipo que se uso es el secador lecho fluidizado, JARCON, Modelo SLFT-60-240X, con las características técnicas como se muestra en el Tabla 1.

Tabla 1: Características técnicas de secador lecho fluidizado SLFT-60-240X

Descripción	Capacidad
Motor (ventilador)	7.5 hp, 3550 rpm
Motor (extractor)	1.5 hp, 3550 rpm
Capacidad por batch	80-120 kg (en función al producto)
Temperatura de trabajo	40-65°C (en función al producto)
% humedad final	4-12% (en función al producto)

Fuente: Catálogo de secador lecho fluidizado, JARCON.

Los instrumentos de medición de variables que se usaron son, psicrómetro digital IR, EXTECH Instruments, Modelo HD500, Infrared -50 a 500 oC, Type K -100 a 1372 oC. Analizador de Humedad, OHAUS, Modelo MB45, capacidad 45 g ± 0.01%, 50 a 200 oC ± 1 oC. Balanza analítica, BALANCE JR, Modelo HB3000., capacidad min. 10g y máx. 3000 g, d=0.1g y cronometro digital, EXTECH INSTRUMENTS.

2.2 Métodos

Curvas de secado y determinación experimental

Una descripción de los diversos estados del sistema de agua en sólidos son parámetros importantes se definen en la siguiente que el contenido de agua de un material indica la cantidad total de agua en porcentaje de la masa total, el contenido de humedad en base húmeda se representa por la siguiente relación [9].

$$\%H_{bh} = \frac{m_w}{m_w + m_{ss}} \times 100 \quad (1)$$

Donde %H es el porcentaje de humedad en base húmeda (%), m es el peso de agua (kg H₂O) y m_{ss} es peso de sustancia seca (kg s.s.).

Contenido de humedad en base seca que es la relación de masa de la agua y masa de los sólidos secos [9].

$$X = H_{bs} = \frac{m_w}{m_{ss}} \quad (2)$$

Donde X=H es la humedad en base seca (kgH₂O/kg s.s.).

Un sólido húmedo cuando está libre de humedad y sus cambios de volumen durante el proceso de secado, no es conveniente expresar la humedad contenido en términos de volumen. El contenido de humedad de un sólido generalmente se expresa como el contenido de humedad en peso

de material en el sólido seco, X . El agua puede convertirse en sólido por la retención en los capilares, estructuras celulares o por adsorción química o física en la superficie del sólido, la humedad en un material higroscópico es la humedad en exceso al equilibrio. El método para la determinación de humedad en base húmeda fue AOAC (2005). Los dos contenidos de humedad están relacionados por la expresión [4]:

Fuente: Análisis en el laboratorio de Operaciones Unitarias

$$X = H_{bs} = \frac{H_{bh}}{1 - H_{bh}} \quad (3)$$

Donde H_{bs} humedad en base húmeda (kg H₂O/kg).

La curva de secado interpreta la eliminación de la humedad de un producto alimenticio típico sigue una serie de velocidades de secado. Las zonas de velocidad de secado existentes en diferentes etapas [10]:

En los procesos de secado, los datos se obtienen generalmente como el cambio en el peso del producto con el tiempo. Sin embargo, los datos a veces de secado se pueden expresar en términos de velocidad de secado, como sigue:

El contenido de humedad del producto se define como la relación entre la cantidad de agua en el alimento y la cantidad de sólidos secos, y se expresa como [3]

$$X = M_t = \frac{m_t - m_{ss}}{m_{ss}} \quad (4)$$

Donde m , es el peso total en un momento dado (kg), m_{ss} es el peso de sustancia seca (kgs.s.) m_t y es la razón de humedad (kg H₂O/kg s.s.)

Este caso existe cuando el secado del producto en su totalidad se lleva a cabo en el periodo de velocidad de secado constante.

Es casi siempre es posible cuando el sólido contiene la humedad libre o no unido, una variable muy importante en el proceso de secado es el denominado contenido de humedad libre,, una curva de secado típico es obtenida mediante el trazado del contenido de humedad libre M contra el tiempo de secado que es definido como [11]:

$$M_l = M_t - M_e \quad (5)$$

Donde M_l , es la humedad libre (kg H₂O/ kg s.s.) y M_e es la humedad de equilibrio (kg H₂O/kg s.s.).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis del tiempo de secado se muestra en la tabla 2, se calcula con los valores promedios de peso y la humedad en base seca se determinó con la ecuación 4.

Tabla 2: Humedades en base seca de secado de los cuatro tratamientos

Tiempo (h)	Humedad base seca (kg agua/kg s.s.)			
	Ventilador	Ventilador y Extractor	Extractor	Sin extractor ni ventilador
0	2.2	2.19	2.2	2.2
2	1.98	1.85	2.05	2.12
4	1.62	1.45	1.9	2.01
6	1.35	1.12	1.68	1.82
8	1.04	0.92	1.49	1.73
10	0.81	0.69	1.27	1.61
12	0.64	0.47	1.18	1.45
14	0.43	0.26	1.04	1.37
16	0.29	0.14	0.94	1.32
18	0.13		0.77	1.25
20			0.65	1.14
22			0.48	1.1
24			0.41	1
26			0.32	0.9
28			0.29	0.82
30			0.22	0.76
32			0.17	0.72
34			0.14	0.64
36			0.11	0.58
38				0.54
40				0.46
42				0.39
44				0.33
46				0.3
48				0.23
50				0.15
52				0.09

Fuente: Análisis en el laboratorio de Operaciones Unitarias

En la tabla 2, se consideró para el cálculo del tiempo de secado y se trabajó con granos húmedos de 118 g de peso, y se analizó la humedad de los granos frescos que contiene aproximadamente 68,7 % de agua en base

húmeda y la humedad de equilibrio aproximado de los granos es de 12,5% en base húmeda que representa 0,143 kg agua/kg s.s., con los valores de la tabla 2 se construye la figura 1 como se muestra.

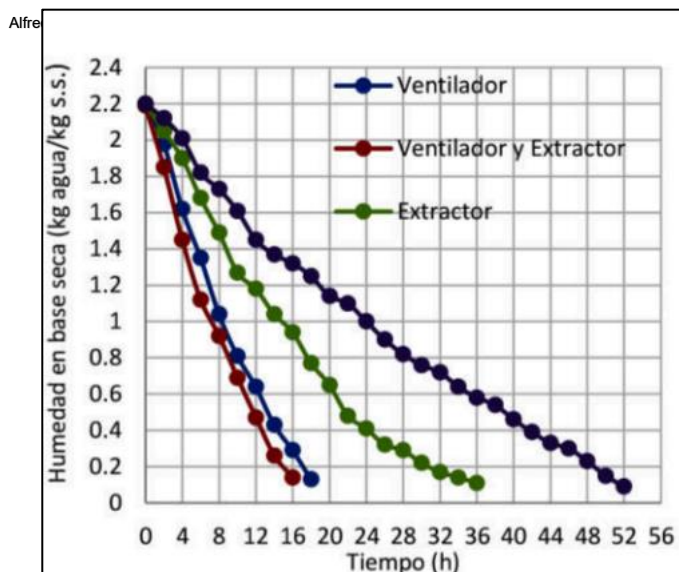


Figura 2: Diagrama de curvas de secado de humedad en base seca y tiempo

De la figura 2, se puede observar claramente que los 4 tratamientos influyen en el tiempo de secado a medida que el tiempo incrementa la humedad en base seca disminuye, el tiempo de secado menor es de ventilador y extractor, seguido de ventilador, posteriormente de extractor de aire húmedo y finalmente cuando no se utiliza los 2 ventiladores o sea solo funciona la cámara de combustión del gas propano, según [3] indica que la temperatura, la humedad inicial y las características de materia prima son los que influye en el tiempo de secado. Además [12], indica que la mayor variación se da en los primeros tiempos de secado y luego va decreciendo, específicamente por el contenido de agua en la estructura del alimento el mecanismo de difusión en el secado es debido al gradiente de concentración de agua existente entre el alimento y el ambiente



Figura 3: Diagrama de curvas de velocidad de secado en función a humedad en base seca

Para determinar el tiempo de secado en cada uno de los tratamientos se usó como referencia de los autores, [13], indica que la humedad de equilibrio aproximado es de 13,5% base húmeda. Para el análisis en nuestra localidad la humedad de equilibrio de maíz alcanzo cuando llega a un peso de 12,5% que representa 0,143 kg agua/kg de materia seca y también en la figura 3 muestra la velocidad de evaporación de agua de maíz donde con el uso de ventilador y extractor tiene mejor la capacidad de eliminación de agua.

En la tabla 3, se muestra el tiempo de secado de los 4 tratamientos, donde resulto el menor tiempo de secado cuando funciona el ventilador y extractor de aire en un tiempo promedio de 14,7 h seguidos de ventilador de 16,8 h, el extractor y finalmente cuando no funciona ningún elemento mecánico.

Tabla 3: Tiempo de secado de los cuatro tratamientos

Repetición	Tiempo (h)			
	Ventilador	Ventilador y extractor	y Extractor	Sin extractor ni ventilador
1	17,0	15,0	34,3	49,5
2	16,8	14,2	35,8	51,2
3	16,6	14,9	32,0	50,0
Promedio	16,8	14,7	34,0	50,2

4. CONCLUSIONES

El menor tiempo de secado hasta llegar a la humedad de equilibrio resultó cuando se utiliza el ventilador y extractor de aire en un tiempo promedio de 14,7 h con la ecuación de forma exponencial con un coeficiente de correlación R^2 de 0,9488; si solo se utiliza el ventilador el tiempo de secado fue de 16,8 h con R^2 de 0,9388; utilizando el extractor fue de 34,0 h y si no se utiliza

ningún equipo auxiliar el tiempo de secado es de 50,2 h.

Las curvas de secado permiten identificar claramente un periodo de calentamiento, uno de velocidad de secado constante y otro decreciente para cada una de los elementos de máquinas estudiadas.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac de la escuela académico profesional de Ingeniería Agroindustrial por facilitarnos el laboratorio de Operaciones Unitarias para realizar el trabajo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] J. Rodríguez, «<http://www.cosechaypostcosecha.org>,» 01 01 2006. [En línea]. Available: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folleto/FolletoSecad> oGranos.pdf. [Último acceso: 03 09 2018].
- [2] E. Satorre, R. Bench, G. Siafer, E. De La Fuente, D. Miralles, M. Otegui y R. Savin, Producción de granos. Bases funcionales para su manejo, Argentina: Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, 2003.
- [3] A. & G. Ibarz, Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos, España: Mundi-Prensa, 2014.
- [4] A. S. Mujumdar, Manual de secado industrial, Londres Nueva York: CRC Press, 2015.
- [5] Á. H. Restrepo y J. C. Burbano, «Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos,» *Scientia et Technica*, vol. 12, nº 17, pp. 127-132, 2005.
- [6] M. Gur y M. Gur, «La comparación de maíz secado en secador de lecho fluido y convectiva bandeja Secadora,» *Avances en la exergía, Energía y Medio Ambiente*, vol. 1, nº 1, pp. 687-694, 2014.
- [7] M. A. Martinello, «Modelado del secado de granos en lecho fijo a bajas temperaturas de aire,» Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 2015.
- [8] S. Revelo, «Rediseño del secador de granos proyecto senescyt TT-08-00001,» Escuela Politécnica Nacional en Ingeniería Mecánica, Quito Ecuador, 2016.
- [9] J. Wernecke y J. Wernecke, Humedad industrial y Medición-Una guía práctica, Alemania: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010. J. Wernecke y J. Wernecke,

Humedad industrial y Medición-Una guía práctica, Alemania: Wiley-VCH Verlag Co, 2014

- [10] P. Singh y D. Heldman, Introducción a la Ingeniería de los Alimentos, Zaragoza-España: Acibia, S.A, 2014.
- [11] J. M. Delgado y . A. Barbosa de Lima, «Fenómenos de Transporte y el secado de sólidos y materiales particulados,» *Biosystems Engineering*, vol. 2, 92, p. 237-245, 2014.
- [12] G. V. Barbosa, H. Vega-Mercado y A. Ibarz Ribas, Deshidratación de alimentos, España: Acibia, 2000
- [13] R. Bresani, C. Lezama, E. Gudiel, B. Rodas, C. Villatoro y G. Alvarado, «El uso de los productos agrícolas locales,» *En el desarrollo de los alimentos complementarios*, vol. 1, }\$ 17, p. 39, 2006.

BIOGRAFÍAS

Alfredo Fernandez Ayma, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2001, Ingeniero Agroindustrial con estudios de Postgrado en Agricultura Andina, especialidad Postcosecha y Marketing. Docente Asociado en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú.

3D modeling with the ThreeJS Framework of the Colonial Temple of Chuquinga Aymaraes – Perú

Michael A. Pimentel Palomino, Ecler Mamani Vilca and Wilson Mollocondo Flores

Abstract - This research has the purpose of modeling in 3D of the Colonial Temple of Chuquinga, to prove the rendering time in mobile devices, the investigation is applied, with an explanatory level and an experimental design where the rendering time with the frequency was evaluated of images (FPS, obtaining the frequency of images (FPS), the average is 52.29 FPS, highlighting the most influential GPU, that is, increases the frequency of images (FPS) when the central clock is greater than 500 Mhz in all mobile devices that have an optimum level, while in basic level devices when GPM Mhz decreases, the frequency of images (FPS) decreases, however, it does not cause distortion in animations and textures. The ThreeJS library was used to create 3D objects, 3ds Max for the modeling of temple walls and WebGL for final rendering.

Keywords: 3D Modeling, ThreeJS, Colonial Temple, Chuquinga, Aymaraes

1 INTRODUCCIÓN

El modelado en 3D es la representación matemática de un objeto tridimensional el cual se puede visualizar mediante la renderización, por otro extremo se tiene la preservación del patrimonio arquitectónico de la nación [1] y la sinergia de plasmar la interculturalidad en el desarrollo del software educativo [2], son los motivos para realizar el Modelado en 3D del Templo Colonial de Chuquinga ubicado en la provincia de Aymaraes, Región de Apurímac, Perú, utilizando Framework ThreeJS los cuales deben son visualizados (renderizados) en los dispositivos móviles.

En el modelado 3D se describe los métodos, conjunto de características formado por objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras, reflejos, transparencias, translucidez, refracciones, iluminación (directa, indirecta y global), profundidad de campo, desenfoces por movimiento, ambiente cuyo resultado será un simulador de recorrido en 3D. Así también se evalúa que componentes de los dispositivos móviles tiene una relación directa en la renderización. Actualmente la visualización de los modelados 3D en navegadores Web tienen dificultades en el control del diseño por parte de los desarrolladores[3], realizó una valoración cualitativamente con distintas algunas de las cuales ha permitido extraer sus fortalezas y debilidades el resultado final fue la explicación de lo que ocurre internamente y cómo se relacionan las clases en cada caso de uso en los gráficos, la cantidad de fotogramas por segundo en una renderización influye directamente presentación interactiva de escenas en Android limitando inicialmente a la tasa de representación que se debe alcanzar como mínimo de diez frames por segundo para plataformas Android[4] para lo cual se realizó la portabilidad de la librería OSG con script de NDK añadiendo macros en CNAKE para poder ser empleado en una arquitectura externa representado escenas complejas con una tasa de dibujo interactiva, teniendo una serie de cambios en los archivos del código fuente de la librería para distribuciones de Linux y Android. La inexistencia de una técnica única para generar imágenes tridimensionales en un sistema de visualización médica permitió el diseño de una metodología para la evaluación entre técnicas de renderizado 3D, concluyendo en la comparación entre técnicas de rendering para imágenes diagnóstico, como lo fueron en este caso Matlab y C# debido a esto se encontró que la técnicas de rendering de volumen ofreciendo una mejor visualización desarrollado en

C# es la buena calidad de imágenes poco precisas ya que solo muestra el exterior de la imagen [5]. Otra limitación de los dispositivos móviles es la potencia de cálculo por tamaño de la memoria para acelera dicho proceso se crean la técnicas de la multiresolución mediante imágenes precalculadas para sustituir geometría y obtener efectos realistas a bajo coste visualización un conjunto de puntos sobre la superficie de los objetos y visualización basada en polígonos [6], obteniéndose un número de imágenes por segundo que varía mucho en las escenas por lo que se realizan muchos envíos de geometría, de ahí las algunas imágenes que aparecen en la gráfica [6], a lo mencionado de las diferentes investigaciones se demuestra en la portabilidad de la arquitectura obteniéndose el máximo rendimiento del dispositivo móvil al estimar el soporte máximo de FPS acotando a ello que el modelado no solo es una imagen, es un recorrido virtual por las instalaciones del templo.

En un pequeño pueblo de la provincia apurimeña de Aymaraes, ubicado en la margen izquierda del río Chalhuanca a 2870 m.s.n.m. luego de cruenta batalla en Chuquinga, del 21 de mayo de 1554, en los dos siglos, Chuquinga fue el punto de partida para el ascenso a la mina de oro y asentamiento minero de Huailaripa en las punas de la comunidad. Durante el auge de la ex-plotación de las minas en el siglo XVII fue construido el hermoso templo de Huailaripa, ahora en ruina, y la Iglesia de Chuquinga, posiblemente en remplazo con una edificación más rustica [7].



Fig. 1: Templo Colonial de Chuquinga [7], bajo la advocación de San Pedro, presenta una planta de distribución longitudinal, con tres volúmenes adosados al cuerpo principal, en el muro lateral sur, correspondiente a los ambientes del baptisterio, la capilla y la sacristía, lo cual se reconstruirá virtualmente [8].

Los tejados contienen pinturas de forma curva y tamaño relativamente uniforme, mide entre 45 y 50 cm de largo y 21 a 24 cm en el extremo angosto y la curvatura de 9 a 12 cm, existen diferentes diseños como se pueden observar en las figuras 2, 3 y 4.

- Michael Alexander Pimentel Palomino, Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, michael101136@gmail.com
- Ecler Mamani Vilca, Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, eclervirtual@unamba.edu.pe
- Wilson J. Mollocondo Flores, Departamento de Ciencias, UNAMBA – Perú, wilsonmollocondo@unamba.edu.pe



Fig. 2. Tejado con gráfico de cocos.



Fig. 3. Tejado con gráfico de lagartijas



Fig. 4. Tejado con re prestaciones andinas, similares al templo de San Blas de la Cuidad de Cusco, Perú.

2 METODOLOGÍA

El método inductivo porque permitió describir, detallar, especificar todos los aspectos del desarrollo del modelado 3D del Templo Colonial de Chuquinga con el Framework ThreeJS, con diseño experimental muestra es no probabilística [8], los dispositivos móviles debe de ser: originales, superiores o iguales a gama baja, sean de la marca Samsung, LG, Sony, Nokia, Motorola, Huawei, Bitel, Mobile, Doogee, HTC y Xioami en una cantidad de $n=30$. La observación siendo la técnica para obtener la información de tiempo de renderización y frecuencia de imágenes (FPS), como instrumentos de recolección de datos se usó el registro del tiempo de renderización y frecuencia de imágenes (FPS) de los dispositivos móviles.

Dos fases se contaron para el desarrollo de la aplicación:

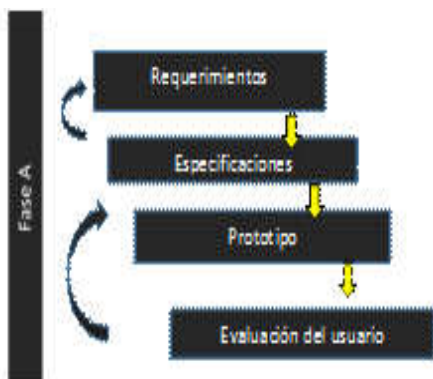


Fig. 4. Fases del desarrollo del Software.

3 RESULTADOS

Sobre el modelado, se crearon os objetos y elementos que conforman el modelado el templo se usó la herramienta 3ds Max utilizado figuras geométricas complejas, como sillas, puerta de entrada y los muros del templo. La ubicación y especificaciones técnicas nos basamos en el plano catastral Chalhuanca 2004 Fig. 5.



Fig. 5. Plano catastral de Chalhuanca [9]

La escala (metros), las medidas de la Fig. 6 son el contorno del templo aproximado de 191.49 metros, el grosor de las paredes 0.031 metros, el baptisterio 7.17, bautisterio 8.69 metros, y el bautisterios 6.39 metros.

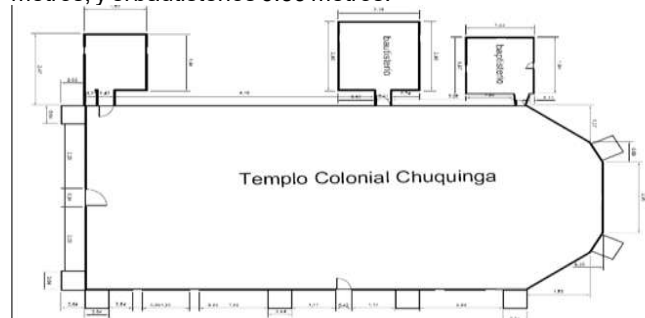


Fig. 6. Plano del templo colonial Chuquinga

La técnica utilizada fue la editable poly, consiste en modificar los polígonos a través de vértices, aristas y borde basado en una malla editable usando pocos polígonos, para que el dispositivo móvil lo procese de forma rápida. Para la recreación del ambiente se realizó: creación del plano, modelado, texturizado a partir de fotos tomadas del templo.

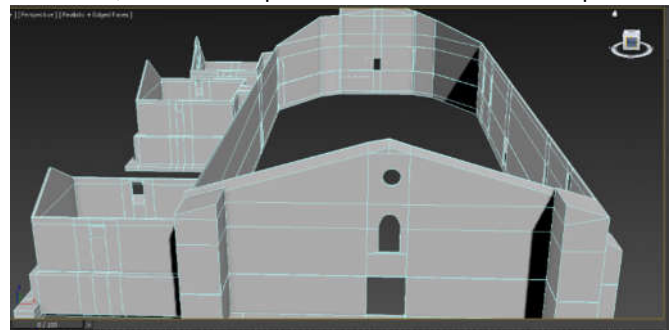


Fig. 7. Modelado de los contornos y techos del templo.

Para el modelado de las objetos internos fue creado partir de una foto tomada en el templo y utilizando el modificador lathe de 3ds Max como se muestra en la Fig 7., para después reducir las aristas y vértices del polígono sin que pierda el detalle del objeto.

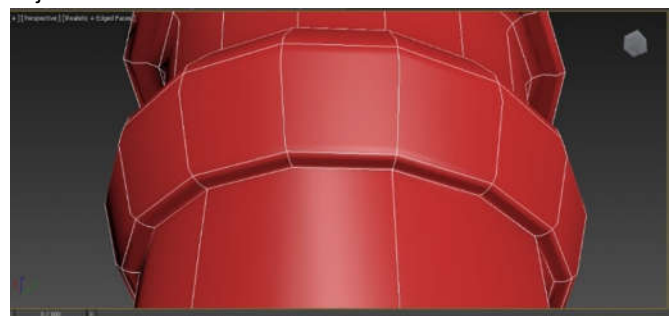


Fig. 8. Modelado de la columna de soporte del segundo piso.

Para el texturizado se utilizó la técnica UVW mapping, permite pintar las superficie en base a una textura sólida.



Fig. 9. Texturizado del Arco Interno

Sobre la navegación del escenario se utilizó la librería ThreeJS, es liviana y eficiente para generar y animar gráficos en 3D dentro del navegador, aprovechando las grandes novedades que nos ofrece HTML5 para la generación de contenidos multimedia. Las ventajas de esta no tienen ninguna dependencia a otras bibliotecas sin embargo, para aprovechar ThreeJS al máximo, necesita un navegador que admita el estándar WebGL [10].

Tabla 1: Compatibilidad de navegadores

Navegador	Admite WebGL
Internet Explorer	Versión 11.
Mozilla Firefox	Versión 4.
Google Chrome	versión 10
Safari	Versión 5.1 y superiores .
Opera	WebGL desde la versión 12.0.

En la estructura se programó: escena, cámara y renderizador. La cámara utilizada fue PerspectiveCamera como se observa la codificación en la figura Fig. 10.

```

renderer = new THREE.WebGLRenderer( { antialias: true } );
renderer.setPixelRatio( window.devicePixelRatio );
renderer.setSize( window.innerWidth, window.innerHeight );
container.appendChild( renderer.domElement );

scene = new THREE.Scene();

camera = new THREE.PerspectiveCamera( 45, window.innerWidth / window.innerHeight, 1, 100 );
camera.position.x = -400;
camera.position.z = 4000;
camera.position.y = 300;

```

Fig. 10. Extracción de la codificación del PerspectiveCamera.

La renderización en ThreeJS lo realiza con Canvas Render, la cual diseña sus objetos 3D usando WebGL Render.

```

function init() {

    renderer = new THREE.WebGLRenderer( { antialias: true } );
    renderer.setPixelRatio( window.devicePixelRatio );
    renderer.setSize( window.innerWidth, window.innerHeight ); //renderer.setSize(
    window.innerWidth/2,false );

    container.appendChild( renderer.domElement );

    scene = new THREE.Scene();
}

```

Fig. 11. Extracción de la codificación para la renderización.

En cada una de los elementos se trabajó con aristas y vértices para no sobrecargar el aplicativo de los modelados a continuación se muestra el código la cual genera las gradas y niveles de un costado de la entrada del templo.

```

var Geometria=new THREE.Geometry();
var vertices=[[2,2,0],[70,2,0],[70,35,0],[35,35,0],[35,70,0],[2,70,0]];
var long_vertices=vertices.length;
var array_extrude=[];
for(i=0;i<long_vertices;i++){
    x=vertices[i][0];
    y=vertices[i][1];
}

```

```

z=vertices[i][2];
Vector=new THREE.Vector3(x,y,z);
Geometria.vertices.push(Vector);
array_extrude.push(Vector);
}
var forma_figura=new THREE.Shape(array_extrude);
var datos_extrusion={
    amount:500,
    bevelEnabled:false,
    bevelSegments:1,
    steps:5,
    bevelThickness:100
};
var textura=THREE.ImageUtils.loadTexture("texturas/piedra/piedra.jpg");
var extrude_geometria=new THREE.ExtrudeGeometry(forma_figura,datos_extrusion);
textura.repeat.set(0.02,0.02);
textura.wrapS = textura.wrapT = THREE.repeatWrapping;
var material = new THREE.MeshBasicMaterial({map:textura,side:THREE.DoubleSide,wireframe:false});
var mallaextrusion=new THREE.Mesh(extrude_geometria,material);
mallaextrusion.position.set(-1000,-19,1440);

```

La ejecución del código se observa en la Fig. 12.



Fig. 12. Renderizado de las gradas de la entrada al Templo.

Para la renderización de los paisajes, se utilizó el formato de panorama definiéndose como la proyección utilizada para mapear la escena 3D total o parcial basado en el formato utilizando 6 caras para llenar toda la esfera que rodea al templo. La imagen se asigna a las caras de los cubos que se ajustan perfectamente, a continuación se muestra el código fuente la cual genera el cielo utilizando la proyección cúbica.

```

var geometry = new THREE.CubeGeometry( 120000, 25000, 120000 );
var cubeMaterials = [
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/front.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } ),
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/back.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } ),
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/up.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } ),
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/down.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } ),
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/right.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } ),
    new THREE.MeshBasicMaterial( { map: new THREE.TextureLoader( ).load(
    'texturas/Skybox/left.jpg' ), side: THREE.DoubleSide } )
];
var cubeMaterial = new THREE.MeshFaceMaterial( cubeMaterials );
var cube = new THREE.Mesh( geometry, cubeMaterial );
cube.position.set(-910,3940,1400); scene.add( cube );

```

La ejecución del código se observa en la fig. 13.

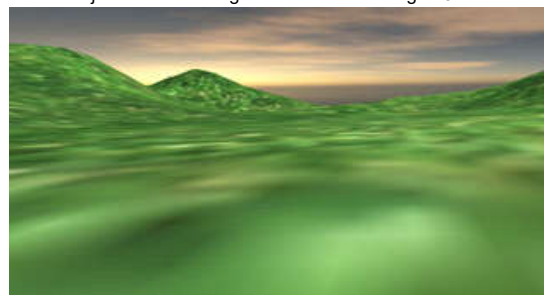


Fig. 13. Renderizado de la proyección tipo cúbico.

Sobre el resultado de la integración reunir todos objetos modelados en un mismo escenario utilizando el Framework ThreeJS para ello se utilizó el complemento AssimpJSONLoade de ThreeJS con el que se cargó modelos creados en 3ds Max, el complemento AssimpJSONLoade acepta archivos en formato JSON para cual se utilizó el exportador ThreeJSExport versión v0.8, los resultados se observan en las figuras 14, 13 y 15.



Fig. 14. Renderizado en formato JSON e integradas a ThreeJS.

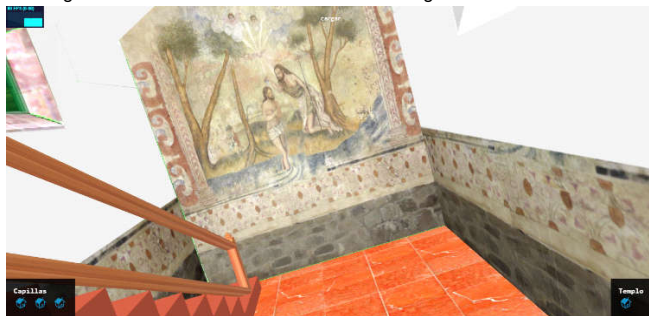


Fig. 14. Renderizado Primera capilla del Templo Colonial de Chuquinga.

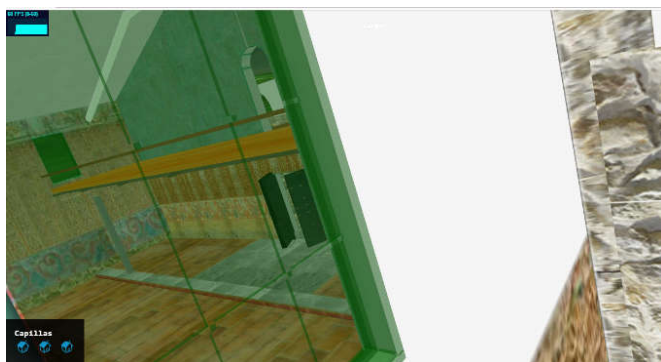


Fig. 15. Vista a través de las ventanas, visualización desde el exterior del templo

A continuación mostramos los resultados para el tiempo de renderización en dispositivos móviles se determinaron los factores:

Tabla 2: Factores y rangos de los componentes básicos de los dispositivos móviles.

FACTOR	TIPO	RANGO
Memoria interna	Controlable	[16GB < , = 16GB]
Memoria RAM	Controlable	[2GB < , = 2GB]
GPU	Controlable	[500 MHZ= , >500 MHZ]
Internet	No controlable	

Los resultados obtenidos mediante el del análisis de varianza del tiempo de renderizado.

Tabla 3: Análisis de varianza del tiempo de renderizado

Promedios del tiempo de renderizado	
Memoria interna (α_i)	0.4921
Memoria RAM (β_j)	0.4011
GPU (γ_k)	-1.6630

Los resultados de la estimación de efectos promedios mostrados en la tabla 4, se obtuvieron procesando tiempo de renderización registrados en cada dispositivo móvil.

Tabla 4: Promedios para el tiempo de renderizado

Fuente	SC	D f	MC	F	P-Value
Memoria interna (α_i)	2.7037	1	0.54818	0.89	0.354
Memoria RAM (β_j)	0.0240	1	0.62825	1.02	0.322
GPU (γ_k)	5.4451	1	5.74865	9.36	0.005

La memoria interna y la memoria RAM afectan en el tiempo de renderizado debido a que sus pendientes son pequeñas por los cual se deberán evaluar en el diagrama de Pareto y la gráfica de efectos estandarizados para ver si estos dos factores afectan significativamente o no en el tiempo de renderizado, así también se muestra en la Fig. 16.

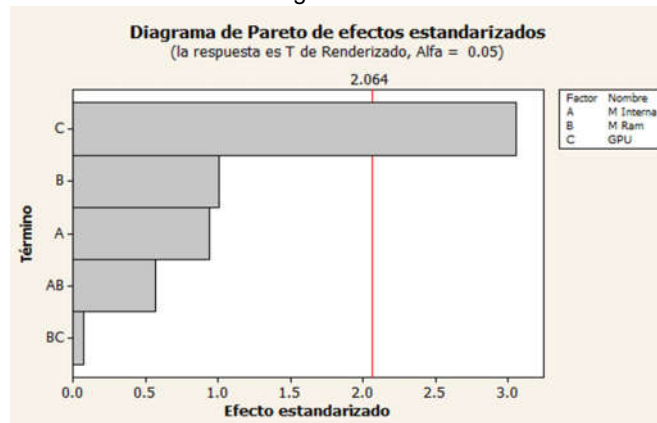


Fig. 16 : Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

En la figura N° 16, las barras que cruzan la línea de referencia son significativas es decir la barra C la cual es el factor GPU es el único que cruza la línea de referencia. Este factor es estadísticamente significativo en el nivel de 0.05.

4 CONCLUSIONES

Se modeló en 3D el templo de Chuquinga, utilizando el Framework ThreeJS para crear objetos 3D, 3ds Max para el modelado de los muros del templo y WebGL para el renderizado final como una aplicación web, independiente de la arquitectura del dispositivo de móvil.

Para el tiempo de renderización en dispositivos móviles del modelado 3D, el factor GPU, existe un efecto principal en el factor GPU en la gráfica de efectos indica cuando la frecuencia del reloj central es mayor a 500 Mhz, reduce el tiempo de renderización, también observó que la GPU supera la línea de referencia en el diagrama de Pareto, indicando que este factor es significativo y en el análisis de varianza con tres factores se obtuvo el p-value=0.005, al ver que el valor de probabilidad es menor al nivel de significancia (0.005<0.05) lo que confirma que la GPU influye significativamente en el tiempo de renderizado del modelo 3D del Templo Colonial de Chuquinga con ThreeJS.

AGRADECIMIENTOS

A la municipalidad de Chalhuanca por facilitarnos el archivo del catastro y el acceso al Templo para realizar los requerimientos para el modelado.

REFERENCIAS

- [1] C. d. l. R. d. Perú, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación LEY N° 28296, Lima: Congreso de la República del Perú, 2016.
- [2] E. MAMANI VILCA, "Propuesta de un enfoque para el desarrollo de software educativo intercultural," 3er Simposio Internacional de Innovación y Tecnología ISIT2012, vol. 2012, pp. 152-158, 05 12 2012.

- [3] J. V. Pereira, Gráficos 3D en Interfaces Web, Tenerife: Universidad San Cristóbal de la Laguna, 2014.
- [4] J. I. Cige, "Visualización interactiva de escenas tridimensionales con OpenSceneGraph sobre dispositivos Android," Universidad Politécnica de Valencia, España, 211.
- [5] G. María Quinteros, "Metodología para la evaluación de técnicas de renderizado 3D en sistemas de visualización de imágenes médicas," Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2014.
- [6] E. MAMANI VILCA, J. . C. MUÑOZ MIRANDA and F. N. TUMI, "HITO: Pseudocode compiler with graphics library," *5TH International Symposium on Innovation and Technology*, pp. 88-92, 2016.
- [7] R. Gaitán, "Visualización interactiva 3D en dispositivos móvi," Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [8] R. Hostnig, Boletín de Lima, Lima: El Pino, 2006.
- [9] G. Jiménez and F. Mendoza, "Animación y reconstrucción sobre la zona Prehispánica de Monte Albán, Oaxaca," Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, 2014.
- [10] R. Hernandez Sampieri, F. C. Carlos and P. L. Baptista, Metodología de la investigación, México: Interamericana Editores, 2014.

[11] M. Chalhuanca, Plano Catastral, Chalhuanca, 2014.

[12] J. Dirksen, Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL, UK: Packt Open source, 2015.

BIOGRAFÍAS

Michael Alexander Pimentel Palomino, Ingeniero Informático y Sistemas egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Experiencia en Desarrollo de software, base de datos, manejo de programas de diseño 3D y realidad aumentada, actualmente webmaster en la empresa de turismo Tierras de los Andes S.A.C – Cusco.

Ecler Mamani Vilca, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2002 Ingeniero Estadístico, Informático 2001– Maestro en Educación 2008 - Perú, experiencia en desarrollo de aplicaciones multimedia, innovador tecnológico e investigador en informática, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas. Miembro activo del Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación – UNAP, Perú

Wilson J. Mollocondo Flores, Doctor en Administración, Magister Scientie en informática obtenido en la Universidad Nacional del Alti-plano -Puno, actualmente docente Principal del departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.

Modelado 3D con Three JS Framework del Templo Colonial de Chuquinha Aymaraes — Perú

3D modeling with the Three JS Framework of the Colonial Temple of Chuquinha Aymaraes — Perú

Michael A. Pimentel Palomino¹, <https://orcid.org/0000-0001-6083-9666>

Ecler Mamani Vilca², <https://orcid.org/0000-0002-5205-3660>

Wilson Mollocondo Flores³ <https://orcid.org/0000-0003-3445-7941>

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, michael101136@gmail.com, Abancay, Perú

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, eclervirtual@unamba.edu.pe, Abancay, Perú

³Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, wmollocondo@unamba.edu.pe, Abancay, Perú

Resumen - Esta investigación tiene como objetivo modelar en 3D el Templo Colonial de Chuquinha y determinar el tiempo de renderizado en dispositivos móviles. Se aplicó un diseño experimental y explicativo, evaluando el tiempo de renderizado en función de la frecuencia de fotogramas por segundo (FPS). La frecuencia promedio obtenida fue de 52.29 FPS, destacando la influencia de la GPU. Esta aumenta la frecuencia de fotogramas por segundo (FPS) cuando la frecuencia central del reloj supera los 500 MHz en todos los dispositivos móviles con un nivel óptimo. En dispositivos de gama básica, al disminuir la frecuencia central del reloj (MHz), la frecuencia de fotogramas por segundo (FPS) disminuye, aunque sin causar distorsión en las animaciones ni en las texturas. Se utilizó la biblioteca ThreeJS para la creación de objetos 3D, 3ds Max para el modelado de los muros del templo y WebGL para el renderizado final.

Palabras clave: Modelado 3D, ThreeJS, Templo Colonial, Chuquinha, Aymaraes

Abstract - This research has the purpose of modeling in 3D of the Colonial Temple of Chuquinha, to prove the rendering time in mobile devices, the investigation is applied, with an explanatory level and an experimental design where the rendering time with the frequency was evaluated of images (FPS, obtaining the frequency of images (FPS), the average is 52.29 FPS, highlighting the most influential GPU, that is, increases the frequency of images(FPS) when the central clock is greater than 500 Mhz in all mobile devices that have an optimum level, while in basic level devices when GPM Mhz decreases, the frequency of images(FPS)decreases, however, it does not cause distortion in animations and textures. The ThreeJS library was used to create 3D objects, 3ds Max for the modeling of temple walls and WebGL for final rendering.

Keywords: 3D Modeling, ThreeJS, Colonial Temple, Chuquinha, Aymaraes

1. INTRODUCCIÓN

El modelado en 3D es la representación matemática de un objeto tridimensional el cual se puede visualizar mediante la renderización, por otro extremo se tiene la preservación del patrimonio arquitectónico de la nación [1] y la sinergia de plasmar la interculturalidad en el desarrollo del software educativo [2], son los motivos para realizar el Modelado en 3D del Templo Colonial de Chuquinha ubicado en la provincia de Aymaraes, Región de Apurímac, Perú utilizando Framework ThreeJS los cuales deben ser visualizados (renderizados) en los dispositivos móviles.

En el modelado 3D se describe los métodos, conjunto de características formado por objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras,

reflejos, transparencias, translucidez, refracciones, iluminación (directa, indirecta y global), profundidad de campo, desenfoques por movimiento, ambiente cuyo resultado será un simulador de recorrido en 3D. Así también se evalúa que componentes de los dispositivos móviles tiene una relación directa en la renderización. Actualmente la visualización de los modelados 3D en navegadores Web tienen dificultades en el control del diseño por parte de los desarrolladores[3], realizó una valoración cualitativamente con distintas algunas de las cuales ha permitido extraer sus fortalezas y debilidades el resultado final fue la explicación de lo que ocurre internamente y cómo se relacionan las clases en cada caso de uso en los gráficos, la cantidad de fotogramas por segundo en una renderización influye directamente presentación

interactiva de escenas en Android limitando inicialmente a la tasa de representación que se debe alcanzar como mínimo de diez frames por segundo para plataformas Android[4] para lo cual se realizó la portabilidad de la librería OSG con script de NDK añadiendo macros en CNAKE para poder ser empleado en una arquitectura externa representado escenas complejas con una tasa de dibujo interactiva, teniendo una serie de cambios en los archivos del código fuente de la librería para distribuciones de Linux y Android. La inexistencia de una técnica única para generar imágenes tridimensionales en un sistema de visualización médica permitió el diseño de una metodología para la evaluación entre técnicas de renderizado 3D, concluyendo en la comparación entre técnicas de rendering para imágenes diagnósticas, como lo fueron en este caso Matlab y C# debido a esto se encontró que la técnicas de rendering de volumen ofreciendo una mejor visualización desarrollado en C# es la buena calidad de imágenes poco precisas ya que solo muestra el exterior de la imagen [5]. Otra limitación de los dispositivos móviles es la potencia de cálculo por tamaño de la memoria para acelera dicho proceso se crean la técnicas de la multiresolución mediante imágenes precalculadas para sustituir geometría y obtener efectos realistas a bajo coste visualización un conjunto de puntos sobre la superficie de los objetos y visualización basada en polígonos [6], obteniéndose un número de imágenes por segundo que varía mucho en las escenas por lo que se realizan muchos envíos de geometría, de ahí las algunas imágenes que aparecen en la gráfica [6], a lo mencionado de las diferentes investigaciones se demuestra en la portabilidad de la arquitectura obteniéndose el máximo rendimiento del dispositivo móvil al estimar el soporte máximo de FPS acotando a ello que el modelado no solo es una imagen, es un recorrido virtual por las instalaciones del templo.

En un pequeño pueblo de la provincia apurimeña de Aymaraes, ubicado en la margen izquierda del río Chalhuanca a 2870 m.s.n.m. luego de cruenta batalla en Chuquinga, del 21 de mayo de 1554, en los dos siglos, Chuquinga fue el punto de partida para el ascenso a la mina de oro y asentamiento minero de Huairaripa en las punas de la comunidad. Durante el auge de la explotación de las minas en el siglo XVII fue construido el hermoso templo de Huairaripa, ahora en ruina, y la Iglesia de Chuquinga, posiblemente en remplazo con una edificación más rustica [7].



Fig. 1: Templo Colonial de Chuquinga [7], bajo la advocación de San Pedro, presenta una planta de distribución longitudinal, con tres volúmenes adosados al cuerpo principal, en el muro lateral sur, correspondiente a los ambientes del baptisterio, la capilla y la sacristía, lo cual se reconstruirá virtualmente [8].

Los tejados contienen pinturas de forma curva y tamaño relativamente uniforme, mide entre 45 y 50 cm de largo, 21 a 24 cm en el extremo angosto y la curvatura de 9 a 12 cm, existen diferentes diseños como se pueden observar en las figuras 2, 3 y 4.



Fig. 2. Tejado con gráfico de cocos.



Fig. 3. Tejado con gráfico de lagartijas



Michael A. Fimmentur Paolmino, Ceter wamani vilca and wison wunocunro Flores

Fig. 4. Tejado con prestaciones andinas, similares al templo de San Blas de la Cuidad de Cusco, Perú.

2. METODOLOGÍA

El método inductivo porque permitió describir, detallar, especificar todos los aspectos del desarrollo del modelado 3D del Templo Colonial de Chuquinga con el Framework ThreeJS, con diseño experimental muestra es no probabilística [8], los dispositivos móviles deben de ser: originales, superiores o iguales a gama baja, sean de la marca Samsung, LG, Sony, Nokia, Motorola, Huawei, Bitel, Mobile, Doogee, HTC y Xioami en una cantidad de $n=30$. La observación siendo la técnica para obtener la información de tiempo de renderización y frecuencia de imágenes (FPS), como instrumentos de recolección de datos se usó el registro del tiempo de renderización y frecuencia de imágenes (FPS) de los dispositivos móviles.

Dos fases se contaron para el desarrollo de la aplicación:

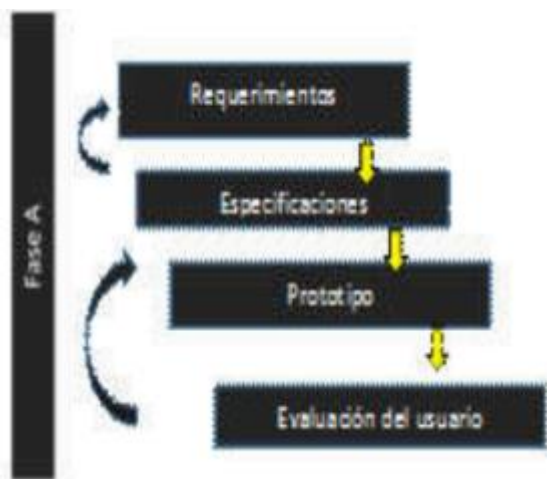


Fig. 4. Fases del desarrollo del Software.

3. RESULTADOS

Sobre el modelado, se crearon os objetos y elementos que conforman el modelado el templo se usó la herramienta 3ds Max utilizado figuras geométricas complejas, como sillas, puerta de entrada y los muros del templo. La ubicación y especificaciones técnicas nos basamos en el plano catastral Chalhuanca 2004 Fig. 5.



Revista de

Fig. 5. Plano catastral de Chalhuanca [9]

La escala (metros), las medidas de la Fig. 6 son el contorno del templo aproximado de 191.49 metros, el grosor de las paredes 0.031 metros, el baptisterio 7.17, bautisterio 8.69 metros, y el bautisterio 6.39 metros.



Fig. 6. Plano del templo colonial Chuquinga

Fig. 6. Plano del templo colonial Chuquinga

La técnica utilizada fue la editable poly, consiste en modificar los polígonos a través de vértices, aristas y borde basado en una malla editable usando pocos polígonos, para que el dispositivo móvil lo procese de forma rápida. Para la recreación del ambiente se realizó: creación del plano, modelado, texturizado a partir de fotos tomadas del templo.

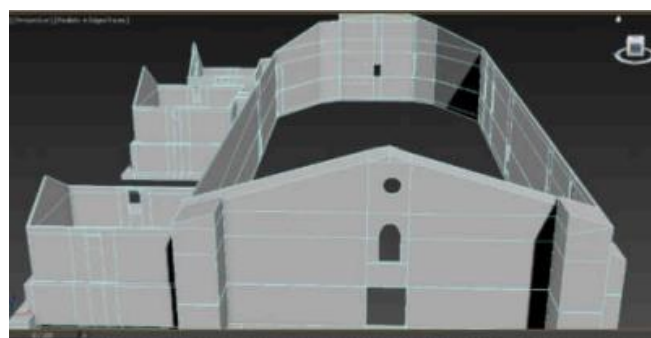


Fig. 7. Modelado de los contornos y techos del templo.

Para el modelado de los objetos internos fue creado partir de una foto tomada en el templo y utilizando el modificador lathe de 3ds Max como se muestra en la Fig 7., para después reducir las aristas y vértices del polígono sin que pierda el detalle del objeto.



Fig. 8. Modelado de la columna de soporte del segundo piso.

Para el texturizado se utilizó la técnica UVW mapping, permite pintar las superficies en base a una textura sólida.



Fig. 9. Texturizado del Arco Interno

Sobre la navegación del escenario se utilizó la librería ThreeJS, es liviana y eficiente para generar y animar gráficos en 3D dentro del navegador, aprovechando las grandes novedades que nos ofrece HTML5 para la generación de contenidos multimedia. Las ventajas de esta no tienen ninguna dependencia a otras bibliotecas sin embargo, para aprovechar ThreeJS al máximo, necesita un navegador que admita el estándar WebGL [10].

Tabla 1: Compatibilidad de navegadores

Navegador	Admite WebGL
Internet Explorer	Versión 11.
Mozilla Firefox	Versión 4.
Google Chrome	versión 10
Safari	Versión 5.1 y superiores .
Opera	WebGL desde la versión 12.0.

En la estructura se programó: escena, cámara y renderizador. La cámara utilizada fue PerspectiveCamera como se observa la codificación en la figura Fig. 10.

```
renderer = new THREE.WebGLRenderer( { antialias: true } );
renderer.setPixelRatio( window.devicePixelRatio );
renderer.setSize( window.innerWidth, window.innerHeight );
container.appendChild( renderer.domElement );

scene = new THREE.Scene();

camera = new THREE.PerspectiveCamera( 45, window.innerWidth / window.innerHeight, 1, 100 );
camera.position.x = -400;
camera.position.z = 4000;
camera.position.y = 300;
```

Fig. 10. Extracción de la codificación del PerspectiveCamera.

La renderización en ThreeJS lo realiza con Canvas Render, la cual diseña sus objetos 3D usando WebGL Render.

```
function init() {

    renderer = new THREE.WebGLRenderer( { antialias: true } );
    renderer.setPixelRatio( window.devicePixelRatio );
    renderer.setSize( window.innerWidth, window.innerHeight );//renderer.setSize(
    window.innerWidth/2,false );

    container.appendChild( renderer.domElement );

    scene = new THREE.Scene();
```

Fig. 11. Extracción de la codificación para la renderización.

En cada una de los elementos se trabajó con aristas y vértices para no sobrecargar el aplicativo de los modelados a continuación se muestra el código la cual genera las gradas y niveles de un costado de la entrada del templo.

```
var Geometria = new THREE.Geometry();

var vertices = [[2,2,0],[70,2,0],[70,35,0],
[35,35,0],[35,70,0],[2,70,0]];

var long_vertices = vertices.length;
var array_extrude = [];
for(i=0;i<long_vertices;i++){
    x = vertices[i][0]
    y = vertices[i][1]:
    z = vertices[i][2]

    Vector = new THREE.Vector3(x,y,z);
    Geometria.vertices.push(Vector);
    array_extrude.push(Vector)
}
```

```

var          forma_figura=new
THREE.Shape(array_extrude);

vardatos_extrusion={
    amount:500,
    bevelEnabled:false,
    bevelSegments:1,
    steps:5,
    bevelThickness:100
}

var
textura=THREE.ImageUtils.laodTexture('te
xturas/piedras/piedra.jpg')

var          extrude_geometria=new
THREE.ExtrudeGeometry(forma_figura,datos
_extrusion);

    textura.repeat.set(0.02,0.02);
    textura.wrapS = textura.wrapT =
THREE.repeatWrapping;

    var material = new
        THREE.MeshBasicMaterial({map:textu
ra,side:THREE.DoubleSide,wireframe:false
});

var          mallaextrusion=new
THREE.Mesh(extrude_geometria,material);

mallaextrusion.position.set(-1000,-
19,1440);

```

Michael A. Pimentel Palomino, Eder Mamani Vilca and Wilson Mollocondo Flores

Revista de Investigación - C&T Riquelme

Para la renderización de los paisajes, se utilizó el formato de panorama definiéndose como la proyección utilizada para mapear la escena 3D total o parcial basado en el formato utilizando 6 caras para llenar toda la esfera que rodea al templo. La imagen se asigna a las caras de los cubos que se ajustan perfectamente, a continuación se muestra el código fuente la cual genera el cielo utilizando la proyección cúbica.

```

var geometry = new
THREE.CubeGeometry(120000,25000,
120000); var cubeMaterials = new
THREE.MeshBasicMaterial( { map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/front.jpg'), side:
THREE.DoubleSide}). new
THREE.MeshBasicMaterial( { map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/back.jpg'),side:THREE.D
oubleSide}), new
THREE.MeshBasicMaterial( { map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/up.jpg'), side:
THREE.DoubleSide}). new
THREE.MeshBasicMaterial( {map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/down.jpg'),
side:THREE.DoubleSide}), new
THREE.MeshBasicMaterial( { map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/right.jpg'), side:
THREE.DoubleSide}). new
THREE.MeshBasicMaterial({ map: new
THREE.TextureLoader().load(
'texturas/Skybox/left.jpg'), side:
THREE.DoubleSide} var cubeMaterial = new
THREE.MeshFaceMaterial( cubeMaterials);
varcube = new THREE.Mesh(geometry,
cubeMaterial); cube.position.set(-
910,3940,1400); scene.add( cube);

```

La ejecución del código se observa en la fig. 13.

La ejecución del código se observa en la Fig. 12.



Fig. 12. Renderizado de las gradas de la entrada al Templo.

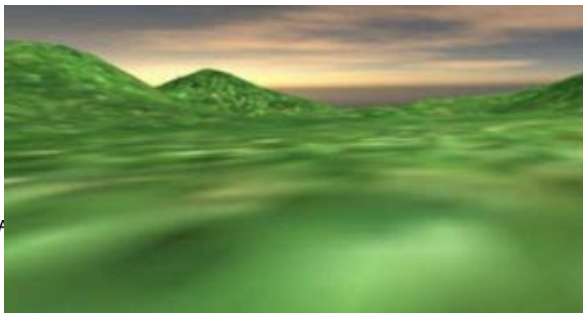


Fig. 13. Renderizado de la proyección tipo cúbico.

Sobre el resultado de la integración reunir todos objetos modelados en un mismo escenario utilizando el Framework ThreeJS para ello se utilizó el complemento AssimpJSONLoade de ThreeJS con el que se cargó modelos creados en 3ds Max, el complemento AssimpJSONLoade acepta archivos en formato JSON para cual se utilizó el exportador ThreeJSExport versión v0.8, los resultados se observan en las figuras 14, 13 y 15.



Fig. 14. Renderizado en formato JSON e integradas a ThreeJS.



Fig. 14. Renderizado Primera capilla del Templo Colonial de Chuquinga.

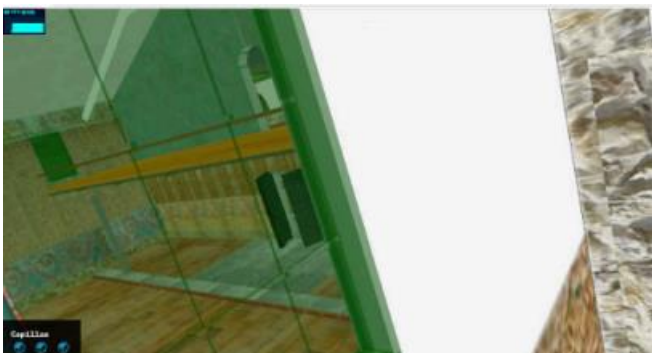


Fig. 15. Vista a través de las ventanas, visualización desde el exterior del templo

A continuación, mostramos los resultados para el tiempo de renderización en dispositivos móviles se determinaron los factores:

Tabla 2: Factores y rangos de los compontes básicos de los dispositivos móviles.

Revista do Investiação - C&T Riocharv

FACTOR	TIPO	RANGO
Memoria interna	Controlable	[16GB < , = 16GB]
Memoria RAM	Controlable	[2GB < , = 2GB]
GPU	Controlable	[500 MHZ= , >500 MHZ]
Internet	No controlable	

Los resultados obtenidos mediante el del análisis de varianza del tiempo de renderizado

Tabla 3: Análisis de varianza del tiempo de renderizado

Promedios del tiempo de renderizado	
Memoria interna (α_i)	0.4921
Memoria RAM (β_j)	0.4011
GPU (γ_k)	-1.6630

Los resultados de la estimación de efectos promedios mostrados en la tabla 4, se obtuvieron procesando tiempo de renderización registrados en cada dispositivo móvil.

Tabla 4: Promedios para el tiempo de renderizado

Fuente	SC	D f	MC	F	P-Value
Memoria interna (α_i)	2.7037	1	0.54818	0.89	0.354
Memoria RAM (β_j)	0.0240	1	0.62825	1.02	0.322
GPU (γ_k)	5.4451	1	5.74865	9.36	0.005

La memoria interna y la memoria RAM afectan en el tiempo de renderizado debido a que sus pendientes son pequeñas por los cual se deberán evaluar en el diagrama de Pareto y la gráfica de efectos estandarizados para ver si estos dos factores afectan significativamente o no en el tiempo de renderizado, asi también se muestra en la Fig. 16.

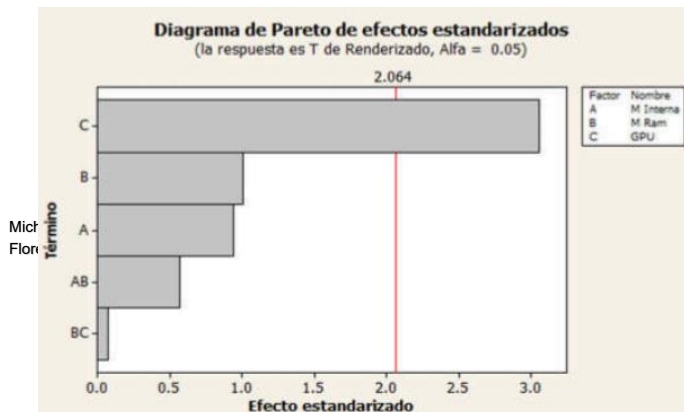


Fig. 16: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

En la figura N° 16, las barras que cruzan la línea de referencia son significativas es decir la barra C la cual es el factor GPU es el único que cruza la línea de referencia. Este factor es estadísticamente significativo en el nivel de 0.05.

4. CONCLUSIONES

Se modeló en 3D el templo de Chuquinga, utilizando el Framework ThreeJS para crear objetos 3D, 3ds Max para el modelado de los muros del templo y WebGL para el renderizado final como una aplicación web, independiente de la arquitectura del dispositivo de móvil.

Para el tiempo de renderización en dispositivos móviles del modelado 3D, el factor GPU, existe un efecto principal en el factor GPU en la gráfica de efectos indica cuando la frecuencia del reloj central es mayor a 500 Mhz, reduce el tiempo de renderización, también observó que la GPU supera la línea de referencia en el diagrama de Pareto, indicando que este factor es significativo y en el análisis de varianza con tres factores se obtuvo el $p\text{-value}=0.005$, al ver que el valor de probabilidad es menor al nivel de significancia ($0.005 < 0.05$) lo que confirma que la GPU influye significativamente en el tiempo de renderizado del modelo 3D del Templo Colonial de Chuquinga con ThreeJS.

AGRADECIMIENTOS

A la municipalidad de Chalhuanca por facilitarnos el archivo del catastro y el acceso al Templo para realizar los requerimientos para el modelado.

REFERENCIAS

- [1] C.d.I. R. d. Perú, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación LEY N° 28296, Lima: Congreso de la República del Perú, 2016.
- [2] E. MAMANI VILCA, "Propuesta de un enfoque para el desarrollo de software educativo

intercultural," 3er Simposio Internacional de Innovación y Tecnología ISIT2012, vol. 2012, pp. 152-158, 05 12 2012.

- [3] J. V. Pereira, Gráficos 3D en Interfaces Web, Tenerife: Universidad San Cristóbal de la Laguna, 2014.

Revista de Investigación - C&T Riquelme

- [4] J. I. Cige, "Visualización interactiva de escenas tridimensionales con OpenSceneGraph sobre dispositivos Android," Universidad Politécnica de Valencia, España, 211.
- [5] G. María Quinteros, "Metodología para la evaluación de técnicas de renderizado 3D en sistemas de visualización de imágenes médicas," Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2014.
- [6] E. MAMANI VILCA, J.. C. MUÑOZ MIRANDA and F. N. TUMI, "HITO: Pseudocode compiler with graphics library," 5TH International Symposium on Innovation and Technology, pp. 88-92, 2016.
- [7] R. Gaitán, "Visualización interactiva 3D en dispositivos móvi," Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [8] R. Hostnig, Boletín de Lima, Lima: El Pino, 2006.
- [9] G. Jiménez and F. Mendoza, "Animación y reconstrucción sobre la zona Prehispánica de Monte Albán, Oaxaca," Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, 2014.
- [10] R. Hernandez Sampieri, F. C. Carlos and P. L. Baptista, Metodología de la investigación, México: Interamericana Editores, 2014.
- [11] M. Chalhuanca, Plano Catastral, Chalhuanca, 2014.
- [12] J. Dirksen, Learning Three.js: TheJavaScript 3D Library for WebGL, UK: Packt Open source, 2015.

BIOGRAFÍAS

Michael Alexander Pimentel Palomino, Ingeniero Informático y Sistemas egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Experiencia en Desarrollo de software, base de datos, manejo de programas de diseño 3D y realidad aumentada, actualmente webmaster en la empresa de turismo Tierras de los Andes S.A.C-Cusco.

Ecler Mamani Vilca, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2002 Ingeniero Estadístico, Informático 2001- Maestro en Educación 2008 - Perú, experiencia en desarrollo de aplicaciones multimedia, innovador tecnológico e investigador en informática, docente de la Universidad Nacional

Micaela Bastidas de Apurímac - Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas. Miembro activo del Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación UNAP, Perú

Michael A. C. Palomino, Carlos A. Mollinedo Flores and Wilson Mollinedo Flores

Revista de Investigación - C&T Riquelme

Wilson U. Mollinedo Flores. Doctor en Administración. Magister Scientie en informática obtenido en la Universidad Nacional del Alti-plano -Puno, actualmente docente Principal del departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.



Business intelligence model using Pentaho for academic management at UNAMBA

Hamely Sarmiento, Marleny Peralta and José L. Merma

Resumen— The article describes the process of developing a Business Intelligence model using Pentaho, to help improve the analysis of information in the Academic Management of the National University Micaela Bastidas de Apurímac. To this end, a Data Mart was implemented to obtain a series of academic indicators and display the information in analytical reports and statistical graphs. The guidelines of the Hefhaestus methodology were followed to design the multidimensional database; as an analytical solution according to the information needs, OLAP online analytical processing tools were used. Pentaho Community tools such as Pentaho Data Integration, Mondrian OLAP Server, Schema Workbench and Pentaho Business Analytics 7.0 were used to achieve the implementation. The implementation of the Business Intelligence Model using Pentaho, allowed users immersed in academic management to visualize and analyze the behavior of academic data, so that they can make informed decisions based on the knowledge extracted from the historical information stored in the college.

Palabras clave— Business Intelligence, Pentaho, Hefesto, Academic Management

1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, es de gran importancia contar con datos y herramientas tecnológicas con la finalidad de obtener información que permita apoyar la toma de decisiones con fundamento en el análisis de la información. Debido al aumento en el volumen de datos que registra y almacena la Universidad, las autoridades se enfrentan a un ambiente de incertidumbre y complejidad creciente [1], ya que la acumulación de estos datos no produce utilidad alguna, o lo hace de manera poco relevante [2]. En ese contexto es necesaria una base para organizar e integrar los datos disponibles y que posibilite acceder a los datos de forma rápida, para conocer qué es lo que está sucediendo, que ha sucedido o que puede suceder en la universidad, a través del desempeño de las actividades académicas. Las tecnologías y herramientas que dan soporte a estos requerimientos de negocio, se les conoce como Inteligencia de Negocios (IN o BI; acrónimo del inglés Business Intelligence) [3]

La Inteligencia de Negocios permiten transformar los datos almacenados en información; la información en conocimiento y el conocimiento está dirigido a un plan o a una estrategia comercial. El objetivo principal de la Inteligencia de Negocios es contribuir a tomar decisiones que mejoren el desempeño de la empresa y promover su ventaja competitiva en el mercado [4]. El proceso de inteligencia de negocios es un proceso interactivo para explotar y analizar la información sobre un área, normalmente almacenada sobre un almacén de datos, para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones; incluye la comunicación de los descubrimientos y efectuar los cambios [5].

Una de las actividades más significativas en el ámbito de la Inteligencia de Negocios lo constituye el diseño y construcción de los almacenes de datos o Data Warehouse. La definición más extendida es la que ha dado W. Inmon (al que se le conoce como el padre del almacén de datos), donde define a un almacén de datos (Data Warehouse) como una colección de datos orientados a temas, integrados, variante en el tiempo y no volátil, que soporta el proceso de toma de decisiones de la dirección [6]. Los almacenes de datos (Data Warehouses) son depósitos o archivos de información resumida de varios orígenes de datos, almacenada bajo un esquema unificado en un solo sitio. Una vez reunida, los datos se almacenan mucho

tiempo, lo que permite el acceso a los datos históricos [7]. Sin embargo, el proceso que se encarga de extraer, transformar, consolidar e integrar y centralizar o cargar los datos al almacén de datos, se denomina Data Warehousing; por lo que, un Data Warehousing es un proceso que emplea un Data Warehouse (DW) o un Data Mart (DM). Bernabeu [2] define a un Data Mart como la implementación de un DW con alcance restringido a un área funcional, problema en particular, departamento, tema o grupo de necesidades. Puede tener como usuario a un único departamento dentro de la organización.

Un Data Warehouse es una base de datos que posee una estructura multidimensional, compuesta por dos estructuras principales: tablas de dimensiones (contienen conceptos del negocio a analizar) y tablas de hechos (contienen medidas o indicadores del negocio), lo que facilita la creación de cubos multidimensionales y el procesamiento analítico en línea (OLAP).

El procesamiento analítico en línea OLAP agiliza la consulta de grandes volúmenes de información. Para ello utiliza estructuras multidimensionales, conocidas como cubos OLAP, que contiene datos pre calculados y agregados. Estos sistemas tienen una velocidad de respuesta muy superior a los sistemas transaccionales. Un cubo OLAP es un vector multidimensional, de N dimensiones; en él la información se almacena en cada una de estas dimensiones, de forma ordenada y jerarquizada, lo que ayuda a realizar un rápido análisis de su contenido. Una base de datos multidimensional puede contener varios de estos cubos OLAP [8].

En los últimos años, el mercado de Inteligencia de Negocios se ha enriquecido con soluciones open source que cubren todas las necesidades de una organización para la explotación de la información. Algunas de estas herramientas tienen ya varios años de ser utilizadas y se hallan respaldadas por organizaciones que tienen un claro modelo de negocio orientado a los servicios de valor añadido, por lo que es posible encontrar herramientas maduras y solventes. En el mercado de soluciones Open Source Business Intelligence (OSBI) destaca la solución Pentaho, como una de las suites más completas y maduras del mercado OSBI existe desde el año 2006, sigue la estrategia open core, que se basa en un núcleo open source que ofrecen servicios y módulos mejorados. Ésta es la razón por la cual existen dos versiones: la versión Enterprise se ofrece bajo una modalidad de suscripción y la versión Community que es completamente gratuita [9].

El artículo describe el desarrollo de un modelo de Inteligencia de Negocios usando Pentaho llevado a cabo en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), con la finalidad de contribuir en aumentar la eficiencia en el análisis de datos académicos para el proceso de toma de decisiones. La UNAMBA tiene aproximadamente más de 3500

- Hamely Sarmiento Ponce. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Correo electrónico: sarmiento101147@gmail.com
- Marleny Peralta Ascue. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Correo electrónico: marlenyperaltaascue@gmail.com
- José Luis Merma Aroni. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Correo electrónico: marlenyperaltaascue@gmail.com

estudiantes matriculados, más de 280 docentes entre nombrados y contratados [10]. Cuenta con cuatro facultades como la Facultad de Ingeniería, Facultad de Administración, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Facultad de Educación y Ciencias Sociales cada una de ellas con sus respectivas escuelas profesionales.

Como problema principal se identificó ciertas limitaciones en la generación de reportes y gráficos estadísticos con información resumida, agregada y consolidada; débil acceso a la información en tiempo real.

Se procesaron datos desde el año 2008 al 2016, con el objetivo de analizar el comportamiento de los datos históricos de los estudiantes, escuelas, docente, seguimiento académico, graduado y titulado, que se almacenaron en un Data Mart. De tal forma, que las autoridades directamente relacionadas con la Gestión Académica de la universidad puedan acceder a la información detallada acerca del comportamiento de los datos académicos.

2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se ha optado por la metodología Hefesto, porque define claramente cada una de las etapas para el diseño y construcción del DW o DM. Se caracteriza por tener una arquitectura híbrida la cual combina la bottom-up (metodología de Ralph Kimball) y top down (metodología de Bill Inmon).

La metodología Hefesto está compuesta de cuatro etapas [2], las cuales se describe a continuación:

2.1 Análisis de requerimientos

En esta etapa inicial se realizó las entrevistas a las autoridades de la universidad relacionadas directamente con la gestión académica, siendo: los Decanos de Facultad, Directores de Escuela y Jefes de Departamento Académicos, con la finalidad de identificar los requerimientos de información a través de preguntas. La Tabla 1 muestra los requerimientos de información académica.

TABLA 1
REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

REQ.	DESCRIPCIÓN
RQ1	Se desea conocer el número de ingresantes por facultad, escuela profesional, sexo, semestre académico .
RQ2	Se desea conocer el número de estudiantes matriculados por facultad, escuela profesional, sexo, semestre académico
RQ3	Se desea conocer el número de retirados por facultad, escuela profesional, sexo, semestre académico .
RQ4	Se desea conocer el número de egresados por facultad, escuela profesional, sexo, semestre académico .
RQ5	Se desea conocer el total de graduados y titulados por facultad, escuela profesional, tipo de acto, modalidad, procedencia en un determinado período de tiempo.
RQ6	Se desea conocer el número de matriculados por asignatura y categoría en un determinado período de tiempo
RQ7	Se desea conocer el número de aprobados por asignatura y categoría en un determinado período de tiempo
RQ8	Se desea conocer el número de desaprobados por asignatura y categoría en un determinado período de tiempo
RQ9	Se desea conocer el total de asignaturas matriculadas por estudiante, según sexo en un determinado período de tiempo
RQ10	Se desea conocer el total de asignaturas aprobadas por estudiante, según sexo en un determinado período de tiempo

RQ11	Se desea conocer el total de asignaturas desaprobadas por el estudiante en un determinado período de tiempo
RQ12	Se desea conocer el total de créditos aprobados por el estudiante en un determinado período de tiempo
RQ13	Se desea conocer el total de créditos desaprobados por el estudiante en un determinado período de tiempo
RQ14	Se desea conocer el promedio ponderado por el estudiante en un determinado período de tiempo.
RQ15	Se desea conocer el total de semestres estudiados por el estudiante en un determinado período de tiempo.
RQ16	Se desea conocer el total de docentes por Facultad, Escuela profesional, Departamento Académico, categoría, grado académico, condición, dedicación y sexo en un determinado período de tiempo.

Después de definir los requerimientos, se identificaron los indicadores y perspectivas.

2.2 Análisis de las Fuentes de datos

Las fuentes de datos utilizadas en el diseño del DM se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2
FUENTES DE DATOS A UTILIZAR

Tipo de Fuente	Nombre de la fuente	Descripción
Base de datos Transaccional	Sistema Académico	Base de datos que contiene el registro del proceso de matrículas de la Universidad desde el 2008 al 2016.
Archivo Excel	Registro de Grados y Títulos	Contiene información del registro de los graduados y titulados desde el año 2008 al 2014.

2.3 Modelo lógico de Almacén de datos

El esquema que se utilizó para la estructura del *Data Mart* Académico, corresponde al esquema constelación, porque posee una serie de esquemas en estrella. En esta etapa, las perspectivas se transforman en dimensiones y los indicadores en medidas que están incluidas en tablas de hechos, cuyos modelos están enfocados a los indicadores de población universitaria, rendimiento académico, asignaturas, graduados y titulados e indicadores de docentes. La Tabla 3, muestra la descripción de las dimensiones y la Tabla 4 muestra la descripción de los indicadores. Así mismo la Fig. 1 y Fig. 2, representan algunos modelos multidimensionales, que forma parte de todo el *Data Mart*. De la misma forma se diseñó los demás esquemas para representar las tablas de hechos y dimensiones, luego juntarlas dando como resultado el modelo en constelación.

TABLA 3
DIMENSIONES UTILIZADAS EN EL DATA MART

Dimensiones	Descripción
Tiempo	Proporciona la temporalidad al indicador, tiene las jerarquías : año y semestre, mes, fecha.
Estudiante	Almacena la información del estudiante como su código y nombre.
Sexo	Define el sexo del estudiante o docente
Facultad	Engloba todas las facultades
Escuela	Engloba todas las Escuelas Profesionales
Asignatura	Engloba todas las asignaturas.
Cat_asignatura	Engloba todas las categorías a las que pertenecen las asignaturas
ModalidadGYT	Engloba las modalidades de obtención del Grado Académico o Título.
	Engloba los de especialidad : Doctorado,

Grado Académico	Maestro, Título Profesional, Segunda Especialidad.
ProcedenciaGYT	Engloba la procedencia a los que se les otorga el grado o título según modalidad.
Cond_Docente	Engloba las condiciones del docente como ser docente ordinario o contratado
Categ_Docente	Engloba las categorías del docente como principal, asociado y auxiliar.
DptoAcadémico	Engloba los departamentos académicos de la universidad.

TABLA 4
INDICADORES DEL DATA MART

Indicador	Descripción (hecho alumnos)
Nro_ingresantes	Cantidad de ingresantes
Nro_matriculados	Cantidad de matriculados
Nro_retirados	Cantidad de retirados o desertores
Nro_egresados	Cantidad de egresados
Indicador	Descripción (hecho grados y títulos)
total	Total de graduados: titulados, bachilleres, maestro, doctor
Indicador	Descripción (hecho asignatura)
Nro_matriculados	Total de estudiantes que se matriculan en una asignatura
Nro_aprobados	Total de estudiantes que aprobaron en una asignatura
Nro_desaprobados	Total de estudiantes que desaprobaron en una asignatura
Indicador	Descripción (hecho rendimiento académico del estudiante)
Sem_estudiados	Total de semestres estudiados
Cred_aprobados	Total de créditos aprobados
Cred_desaprob.	Total de créditos desaprobados
Total_creditos	Total de créditos matriculados
Asig_aprobadas	Total de asignaturas aprobadas
Asig_desaprobadas	Total de asignaturas desaprobadas
Total_asignatur.	Total de asignaturas matriculadas
Prom_ponderado	Promedio Ponderado del estudiante
Indicador	Descripción (hecho docente)
Total docentes	Total de docentes

El Diseño completo del Data Mart Académico, es la integración de todos los modelos multidimensionales representados en esquema de estrellas.

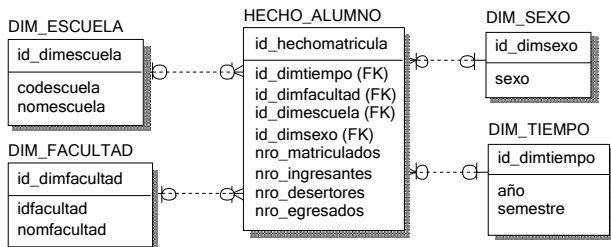


Fig. 1. Modelo multidimensional para el cubo de Alumno

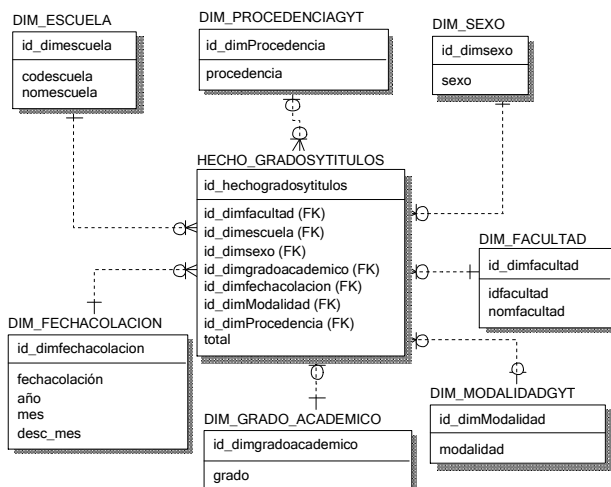


Fig. 2. Modelo multidimensional para el cubo de Grados y Títulos

2.4 Integración de datos: Proceso ETL

Una vez construido el modelo lógico del Data Mart se procedió a Extraer, Transformar y cargar los datos de las distintas fuentes de datos. En la Fig. 3 se aprecia el proceso ETL. Se utilizó la herramienta Kettle (*K Extraction Transformation Load E*). Kettle utiliza una interfaz gráfica Spoon, la cual es un componente de *Pentaho Data Integration*.

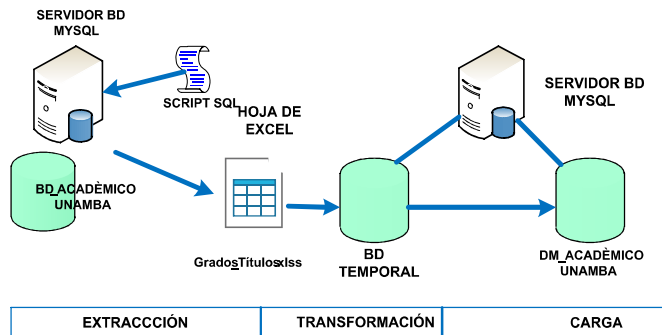


Fig. 3. Proceso ETL

En la Fig. 4 se muestra el proceso de transformación para el indicador población universitaria

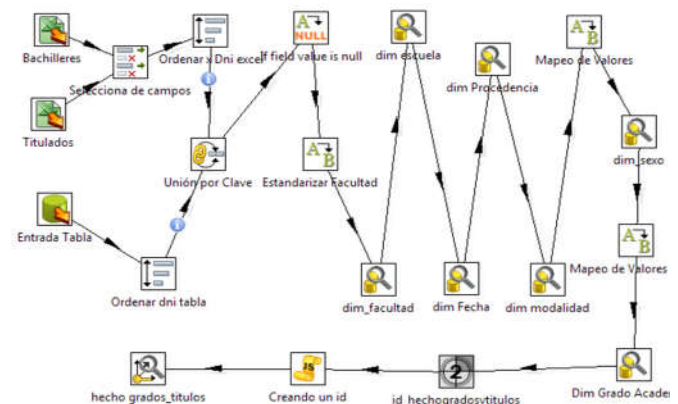


Fig. 4. Flujo de trabajo para los indicadores de Grados y Títulos

2.5 Análisis de Datos

Se utilizó como solución analítica los Cubos OLAP (*On-Line Analytical Processing*), con una arquitectura ROLAP (OLAP relacional). La tabla 6 muestra las herramientas *Open Source Business Intelligence* (OSBI), entre ellas destaca la solución Pentaho [11] utilizada en el diseño e implementación del DM.

Tabla 6. Herramientas seleccionadas para el diseño e implementación del DM

AREA	DESCRIPCIÓN
Plataforma de Inteligencia de Negocio	de PENTAH05.0.1.
Proceso de extracción, transformación y carga .(ETL)	de Pentaho Data integration (Kettle)
Gestor de Base de Datos	de Mysql Server 5.1
Análisis OLAP	Servidor OLAPMondrian
Construcción y publicación de cubos multidimensionales	Pentaho Schema Workbench
Generación de reportes	de Jpivot y plugin Saiku Analytics
Herramientas de acceso a los datos	de Web de Pentaho

3 RESULTADOS

Se implementó los siguientes cubos: cubo de Alumnos, para analizar a los alumnos ingresantes, matriculados, retirados y egresados según semestre de ingreso y realizar las comparaciones históricas, cubo de Rendimiento Académico, cubo de Asignaturas, para analizar el número de alumnos que aprueban, desaproveban y determinar causas de deserción, cubo de Grados y Títulos, y el cubo de docentes para analizar a los docentes según su grado, condición y categoría.

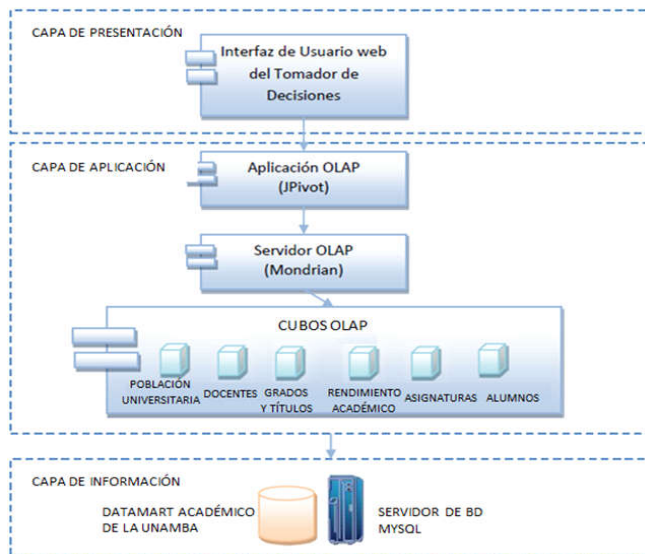


Fig. 5. Estructura de componentes basados en capas del Modelo de Inteligencia de Negocios.

En la Fig. 5, se representa la estructura de componentes basados en capas del Modelo de Inteligencia de Negocios propuesto para visualizar y analizar los indicadores de gestión académica, desde diferentes perspectivas a través de la capa de presentación.

A continuación se presentan algunos resultados del *Data Mart* Académico, reportes analíticos y/o gráficos estadísticos tal como se muestran en la Fig. 6, Fig. 7 y Fig. 8. Para la implementación de los reportes analíticos se utilizaron consultas MDX (Expresiones Multidimensionales) las cuales son administradas por Pentaho BI Server.

Asimismo, para la explotación o visualización de los indicadores se utilizó como herramienta OLAP *Jpivot* y el plugin de *Saiku Analytics*. La herramienta *Saiku Analytics*, permite seleccionar y escoger cualquier cubo multidimensional, al abrir el cubo se muestran las dimensiones y métricas o indicadores, los mismos que se ubican en filas o columnas según las necesidades del usuario, por lo que presenta una visión agregada y detallada de la información.

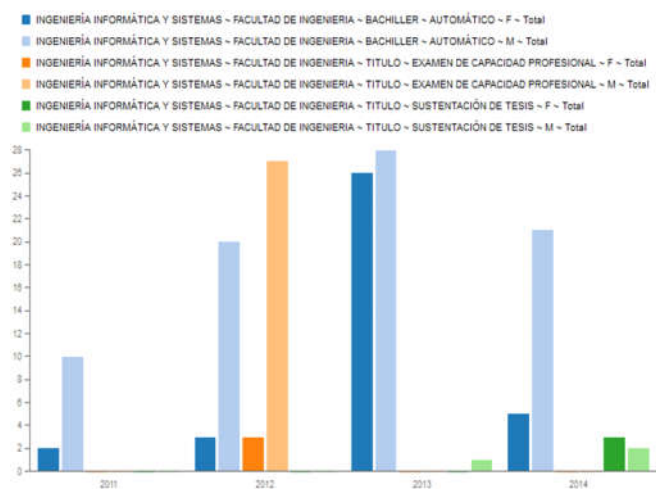


Fig. 6. Cantidad de graduados y titulados, en cuatro años según sexo y modalidad de obtención.

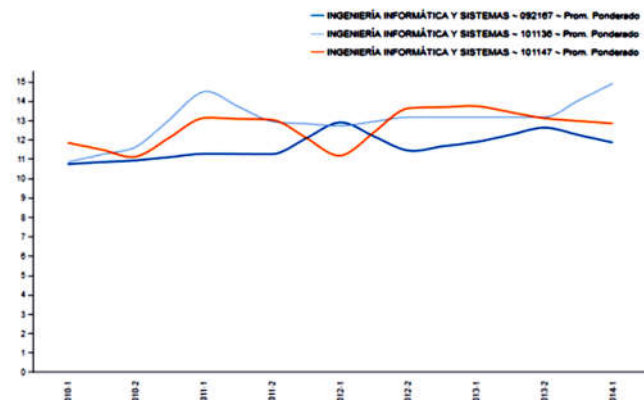


Fig. 7. Seguimiento al estudiante por su rendimiento académico por semestre.

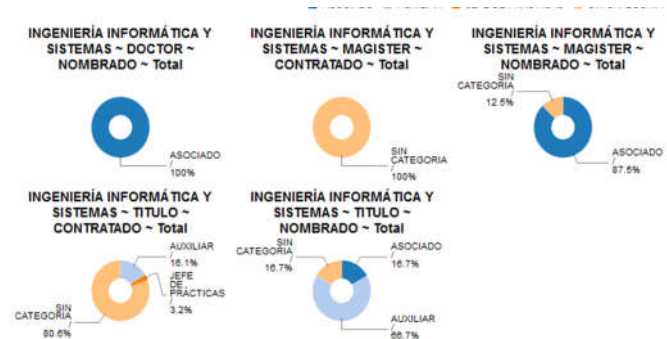


Fig. 8. Cantidad de docentes por grado académico, categoría y condición.

Para demostrar la hipótesis planteada, se trabajó con una muestra constituida por 14 autoridades, entre decanos, directores y jefes de departamentos académicos. Como técnica se usó la encuesta y se construyó un cuestionario en base a la disponibilidad de reportes que se genera con y sin la aplicación de inteligencia de negocios.

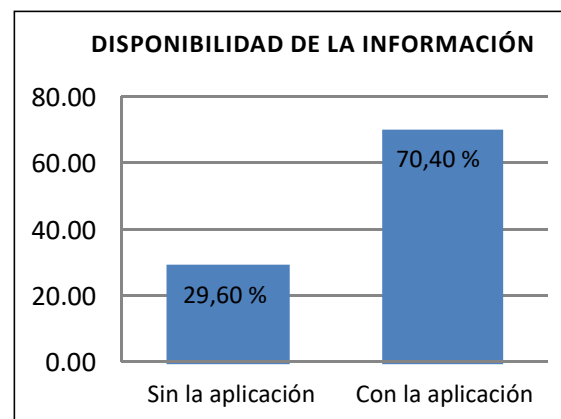


Fig. 9. Disponibilidad de información a través de reportes y gráficos estadísticos.

La Fig. 9 muestra en promedio que con la aplicación de Inteligencia de Negocios existe mayor disponibilidad y acceso a la información, a través de reportes dinámicos y facilitando tiempos de respuesta menores para la toma de decisiones y planes de acción.

5 CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo permitió satisfacer los requerimientos de información académica a las autoridades de la universidad, proporcionando información analítica útil a la hora de analizar y tomar decisiones.

Los resultados que presenta la aplicación de inteligencia de negocios utilizando los cubos OLAP generó un gran impacto en los decanos, directores y jefes de departamento, directos responsables de la gestión académica de la universidad; en la

medida que se consolidó la información y el procesamiento permitió obtener resultados mediante reportes analíticos y gráficos estadísticos, produciendo un mayor dinamismo e interactividad en el manejo de los datos del Data Mart.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Servicios Académicos y a la Unidad de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), por proporcionar la data del Sistema Académico y el registro de grados y títulos.

REFERENCIAS

- [1] Y. Reyes Dixson y L. Nuñez Maturel. "La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico". Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. Vol. 3 N° 2, pp. 63-73. 2015. ISSN 2255-5648. URL: <https://www.upo.es/revistas/index.php/gecontec/article/view/1745>
- [2] D. Bernabeu Ricardo y M. Garcia Mariano "Hefesto Data Warehousing: Guía completa de aplicación teórica-práctica; metodología de Data Warehouse". 16-180. 2017. Fecha de consulta: 01 de marzo de 2018. URL: <http://trojanx.com/Hefesto/>
- [3] I. Guitart Hormigo y J. Conesa i Caralt. "Uso de analítica para dar soporte a la toma de decisiones docentes". Actas de las XX JENUI. pp 83-90. Julio 2014. ISBN: 978-84-697-0774-6. URL: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/15455/P83gu_usod.pdf
- [4] A. Peña Ayala. "Inteligencia de Negocios: Una propuesta para su desarrollo en las organizaciones". Instituto Politécnico Nacional Dirección de Publicaciones. 1ra ed, pp. 7-10. México. ISBN: 970-94797-1-7. 2006.
- [5] J.L. Cano "Business Intelligence: Competir con Información", pp. 23. 2007. Fecha consultada 01 de marzo de 2018. URL: www.iwith.org/pdf/Libro_BI_Competir_con_Informacion.pdf
- [6] M. Piattini Velthuis, E. Marcos Martines, C. Calero Muñoz y B. Vela Sanchez. "Tecnología y diseño de Bases de Datos". Ed. Alfaomega Ra-Ma. 1ra ed, pp.756-787. Mexico. ISBN: 978-970-15-1268-5. 2007.
- [7] Silberschatz, y H.F. Korth. "Fundamentos de Bases de Datos". Ed. McGraw Hill. 5ta. Ed, pp. 612-617. España. ISBN: 84-481-46111. 2006.
- [8] S. Ramos. "Microsoft Business Intelligence", Ed. SolidQ, pp. 16-18. Alicante, España. ISBN: 978-84-936417-8-8
- [9] J. Conesa Caralt y J. Curto Diaz. "Introducción Bussiness Intelligence". Ed. UOC. 1ra ed, pp. 26-27. Barcelona, España. ISBN: 978-84-9788-886-8. 2010
- [10] Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. "Compendio Estadístico 2002-2016". 2017.
- [11] Pentaho Corporation (2011). Getting Started with Pentaho Business Analytics. Fecha consultada 16 de marzo de 2018. URL: <http://aim.vcu.edu/files/support/docs/quickstart/095%20IQ%20Getting%20Started.pdf>

Hamely Sarmiento Ponce. Ingeniero Informático y Sistemas, título obtenido en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en el año 2018.

Marleny Peralta Ascue. Ingeniero de Sistemas, título obtenido en la Universidad Privada de Tacna, en el año 1999. Magister en Investigación Desarrollo e Informática; grado obtenido en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco en el año 2016. Docente Ordinario de la Universidad Tecnológica de los Andes y de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

José Luis Merma Aroni. Ingeniero Informático y Sistemas, título obtenido en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en el año 2003. Magister en Telemática, grado obtenido en la Universidad Nacional de Ingeniería en el año 2013.

Análisis de las características laborales de los trabajadores de construcción civil, inscritos en el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil RETCC en el ámbito de la Región Puno 2015-2017

Jenrry A. Quispe y Leonel Coyla

agarnica@gmail.com, lcoyla@unap.edu.pe

Resumen— Construcción civil es un sector que presenta un elevado nivel de informalidad laboral, alta rotación de personal y tendencia a contratación temporal en obra, ofrece remuneraciones atractivas y que prácticamente no exige requisitos formativos, actualmente el sector presenta ausencia de estadísticas o información actualizada, por ende, el objetivo general fue analizar las características laborales de los trabajadores de construcción civil, inscritos en el registro nacional de trabajadores de construcción civil RETCC en el ámbito de la región Puno 2015-2017. Que se vienen registrando en el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil (RETCC), el cual fue implementado en la Región Puno el 30 de noviembre de 2015. Se tomó como población a los trabajadores registrados en el RETCC, desde el 30 de noviembre 2015 hasta el 31 de marzo del 2017 que hacen un total de 8529 registrados, la técnica de muestreo fue aleatorio simple con un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%, se obtuvo como muestra 384 registros del RETCC. Para la recopilación de los datos se utilizó la información consignada en los formularios del Ministerio de Trabajo, luego se procedió con la aplicación del Análisis Factorial Exploratorio, las conclusiones fueron: Las características laborales de los trabajadores de construcción civil está conformado por 04 factores relevantes, el factor personal-laboral, el factor académico, el factor capacitación y el factor genero del trabajador.

Palabras clave— Análisis factorial, Características laborales, Construcción Civil, Registro en Puno.

1 INTRODUCCIÓN

Construcción Civil es un mercado ocupacional altamente atractivo por los salarios que actualmente perciben, en la cual están categorizados de acuerdo al conocimiento que tienen (en el área de construcción), pudiendo ser calificados como peón, oficial u operario [1], actualmente el Decreto Legislativo 727, confiere a los trabajadores de Construcción una serie de beneficios razón por la cual el mercado de la Construcción es considerado uno de los más rentables en cuanto a prestación de servicios a nivel nacional [2], nuestra región de Puno no es ajena a esta inclinación dentro de nuestro mercado laboral, teniendo actualmente muchos trabajadores de construcción tanto en obras de Ejecución Pública, obras ejecutadas por el Gobierno Regional, Municipalidades Provinciales y Distritales y/o Ministerios, etc.

Como también el Sector Privado dedicado al rubro de la Construcción teniendo como los más representativos la Empresa CASA, Graña y Montero (G y M) por mencionar algunos que Contratan personal para la Ejecución de Obras.

Uno de los problemas que tiene construcción civil es el alto grado de rotación de personal en obra, segundo la mayoría de personal en obra carece de formación profesional en construcción civil [1], siendo en su mayoría empíricos, se podría concluir que construcción civil es un mercado independiente donde la oferta de mano de obra supera a la demanda requerida, razón por la cual muchos trabajadores de construcción civil son independientes, siendo contratados como maestros de obra que a la vez contratan su personal de manera independiente.

De acuerdo con la actual legislación de construcción civil, toda obra que supere las 50 UITs, está en la obligación de registrar a sus trabajadores de construcción civil ante el Ministerio de Trabajo, exceptuando la norma a los que construyen por un monto menor al mencionado, como también a los que construyen sus propias unidades de vivienda [3].

Por iniciativa del gobierno anterior del ex presidente Ollanta Humala Tasso, en el año 2013 se crea el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil (RETCC) con el Decreto Supremo N° 005-2013-TR, como una medida de formalización para dicho sector, el RETCC se implementa en todas las regiones del Perú, llegándose a implementar en la Región de Puno, el 25 de Noviembre del 2015 por Resolución Ministerial N° 236-2015-TR [4], iniciándose de esta manera el proceso de formalización en la Región de Puno de los trabajadores de

construcción [5], cabe recalcar que antes del registro se carecía de información real, en cuanto al número de trabajadores de construcción, sus características laborales, etc, ya que el sector de construcción era considerado una actividad relativamente informal, con altos grados de rotación de personal en obra, razón por la cual no se contaba con información real.

Con el registro del RETCC, nace la propuesta de elaborar una investigación para conocer las características laborales de los trabajadores de construcción civil en la Región de Puno, ya que la misma servirá como una herramienta técnica para programas de formalización y capacitación en el sector de construcción civil. El objetivo de este artículo es Analizar las características laborales de los trabajadores de construcción civil, inscritos en el registro nacional de trabajadores de construcción civil RETCC en el ámbito de la región Puno 2015-2017.

2 PROCEDIMIENTO PARA LA PRESENTACIÓN DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO

2.1 Factores Personales

Son las características que permiten que el trabajador actúe de una manera y no de otra, es decir, haga o no lo que corresponde de acuerdo a atributos inherentes a la persona [6].

La respuesta a esta actitud se puede deber a tres razones:

1. No sabe qué hacer o cómo hacerlo. Desconocimiento probablemente debido a ser nuevo en la actividad o carecer de experiencia.
2. No quiere hacerlo. No le motiva hacerlo como corresponde, aunque sabe cómo.
3. No puede hacerlo por incapacidad o se encuentra desadaptado.

2.2 FACTOR DEMOGRÁFICO

Demografía es aquella teoría de la ciencia demográfica que pretende dar cuenta de la estructura y la dinámica de la población estableciendo leyes o principios que regirían esos fenómenos. Una teoría demográfica explicaría los cambios y acontecimientos de las poblaciones humanas, de su dimensión, estructura, evolución y características generales, tanto desde un punto de vista cuantitativo - estadístico- como cualitativo -sociológico y económico [7] [8]. [7]

2.3 CONSTRUCCIÓN CIVIL - MARCO LEGAL

- Decreto Supremo N° 005-2013 –TR, Creación del Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil.
- Decreto Supremo N° 008-2013 –TR, Creación del Registro Nacional de Obras de Construcción Civil.
- Resolución Ministerial N° 051-96-TR, Adecuan la Negociación Colectiva de los Trabajadores de Construcción Civil a los alcances de la Ley de Relaciones Colectivas de Trabajo.
- Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2013-2014, suscrita entre CAPECO Y FTCCP.
- Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2014-2015, suscrita entre CAPECO Y FTCCP.
- Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2015-2016, suscrita entre CAPECO Y FTCCP.
- Informe N° 49-2012-MTPE/2/14, Absolución de consulta formulada con respecto al pago de la tasa de trabajo en sobretiempo durante la jornada nocturna en construcción civil.
- Decreto Legislativo N° 727, Ley de Fomento a la Inversión Privada de la Construcción.
- Ley 24324, Día de la Construcción Civil.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación siguió el diseño no experimental, de tipo exploratorio [9] ya que se obtuvo la información de la muestra del total de personas registradas en el Sistema del RETCC, región Puno, desde su implementación en la región Puno en fecha 30 de noviembre de 2015 hasta el 31 de marzo del 2017, analizando la información de los registrados para determinar las características laborales con mayor relevancia en el sector de construcción civil.

4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo conformada por los trabajadores de Construcción Civil inscritos en el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil, desde su apertura en la Región Puno, en fecha 30 de noviembre de 2015 hasta el 31 de marzo de 2017, que hacen un total de 8,529.00 trabajadores empadronados en la región de Puno. Por lo tanto, se observó que para el presente estudio fue necesario una muestra de 384 registros de trabajadores de construcción civil.

4 PRUEBA DE KMO Y BARTLETT

Supuestos de la prueba de esfericidad de Bartlett.

Hipótesis nula: (H_0), significa que las variables no están correlacionadas.

Hipótesis alterna: (H_a), significa que las variables están correlacionadas.

Prueba de esfericidad de Bartlett:

Si Sig. (p-valor) > 0.05 aceptamos H_0 -----> no se puede aplicar el análisis factorial.

Si Sig. (p-valor) < 0.05 rechazamos H_0 -----> se puede aplicar el análisis factorial.

p-valor: es la probabilidad o significación que para rechazar la H_0 deberá ser menor a 0.05 (Seguridad del 95% lleva implícita una $p < 0.05$) [10].

Tabla 1: Verificación de Nivel de Correlación de las Variables estudiadas

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser -Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,743
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. cuadrado gl	1686,471
	Sig.	,000

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Para el presente estudio la prueba de KMO resultó 0,743, lo que es lo mismo KMO $\geq 0,7$ es considerado mediano, con lo cual queda aprobado para su correspondiente ejecución y análisis de datos.

En cuanto a la prueba de esfericidad de Bartlett el valor Sig (significación) resultó 0,000 que es < 0.05, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0), por tanto, las variables están correlacionadas y tiene sentido hacer el análisis.

De la matriz de correlaciones se pueden deducir varios datos importantes que se detalla a continuación:

- La variable Edad del trabajador con la variable Estado civil del trabajador tienen una correlación del 0,731, considerado mediana relación entre estas dos variables, implica que están regularmente relacionadas entre sí.
- La variable Edad del trabajador con la variable Años y meses laborando en construcción tienen una correlación del 0,804, considerado muy alta, entre estas dos variables.
- La variable Estado Civil con la variable Años y meses laborando en construcción tienen una correlación de 0,692, consideramos que tiene relevancia medio-alto para el presente estudio.
- La variable Nivel educativo con la variable Horas de capacitación tienen una correlación de 0,407, consideramos que tiene relevancia medio-bajo para el presente estudio.
- La variable Puesto del trabajador con la variable Años y meses laborando en construcción tienen una correlación de 0,401, consideramos que tiene relevancia medio-bajo para el presente estudio.
- La variable Nivel educativo con la variable Ocupación del Trabajador tienen una correlación de 0,358, tienen una relación medio – bajo entre las dos.
- La variable Ocupación del Trabajador con la variable Horas de capacitación tienen una correlación de 0,482, tienen una relación medio – bajo entre las dos.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla 2: Varianza total explicada

Componente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Tota l	% de var	% acum	Tota l	% de var	% acu	Tota l	% de var	% acum
1	3,64	33,125	33,125	3,64	33,125	33,125	3,06	27,838	27,838
2	2,01	18,296	51,421	2,01	18,296	51,421	2,01	18,333	46,171
3	1,23	11,186	62,607	1,23	11,186	62,607	1,75	15,908	62,079
4	1,08	9,816	72,423	1,08	9,816	72,423	1,13	10,344	72,423
5	,744	6,767	79,190						
6	,615	5,586	84,777						
7	,584	5,309	90,086						
8	,411	3,739	93,825						
9	,294	2,671	96,495						
10	,208	1,889	98,385						
11	,178	1,615	100,00						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Los componentes 1, 2, 3 y 4 explican el 72,423 % de la varianza total, siendo el componente 1 el que más influye con un 27,838 %, seguido del componente 2 con un 18,333 %, seguido del componente 3 con un 15,908 % y culminando con el componente 4 que aporta con un 10,344 %.

ANÁLISIS DE LAS COMUNALIDADES

Tabla 3: Comunalidades o pesos de las variables

	Inicial	Extracción
Edad del trabajador	1,000	,804
Sexo del trabajador	1,000	,863
Estado civil del trabajador	1,000	,743
Nivel educativo del trabajador	1,000	,506
Experiencia laboral del trabajador	1,000	,515
Puesto de trabajo	1,000	,514
Ocupación del trabajador	1,000	,793
Años y meses laborando en construcción	1,000	,814
Capacitación en construcción civil	1,000	,849
Materia de capacitación	1,000	,888
Horas de capacitación	1,000	,677

Método de extracción: análisis de componentes principales.

De las comunalidades o varianza común por variable, observamos que todas las variables estudiadas superan el 0,45 considerada evaluación regular, por ende, todas las variables son significativas para el Análisis Factorial, sin embargo tenemos variables cuya carga factorial es altísima caso de edad (0,804), sexo (0,863), años laborando en construcción (0,814), capacitación en construcción (0,849), materia de capacitación (0,888), estado civil (0,743) y ocupación del trabajador (0,793) explican en mayor proporción la varianza según su participación en los factores.

ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE COMPONENTE ORIGINAL Y ROTADO

Tabla 4: Matriz de componentes original

	Matriz de componente			
	Componente			
	1	2	3	4
Edad del trabajador	,824	,322	-,125	,073
Sexo del trabajador	-,062	-,036	-,299	,876
Estado civil del trabajador	,727	,433	-,091	,139
Nivel educativo del trabajador	-,535	,401	,218	,110
Experiencia laboral del trabajador	-,461	-,356	-,188	,375
Puesto de trabajo	,583	,369	,073	,180
Ocupación del trabajador	-,306	,518	,636	,164
Años y meses laborando en construcción	,836	,321	-,100	-,043
Capacitación en construcción civil	,561	-,642	,337	,089
Materia de capacitación	,436	-,398	,694	,239
Horas de capacitación	-,544	,595	,140	,088

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 4 componentes extraídos.

Tabla 5: Matriz de componentes rotado.

	Matriz de componente rotado			
	Componente			
	1	2	3	4
Edad del trabajador	,869	-,211	,070	-,017
Sexo del trabajador	,069	,025	-,009	,926
Estado civil del trabajador	,859	-,063	,019	,033
Nivel educativo del trabajador	-,206	,646	-,210	,050
Experiencia laboral del trabajador	-,512	-,053	-,038	,499
Puesto de trabajo	,701	,064	,130	,041
Ocupación del trabajador	,025	,876	,139	-,074
Años y meses laborando en construcción	,860	-,228	,064	-,134
Capacitación en construcción civil	,080	-,446	,802	-,024
Materia de capacitación	,113	,009	,936	-,011
Horas de capacitación	-,102	,724	-,375	,036

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

De la tabla 4 y 5 se aprecia una gran diferencia en cuanto al peso de las componentes, siendo las diferencias muy notorias, por un lado tenemos que en la tabla 4 las cargas son muy altas en más de una variable lo que dificulta la interpretación, razón por la cual se realizó la rotación varimax que lo que hace es ajustar las cargas factoriales para darle una interpretación más sencilla y significativa a los componentes, resultando 04 componentes, los cuales estarían clasificados de la siguiente forma.

Componente 1.- Estaría conformado por 5 variables las cuales son: edad del trabajador, estado civil del trabajador, experiencia laboral del trabajador, puesto de trabajo y años laborando en construcción la cual podríamos definirla como factor personal-laboral.

Componente 2.- Estaría conformado por 3 variables las cuales serían nivel educativo del trabajador, ocupación del trabajador y horas de capacitación, el componente lo podríamos definir como el factor académico.

Componente 3.- estaría conformado por 2 variables las cuales son capacitación en construcción civil y materia de capacitación, se define como el factor capacitación del trabajador.

Componente 4.- estaría conformado por 1 variable la cual es sexo y/o género del trabajador

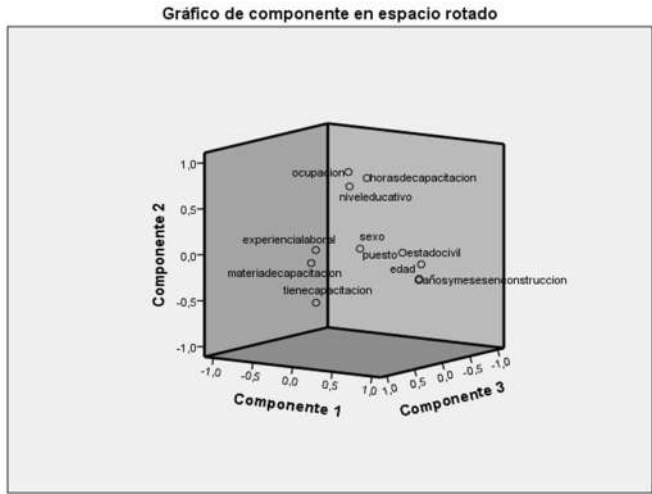


Figura 1: Grafico de componentes de las variables

Del gráfico se puede apreciar mucha dispersión en cuanto a las variables estudiadas, sin embargo, es notorio la conformando grupos en los ejes, como el caso del grupo conformado por la variable nivel educativo, ocupación y horas de capacitación, que conformarían el factor académico, en cuanto a las demás variables estudiadas es difícil deducir, por la dispersión que se manifiesta entre ellos.

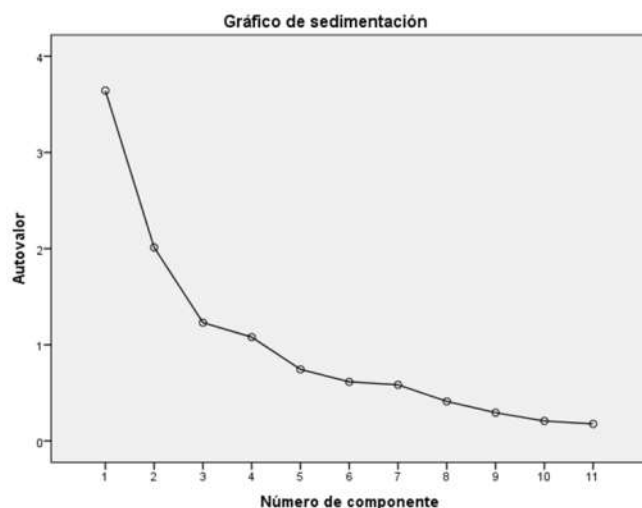


Figura 2: Gráfico de Sedimentación de las Variables.

El gráfico de Sedimentación nos indica que sólo son mayores que 1, cuatro autovalores que explican el 72,423 % de la variabilidad total, con lo que hay cuatro factores que resumen a todas las variables representándolas de forma coherente.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.

Tabla 1: Estadística descriptiva de las Variables

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N de análisis
Edad del trabajador	39,92	10,994	384
Años y meses laborando en construcción	16,46	10,299	384
Horas de capacitación	95,32	173,394	384

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Del cuadro podemos apreciar que la edad media de los trabajadores inscritos en el Registro Nacional de Trabajadores de construcción civil es de 39 años, con una desviación estándar de 10,994, para los 384 casos analizados en el presente estudio de investigación.

Para la variable Años y meses laborando en construcción se aprecia que tiene una media de 16,46 años con una desviación estándar de 10,299 y en cuanto a las horas de capacitación tenemos una media de 95,32, con una desviación estándar de 173,394 bastante significativa la desviación en el tema de capacitación del trabajador.

Tabla 7: Sexo del trabajador Construcción Civil

	Nº	% válido	% acum
Masculino	376	97,9	97,9
Femenino	8	2,1	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor

Se puede apreciar por el cuadro, que el género masculino mayoritariamente trabaja en la actividad de construcción civil con un porcentaje de 97,9 % comparado con el del género femenino que cuenta con tan solo un 2,1 % del total de trabajadores.

Tabla 8: Estado Civil del Trabajador de Construcción

	Nº	% válido	% acum
Soltero	91	23,7	23,7
Conviviente	117	30,5	54,2
Casado	176	45,8	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

El mayor porcentaje de trabajadores de construcción civil presenta como estado civil la categoría de casado con un 45,8 %, seguido de conviviente con un 30,5 %, y solteros 23,7 % del total de la muestra

Tabla 9: Nivel educativo de los Trabajadores de Construcción

	Nº	% válido	% acum
Primaria incompleta	6	1,6	1,6
Primaria completa	33	8,6	10,2
Secundaria incompleta	43	11,2	21,4
Secundaria completa	137	35,7	57,0
Superior no univ incompleta	85	22,1	79,2
Superior no univ completa	49	12,8	91,9
Superior univ incompleta	22	5,7	97,7
Superior univ completa	9	2,3	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Tabla 2: Puesto de trabajo de los trabajadores de construcción

	Nº	% válido	% acum
Peón	41	10,7	10,7
Oficial	83	21,6	32,3
Operario	193	50,3	82,6
Otros	67	17,4	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

En cuanto a la variable puesto de trabajo, el mayor porcentaje lo representa la categoría operario con 50,3 % del total, seguido de la categoría oficial con un 21,6 %, teniendo la categoría Otros (maestro de obra, chofer, etc) un porcentaje de 17,4 % y en categoría peón un porcentaje de 10,7 %.

Tabla 11: Ocupación del trabajador de construcción

	Nº	% válido	% acum
Albañil	82	21,4	21,4
Fierrero	43	11,7	32,6
Encofrador	32	8,3	40,9
Maestro de obra	64	16,7	57,6
Electricista	12	3,1	60,7
Carpintero	45	11,7	72,4
Chofer	32	8,3	80,7
Cristalero	4	1,0	81,8
Pintor	19	4,9	86,7
Mecánico	1	,3	87,0
Operario de maquinaria pesada	33	8,6	95,6
Otros	17	4,4	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

En cuanto al cuadro variable Ocupación del trabajador apreciamos que la Ocupación de albañil, tiene el porcentaje más alto con un 21,4 %, lo cual indica que es la ocupación más empleada por los trabajadores de construcción civil, seguido por maestro de obra con un 16,7 %, en tercer lugar, tendríamos a la ocupación fierrero y carpintero ambos con un porcentaje de 11,7%, así sucesivamente para los casos restantes, siendo la ocupación mecánica el de menor porcentaje contando con solo un 0,3 %.

Tabla 12: Tenencia de capacitación en construcción

	Nº	% válido	% acum
Si	180	46,9	46,9
No	204	53,1	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

En cuanto al tema si los trabajadores de construcción cuentan con capacitaciones en temas relativos a rubro de construcción civil se tiene lo siguiente, que un 46,9 % si tienen capacitación, mientras que el restante 53,1 % de los trabajadores carece de capacitación en temas relacionados a construcción civil, lo cual nos indica claramente que la mayoría aprende empíricamente el oficio.

Tabla 13: Materia de capacitación en construcción

	Nº	%	% válido	% acum
Albañilería	27	7,0	7,0	7,0
Encofrado	3	,8	,8	7,8
Fierrería	22	5,7	5,7	13,5
Instalaciones eléctricas	5	1,3	1,3	14,8
Instalaciones sanitarias	11	2,9	2,9	17,7
Sistema de construcción en seco Drywall	3	,8	,8	18,5
Topografía	1	,3	,3	18,8
Acabados de superficies con pintura	2	,5	,5	19,3
Otros	51	13,3	13,3	32,6
Seg y Salud en el trabajo	43	11,2	11,2	43,8
Sutran	12	3,1	3,1	46,9
No tiene Capacitación	204	53,1	53,1	100,0
Total	384	100,0	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Analizando cuadro de materia de capacitación, se tiene que el 13,3 % de las capacitaciones están dirigidas a la categoría otros (operadores de maquinaria pesada, choferes y demás profesiones no incluidas en el formato del RETCC), seguido de seguridad y salud en el trabajo con un 11,2 %, curso de albañilería con 7,0 % y fierrería con 5,7 %, como los más representativos en capacitaciones en el sector de construcción civil.

Tabla 14: Distrito de procedencia del trabajador de construcción civil

Departamento	Distrito	Nº	% válido	% acum
Arequipa	Pedregal	1	0,3	0,3
	Socabaya	1	0,3	0,5
	Yanahuara	2	0,5	1,0
Cajamarca	Cajamarca	1	0,3	1,3
Cusco	Cusco	1	0,3	1,6
	Sicuani	1	0,3	1,8
Ica	Nazca	1	0,3	2,1
Lima	Jesús María	1	0,3	2,3
	Lima	2	0,5	2,9
	Puente Piedra	1	0,3	3,1
	San Juan de Lurigancho	2	0,5	3,6
	San Luis	1	0,3	3,9
Loreto	Yurimaguas	1	0,3	4,2
Moquegua	Ilo	1	0,3	4,4
	Moquegua	5	1,3	5,7
Piura	Piura	1	0,3	6,0
	Sullana	1	0,3	6,3
Puno	Acora	40	10,4	16,7
	Asillo	3	0,8	17,4
	Ayaviri	31	8,1	25,5
	Azángaro	6	1,6	27,1
	Cabanilla	5	1,3	28,4
	Desaguadero	21	5,5	33,9
	Huancané	8	2,1	35,9
	Ilave	31	8,1	44,0
	Juli	26	6,8	50,8
	Juliaca	38	9,9	60,7
	Lampa	6	1,6	62,2
	Puno	109	28,4	90,6
	San Gaban	25	6,5	97,1
	Sandia	2	0,5	97,7
	Yunguyo	1	0,3	97,9
Tacna	Tacna	8	2,1	100,0
Total		384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Analizando el cuadro y grafico de distrito de procedencia de los trabajadores de construcción civil, se muestra claramente que la mayoría de los trabajadores de construcción son del distrito de Puno con un porcentaje de 28,4 %, seguido del distrito de Acora con un 10,4 %, Juliaca con un 9,9 %, Ayaviri cuenta con un porcentaje de 8,1%, y así sucesivamente.

Tabla 15: Provincia de procedencia del trabajador de construcción

Departamento	Provincia	N°	% válido	% acum
Arequipa	Arequipa	4	1,0	1,0
Cajamarca	Cajamarca	1	0,3	1,3
Cusco	Cusco	1	0,3	1,6
	Sicuani	1	0,3	1,8
Ica	Nasca	1	0,3	2,1
Lima	Cañete	1	0,3	2,3
	Lima	6	1,6	3,9
Loreto	Alto Amazonas	1	0,3	4,2
Moquegua	Ilo	1	0,3	4,4
	Moquegua	5	1,3	5,7
Piura	Piura	1	0,3	6,0
	Sullana	1	0,3	6,3
Puno	Azángaro	9	2,3	8,6
	Carabaya	25	6,5	15,1
	Chucuito	47	12,2	27,3
	El Collao	39	10,2	37,5
	Lampa	7	1,8	39,3
	Melgar	31	8,1	47,4
	Puno	149	38,8	86,2
	San Román	42	10,9	97,1
	Sandia	2	0,5	97,7
	Yunguyo	1	0,3	97,9
Tacna	Tacna	8	2,1	100,0
Total		384	100	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Dedución del cuadro y grafico en cuanto a la Provincia de procedencia se tiene lo siguiente, que la provincia de Puno tiene el porcentaje más relevante con un 38,8 %, seguido de la provincia de Chucuito con un 12,2 %, San Román con un 10,9 %, el Collao tiene un porcentaje de 10,2%.

Tabla 16: Departamento de procedencia del trabajador de construcción

	N°	% válido	% acum
Arequipa	4	1,0	1,0
Cajamarca	1	,3	1,3
Cusco	2	,5	1,8
Ica	1	,3	2,1
Lima	7	1,8	3,9
Loreto	1	,3	4,2
Moquegua	6	1,6	5,7
Piura	2	,5	6,3
Puno	352	91,7	97,9
Tacna	8	2,1	100,0
Total	384	100,0	

FUENTE: Datos procesados por el ejecutor.

Dedución del cuadro procedencia de departamento del trabajador de construcción civil, tenemos que el 91,7 % de los registrados son del departamento de Puno, 2,1 % provienen del departamento de Tacna, 1,8 % provienen del departamento de Lima, 1,6 % provienen de Moquegua, 1,0 % provienen de Arequipa, entro los más significativos.

CONTRASTE DE HIPOTESIS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de analizado la información resultado tener 04 factores relevantes:

Primer factor personal-laboral, constituido por las características laborales edad del trabajador, estado civil, experiencia laboral, puesto de trabajo y años laborando en construcción.

Segundo factor académico, constituido por las características nivel educativo del trabajador, ocupación del trabajador y horas de capacitación.

Tercer factor capacitación, constituido por las características capacitación en construcción civil y materia de capacitación.

Cuarto factor Genero, constituido por la característica género y/o sexo del trabajador de construcción civil.

Los cuatro factores representan de manera coherente las 11 variables estudiadas y nos permiten generalizar que el sector de construcción civil cuenta con características personales, académicos, de capacitación y genero del trabajador.

Se conjetura la siguiente aseveración para nuestra hipótesis inicial, aceptar la hipótesis nula H_0 como verdadera ya que el estudio resultado tener 04 factores.

7 CONCLUSIONES

Las características laborales de los trabajadores de construcción civil están conformadas por 04 factores relevantes, el factor personal-laboral, el factor académico, el factor capacitación y el factor género del trabajador.

Se describe las características personales-demográficas, de acuerdo al objetivo específico A, de los trabajadores de construcción mediante el análisis descriptivo de las variables, la cual están agrupados por las variables sexo, distrito, provincia y departamento de procedencia del trabajador de construcción, resumiendo el 97,9 % de los trabajadores de construcción son del sexo masculino y el 2,1 % del sexo femenino, lo cual nos indica que construcción civil es una actividad netamente masculina por el esfuerzo físico que implica. En cuanto al distrito de procedencia el mayor porcentaje provienen del distrito de Puno con un 28,4 %, Acora (10,4 %), Juliaca (9,9 %), por Provincias de mayor porcentaje a menor tendríamos Puno (38,8 %), Chucuito (12,2 %), San Román (10,9 %), culminando con el Departamento de procedencia de mayor porcentaje a menor tendríamos el siguiente orden: Puno (91,7 %), Lima (1,8 %), Tacna (2,1 %), siendo el Departamento de Puno el que presenta el mayor porcentaje de inscritos en el RETCC, con un porcentaje de 91,7 % a nivel Departamental.

El factor 1 está determinado por las variables edad, estado civil, experiencia laboral, puesto de trabajo y años laborando en construcción que integrarían el factor personal-laboral. El factor 2 está determinado por las variables: nivel educativo, ocupación del trabajador y horas de capacitación, que conforman el factor académico. El factor 3, está conformado por las variables: capacitación y materia de capacitación, que conforman el factor capacitación. El factor 4, está conformado por la variable sexo, que conforma el factor género del trabajador.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería Estadística e Informática de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por brindarme la oportunidad de seguir investigando.

REFERENCIA

- [1] Diario Oficial el Peruano, «Crea el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil - RETCC.,» Decreto Supremo N° 005-2013-TR, 2013.
- [2] M. Torres, «Ventajas de trabajar en el Régimen de Construcción Civil,» 16 09 2016. [En línea]. Available: <https://www.noticierocontable.com/regimen-construccion-civil/>
- [3] Diario Oficial el Peruano, «Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil - RETCC.,» Decreto Supremo N° 009-2016-TR, 20 07 2016.
- [4] Diario Oficial el Peruano, «Inician implementación del Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil - RETCC, en la Región Puno,» Resolución Ministerial N° 236-2015-TR, 27 11 2015.
- [5] Dirección Regional de Trabajo Puno, «Cronograma de inscripción para Trabajadores de Construcción Región Puno.,» Resolución Directoral Regional N° 054-2015-GR-GRDS-PUNO., 30 11 2015.
- [6] Y. Y. Salazar Rios, Factores de influencia en el Bajo Rendimiento Académico de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Estadística e Informática de la UNA-PUNO 2015., Puno, 2017.
- [7] M. Cayllahua Apaza, Análisis de correspondencias para determinar los factores que inciden en el consumo de alcohol en estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, 2016.
- [8] WIKIPEDIA, «Teoría demográfica,» 16 12 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_demogr%C3%A1fica.
- [9] L. M. Reyes, «Muestreo Simple Aleatorio,» 07 07 2011. [En línea]. Available: <http://reyesestadistica.blogspot.pe/2011/07/muestreo-simple-aleatorio.html>
- [10] CEACES, «Análisis Factorial,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/ceaces/multivari/factorial/factorial.htm>
- [11] N. APA, «Holas punto coma,» 12 08 2017. [En línea]. Available: <http://www.holas.com>.
- [12] «Curso gratis de SPSS Intermedio (Package for the Social Sciences),» s.f.. [En línea]. Available: <http://www.aulafacil.com/cursos/t842/ciencia/estadistica/s/spss-intermedio-statistical-package-for-the-social-sciences>.
- [13] J. Perez Leal, «Cómo aplicar análisis factorial a la Investigación de Mercados,» 04 08 2015. [En línea]. Available: <https://plepso.blogspot.pe/2015/08/analisis-factorial-e-investigacion-de.html>.
- [14] J. Llopis Pérez, «Tema 18: Análisis Factorial,» 02 01 2013. [En línea]. Available: <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2013/01/02/tema-18-analisis-factorial/>.
- [15] Universidad de Alicante, «Matriz de correlación y gráficos de dispersión,» 13 04 2015. [En línea]. Available: <https://web.ua.es/es/lpa/docencia/analisis-estadistico-de-datos-geoquimicos-con-r/matriz-de-correlacion-y-graficos-de-dispersion.html>.
- [16] CEACES, «Examen de la matriz de correlaciones,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/ceaces/multivari/factorial/matriz.htm>.
- [17] Diario Oficial el Peruano, «Modifican el Reglamento del Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil - RETCC, aprobado por el Decreto Supremo N° 009-2016-TR,» Decreto Supremo N° 013-2016-TR, 25 10 2016.
- [18] F. Azorín y J. Sánchez Crespo, Métodos y Aplicaciones del Muestreo, Madrid - España, s.f..
- [19] T. D. Garcia, Selección y Control del factor humano en empresas de construcción civil, Lima, 2013.
- [20] W. Gutierrez, Motivación y Satisfacción Laboral de los Obreros de Construcción Civil, Lima, 2013.
- [21] J. Aldas Manzano, «Análisis Factorial,» 03 2013. [En línea]. Available: <https://www.yyyy.files.wordpress.com/2013/03/analisis-factorial.pdf>.
- [22] WIKIPEDIA, «Análisis factorial,» 21 08 2007. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_factorial.
- [23] DefiniciónABC, «Definición ABC Social Académico,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/social/academico.php>.
- [24] Bibliografía, «Significado de Bibliografía,» 15 12 2017. [En línea]. Available: <https://www.significados.com/bibliografia/>.
- [25] DefiniciónABC, «Definición de Factores,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/factores.php>.
- [26] Significados, «Significado de Bibliografía,» 15 12 2017. [En línea]. Available: <https://www.significados.com/bibliografia/>.
- [27] C. Pérez Lopéz, TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE DATOS, Madrid España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A, 2004.
- [28] Universidad Pontificia, «Tamaño necesario de la muestra,» de Estadística aplicada a las Ciencias Sociales, Madrid, Pedro Morales Vallejo, 2012, pp. 2-24.
- [29] DefiniciónABC, «Definición de Laboral,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/social/laboral.php>.
- [30] W. A. Gutiérrez León, Artist, Motivación y Satisfacción laboral de los Obreros de Construcción Civil: Bases para futuras investigaciones. [Art]. Universidad Católica del Perú, 2013.
- [31] T. D. Garcia Zapata, «Selección y control del factor humano en empresas de construcción civil,» Producción y Gestión Facultad de Ingeniería Industrial, pp. 63-71, 2013.
- [32] V. Yepes Piqueras, «Definiciones básicas del diseño de experimentos,» 23 04 2013. [En línea]. Available: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/24/definiciones-basicas-del-diseno-de-experimentos/>.
- [33] DATANALYTICS, «VARIMAX: LO QUE SE GANA, LO QUE SE PIERDE,» 2 04 2014. [En línea]. Available: <https://www.datanalytics.com/2014/04/02/varimax-lo-que-se-gana-lo-que-se-pierde/>.

Software for certification of professional ability CIP- CD Apurímac, Abancay

Luzmery Achulli Valderrama and Ecler Mamani Vilca

Abstract— The research is based on the development of Application Software for the Location of Information of the members of the Association of Engineers of Peru - Departmental Council of Apurímac - Abancay. The type of research was quasi experimental design, using methodology the XP , php programming language, mysql, framework mvc laravel for software development. The sample was 75, where the results of the objectives were the following: the information location time was optimized at 71.5%, the quality of attention was improved since 100% of users rated as excellent, 73.3% Of colleagues, they qualify as good and 55.5% improved the reporting time. Concluding that the software The Software significantly contributes to the information location of the colleague in the Association of Engineers of Peru - Apurímac Departmental Council - Abancay.

Keywords—Application software, CIP, professional ability, laravel.

1 INTRODUCCIÓN

El software de aplicación está compuesto por programas que ayudan a los usuarios a solucionar problemas de computación particulares [1]. El software de aplicaciones tiene el mayor potencial en la modificación de los procesos que añaden valor a una empresa debido a que está diseñado para actividades y funciones organizacionales específicas.

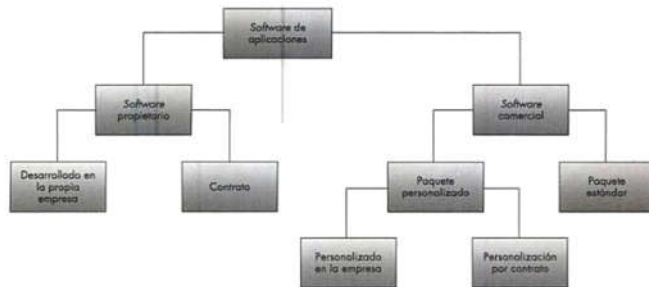


Fig. 1. Tipos de software de aplicación.

Hoy en día en las instituciones es muy primordial la toma de decisiones a través de sistemas de información, un paso que conduce a la acción, se basa en la información, donde la incertidumbre ante el futuro y la falta de conocimiento sobre la situación actual hacen que el gerente busque información [2].

El desarrollo de software se basa en la ingeniería del software que es una disciplina que comprende todos los aspectos de la producción del software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza. La estructura para desarrollar y organizar un software determinado (Framework) [3], solucionó los problemas observados; la gestión de la colegiatura consta del registro de información de los profesionales titulados, quienes aportan económicamente pagos por diferentes conceptos, estas actividades mencionadas anteriormente se desarrollan de forma rutinaria haciendo uso de hojas de cálculo por lo que se mejoró substancialmente la ubicación de la información, otro problema solucionado el pago por los derechos de habilitación brindando reportes inmediatos contando con un control exacto de los aportes mensuales. Por último se mejoró el nivel de atención en esta institución gracias al desarrollo y aplicación del software.

Rivas [3], Desarrolló el sistema automatizado para el registro y control de préstamo de expedientes, cuyo objetivo fue desarrollar un sistema automatizado que permita registrar y controlar la ubicación de expedientes de cada empresa en la que concluye que el sistema automatizó el control de todos los expedientes que se manejan en el archivo del departamento legal.

El Software se desarrolló bajo la metodología XP, el software

- Luz Mery, Valderrama Achulli Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, megat.28.28@gmail.com
- Ecler Mamani Vilca, Escuela profesional de Informática y Sistemas, UNAMBA – Perú, eclervirtual@unamba.edu.pe

de aplicación controla el acceso de usuarios y operaciones que realice dentro de ella, registro de colegiados, control de cuotas de cada colegiado, búsqueda de datos del colegiado, apertura de caja, registro de egresos diarios, emisión de Certificado de habilidad, constancia de no adeudo, certificado para tramite municipal, reportes, está orientado al funcionamiento sobre una plataforma intranet.

Hoy en día en las instituciones es muy primordial la toma de decisiones a través de sistemas de información, un paso que conduce a la acción, se basa en la información, donde la incertidumbre ante el futuro y la falta de conocimiento sobre la situación actual hacen que el gerente busque información [2].

2 DESARROLLO

El proceso de desarrollo del software se realizó aplicando la metodología XP centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito, promoviendo el trabajo en equipo [4], la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios.

El producto final, el Software de cumple con las siguientes prestaciones.

- Administración de usuario
- Administración de personal
- Administrar colegiados
- Administrar traslados
- Controlar de caja (ingresos y egresos)
- Cierre de caja
- Cobranzas
- Control de aportes mensuales
- Control de aportes anuales y otros conceptos
- Control de consejos departamentales
- Reportes gráficos estadísticos

La figura 2 muestra la estructura del sistema se estableció en relación al patrón de arquitectura de software modelo – vista –controlador [5], que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones.

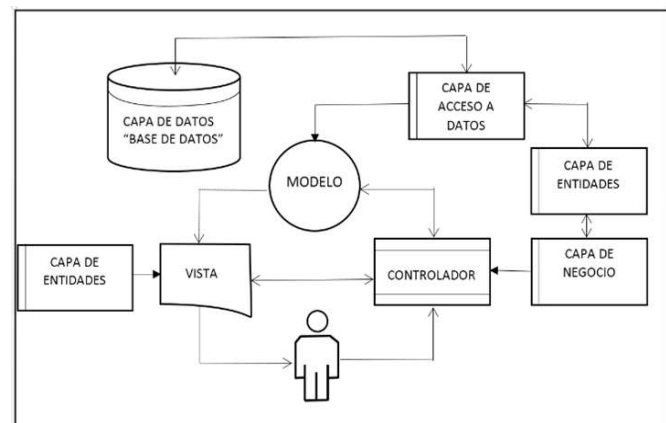


Fig. 2. Arquitectura modelo – vista – controlador (MVC)

Las pruebas de aceptación son realizadas en una cantidad de 20 los cuales quedaron registrados en el historial de usuario, podemos apreciar el último historial.

Tabla 03. Historial de Prueba 20

PRUEBA N° 20	
Nombre de Prueba:	Reporte estadístico de colegiados habilitados.
Descripción:	En esta prueba se evidencia que el software genere correctamente el reporte gráfico de colegiados habilitados.
1. Generar reporte	
Descripción:	La Administrador una vez logueado en el software (tras el proceso de logueo), selecciona el menú reportes, donde se muestra un formulario con los diferentes reportes.
Condición de ejecución:	El usuario debe tener el permiso de administrador así mismo ingresar las fechas como parámetro para realizar la consulta.
Entrada:	- El usuario debe ingresar con su usuario y contraseña. - Debe seleccionar el menú reportes. - Se muestra la ventana de consulta actualizada al momento en que lo genera el reporte.
Resultado esperado:	Muestra el reporte gráfico de colegiados habilitados correctamente
Evaluación de la prueba:	Prueba satisfactoria.

B. Materiales

En la tabla N° 04 se muestra la lista de herramientas utilizadas para el desarrollo de software.

ELEMENTO	HERRAMIENTA
Framework mvc para php	Laravel
Gestor de base de datos	Mysql 5.1.69
Lenguaje de programación	Php 5.3.6
Modelador de base de datos	Mysql Workbench 6.2
Reportes en pdf	Thujohn/pdf-L4
Editor de texto	Sublime Text 3
Documentación	M.S Word y Excel
Estimación del proyecto	Projectlibre Gantt
Gráfico estadísticos	Chart.js

Tabla 04. Herramientas usadas para el desarrollo del software.

Entre los instrumentos de recolección de datos se tuvo el registro de datos del CIP Apurímac y encuestas, los cuales fueron aplicados a los usuarios.

3 RESULTADOS

Los resultados referentes a la aplicación del software son los siguientes:

Sobre la Ubicación de la información se muestra en el siguiente gráfico.

Fig. 7 : Comparación de tiempos de ubicación de información.

La Figura 6 Compara el promedio de minutos en la ubicación de información observándose una mejora de 4.9 minutos lo que representa el 71.5% del tiempo de optimización, dando a conocer que de que se acepta la hipótesis planteada mediante la prueba de Medias para do poblaciones Independientes y concluyéndose que se optimizó el tiempo de ubicación de información del colegiado con la aplicación de software.

Para el resultado del Nivel de Atención a los Colegiados, se realizó una encuesta aplicando la escala Likert para medir el nivel de satisfacción en el nivel de atención que recibe el colegiado teniendo los siguientes datos y en el figura 7:

Tabla 05. Nivel de satisfacción de los Usuarios

Opción	Antes del Sw	Después del SW
Excelente	0	55
Bueno	17	20
Regular	46	0
Deficiente	5	0
Muy deficiente	0	0
Total	68	75

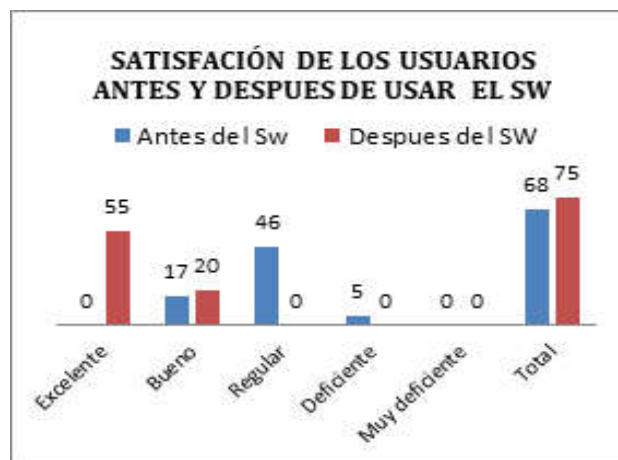


Fig. 7. Nivel de satisfacción de los usuarios

A continuación se muestra algunas interfaces de usuario, en figura 8, se muestra el pago mensual reportado por colores y el monto acumulado anualmente.

Fig. 8. Interfaz de cobranza

Sobre los reportes se cuenta con el siguiente menú:

Fig. 9. Opciones para reportes



Fig. 10. Reporte de certificado de Habilitación

Así mismo se tiene algunos reportes emitidos, como ejemplo la impresión de certificado de habilidad el cual se muestra solo si el colegiado está al día en sus cuotas.

Colegiados habilitados/deshabilitados

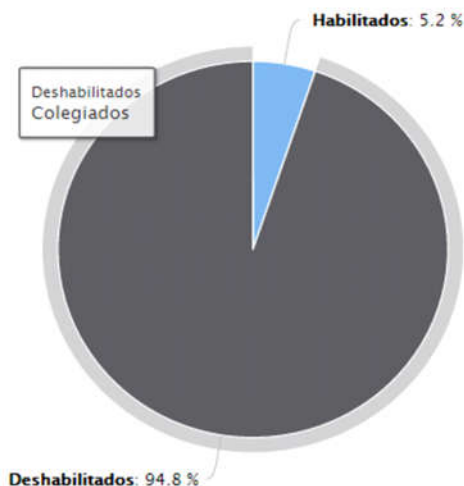


Fig. 11. Reporte de Colegiados habilitados

4 CONCLUSIONES

Mediante la el software de aplicación en el CIP CD- Apurímac se mejoró en:

Sobre la ubicación de información de los colegiados, se mejoró en un 71,5% y así mismo se validó mediante la prueba de hipótesis de dos medias poblaciones con error del 5%.

El nivel de atención es satisfecho en los colegiados de los cinco niveles de atención sistematizada califican un 26.7% como bueno y el 73.3% como excelente.

En la emisión de reportes, se optimizó el tiempo en un 55,5% asimismo se validó mediante la prueba de hipótesis con error del 5%.

Se implementó, desarrolló e implanto el software de aplicación

siguiendo las fases de la metodología XP el cual soluciono los problemas antes mencionados.

5 RECOMENDACIONES

Se sugiere migrar la base de datos de Mysql a un servidor gestionado en la nube el cual permitirá ahorro en el mantenimiento de infraestructura, ahorro de energía y simplicidad.

Continuar con el desarrollo de proyectos de software, en pro de la total automatización, promoviendo el uso de las nuevas tecnologías.

Difundir este tipo de trabajo para que ya no sólo forme parte de un antecedente pasivo en el referencial de otras investigaciones de corte similar.

A la UNAMBA propiciar y brindar el apoyo cultural necesario a estas organizaciones, en la materia referida. Por ello debe insertarse en la realidad local, regional y nacional estudiando, de manera operativa e interdisciplinaria, los grandes problemas que vive el país, produciendo conocimientos relevantes sobre estos problemas y presentando alternativas para la transformación de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Al colegio de Ingenieros del Perú, sede Abancay por facilitar y realizar las pruebas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. M. S. & G. W. Reynolds, Principios de Sistemas de Información: Enfoque administrativo, Mexico: Thomson, 1990.
- [2] R. G. y. M. J. C. Murdick, Sistemas de información administrativas. Venezuela: Editorial Production Supervisión., Caracas: Editorial Production Supervisión., 2005.
- [3] E. MAMANI VILCA, J. C. MUÑOZ MIRANDA y F. N. TUMI, «HITO: Pseudocode compiler with graphics library,» 5TH International Symposium on Innovation and Technology, nº 2016, pp. 87-92, 2012.
- [4] J. Rivas, SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PRÉSTAMO DE EXPEDIENTES EN EL ARCHIVO DEL DEPARTAMENTO LEGAL DE CORPORACIÓN PALMARS.A., Caracas, 2010.
- [5] I. d. software, 2014. [En línea]. Available: http://ingenieriadesoftware.mex.tl/52753_XP---Extreme-Programming.html. [Último acceso: 22 enero 2014].
- [6] A. Alvarez, 2012. [En línea]. Available: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>. [Último acceso: 23 Enero 2013].
- [7] T. Hammell, G. Russell y T. Snaider, Test-Driven Development: AJ2EE, USA: Apress, 2005.
- [8] R. Hostnig, Boletín de Lima, Lima: El Pino, 2006.
- [9] C. d. I. R. d. Perú, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación LEY Nº 28296, Lima: Congreso de la República del Perú, 2016.
- [10] J. V. Pereira, Gráficos 3D en Interfaces Web, Tenerife: Universidad San Cristóbal de la Laguna, 2014.
- [11] J. I. Cige, «Visualización interactiva de escenas tridimensionales con OpenSceneGraph sobre dispositivos Android,» Universidad Politécnica de Valencia, España, 211.
- [12] G. María Quinteros, «Metodología para la evaluación de técnicas de renderizado 3D en sistemas de visualización de imágenes médicas,» Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2014.
- [13] R. Gaitán, «Visualización interactiva 3D en dispositivos móviles,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [14] R. Hernandez Sampieri, F. C. Carlos y P. L. Baptista, Metodología de la investigación, México: Interamericana Editores, 2014.

- [15] M. Challhuanca, Plano Catastral, Chalhuanca, 2014.
- [16] J. Dirksen, Learning Three.js: TheJavaScript 3D Library for WebGL, UK: Packt Open source, 2015.
- [17] G. Jiménez y F. Mendoza, «Animación y reconstrucción sobre la zona Prehispánica de Monte Albán, Oaxaca,» Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, 2014.

BIOGRAFÍAS

Luzmery Achulli Valderrama Nació en Abancay el 28/01/1991. Ingeniero Informático y Sistemas, egresado en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac pregrado la carrera

profesional de Ingeniería como segunda profesión Contadora pública egresados de la Universidad Tecnológica de los andes.

Ecler Mamani Vilca, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2002 Ingeniero Estadístico e Informático 2001– Maestro en Educación 2008 - Perú, experiencia en desarrollo de aplicaciones multimedia, innovador tecnológico e investigador en informática, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas. Miembro activo del Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación –



Relationship between the use of computer technology and teaching methods in a Public University

Norma L. Catacora F. Member, IEEE, Wilber Mayta A.

Abstract— It is an investigation with participation of students of a public university. The fundamental objective of the research is to see the relationship between the frequent use of technological means with teaching methodologies. To measure the use of new technologies, computer science, multimedia, and telecommunications were considered. Among the teaching methods applied by teachers of a public university; it has been considered to know: by project, discussion and demonstration. The study concluded that there is a significant relationship between the use of new technologies and teaching methodologies; with a "sig" value. 0.013; therefore, it is affirmed at a 95% confidence level, the relationship is significant between both variables. This based on the Chi-square statistical test. Responding to the general objective raised in the study. It also proposes ways and strategies for teaching with computer technology from research.

Keywords— Demonstration, discussion, projects, relationship, teaching methods, technology

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se justifica en razón de que los docentes se ven en la necesidad de hacer uso de las nuevas tecnologías para desarrollar sus sesiones didácticas en la universidad pública; es por ello que se plantea como objetivo general determinar si existe relación entre el uso de las nuevas tecnologías y la metodología de la enseñanza de la Escuela académica Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

2 LA TECNOLOGIA Y LOS METODOS DE ENSEÑANZA

2.1 La tecnología

2.1.1 La informática

El uso de la informática en la educación universitaria es necesario para el logro de los aprendizajes cognitivos. Existe mayor razón para los que estudian la carrera de ingeniería de sistemas e informática y toda su gama de carreras profesionales, que deben alcanzar el conocimiento y la práctica, los cuales aplican con herramientas informáticas. El centro de desarrollo de la Universidad de Valparaíso [1] menciona que; son el propósito de que estos productos contribuyan al mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Nació en respuesta a un estudio efectuado en el año 1994 en el que se identificaron oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje con el uso de la informática.

Asimismo para el uso de la tecnología en la educación superior son consideradas las plataformas educativas, acceso a la información, procesamiento de la información y producción de la información, para el trabajo de investigación.

2.1.2 Medios multimedia

Los docentes en la universidad para la labor docente hacen uso de herramientas multimedia, aunque no pero en universidades que no tienen equipamiento a veces no es posible; tal es así que [2] menciona que existen grandes limitantes que han impedido el uso de los elementos multimedia como parte de la instrucción y que de manera significativa han afectado el desempeño de los docentes. En la educación superior se apoya para realizar sesiones didácticas como el uso de videos o materiales audiovisuales, para una mejor comprensión de los temas vertidos en clase, son indicadores que se han considerado para la investigación.

2.1.3 Telecomunicación

En cuanto al uso de la telecomunicación en la enseñanza universitaria son diversos, los cuales los usan los docentes, pero en muchas universidades aún no se les dotado de telecomunicación, es el docente quien ve por sus propios medios o de propio peculio. En la revista universidad y sociedad del conocimiento el autor [3]; señala que entre el aula convencional y las oportunidades de obtener materiales de aprendizaje desde cualquier punto a través de las telecomunicaciones, existe todo un abanico de posibilidades de acceso a recursos de aprendizaje y de establecer una comunicación educativa que debe ser considerado, sobre todo en una proyección de futuro.

En la educación superior se aplica los medios de comunicación, redes sociales y otras plataformas educativas.

2.2 Los métodos de enseñanza

2.2.1 Proyectos

Asimismo en una publicación en internet de la UNAP define el método de proyectos [4] tiene por finalidad llevar al alumno a realizar algo. Es un método esencialmente activo, cuyo propósito es que el alumno realice, actúe. Es en suma el método de determinar una tarea y pedirle al alumno que la lleve a cabo. Representa, pedagógicamente, una riqueza extraordinaria de experiencia que en modo alguno consigue proporcionar la simple solución teórica ya que con la aplicación de este método la solución es por realización.

Siendo así; se propone el siguiente procedimiento de estrategia didáctica; para el método por proyectos:

Procedimiento de estrategia didáctica curso Análisis y diseño de Sistemas de información:

Por la naturaleza del curso amerita realizar un proyecto para el curso de análisis y diseño de sistemas de información a partir de fases de la siguiente manera:

Fase 1: Inicio

El docente universitario conforma grupos de trabajo al inicio del semestre académico, para realizar el proyecto; el grupo es democrático y son los estudiantes quienes hacen la conformación de grupo: El docente da un breve plazo para que los estudiantes encuentren un caso real para ser aplicado, el docente identifica el líder de grupo para que conduzca el proyecto con el equipo que ha conformado, los estudiantes buscan en las organizaciones público y/o privado procesos posibles de ser automatizados, establecer un diagnóstico para toda la organización; determinar clientes y proveedores, analizar los procesos determinando los procesos estratégicos, procesos críticos, y procesos de apoyo, diagramar los procesos, en sus tres niveles; desde el enfoque de metodología por procesos, establecer un diagrama de Gantt, estableciendo tareas y roles de los participantes del proyecto. Aquí participan los integrantes de cada grupo con su respectivo rol, exposición del avance de proyecto al 33.33% de avance para orientar y

- Norma Catacora, labora como docente en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Apurímac-Perú. Correo electrónico: lorena.catacora@gmail.com, norca_ff@yahoo.com
- Wilber Mayta, labora en el proyecto de banda ancha regional para Puno. Correo electrónico: wilber.mayta.aroquipa@gmail.com

guiar en el proyecto. Es esta fase hacen uso de herramientas informáticas como el office.

Fase 2: Análisis del sistema de información

Es esta fase hacen uso de herramientas informáticas como el PM; Project Management, y por ende herramientas ofimáticas como el office, en su versión completa, para los diagramas se hará uso de las tecnologías como el Rational Rose, o Starmedia UML; el procedimiento a seguir es: El análisis del sistema puede optarse el método orientado a objetos estableciendo previamente un plan de implantación donde se definen roles, actividades y tareas así como los tiempos, el tiempo debe considerarse máximo 14 semanas, una vez identificado el proceso, describir el problema del proceso, identificando los datos de ingreso y de salida, así como saber el funcionamiento del proceso, establecer en una tabla la situación actual en función a las necesidades del cliente, en otras palabras el AS-IS (como está), realizar el modelado del negocio en base a técnica de análisis y diseño de sistemas, que se utilizan en el análisis de requerimientos del sistema, aplicar para la diagramación de los procesos; Lenguaje de Modelado Unificado (UML) para el Sistema; os cuales son: Diagramar las clases, objetos, mediante diagramas de casos de uso, realizar los diagramas de clase desde la vista lógica y el modelo E/R, realizar los diagramas de secuencia, diagrama de colaboración, diagrama de actividades, desde la vista de implementación.

Fase 3: Diseño del sistema de información

En la fase 3 se considera todos los insumos de la fase 2 para seguir con la fase de diseño para ello se toma en cuenta: Diseñar el diagrama principal de componentes que requiere el sistema del problema a ser implementado; Paquetes que se crearán, y necesarias para la implementación, los que se consideran paquetes para entidad, control e interfaz, diseñar el diagrama de despliegue para el sistemas; estableciendo el servidor central, el administrador definiendo los lenguajes orientado a objetos, como el Java, servidor Web, el browser, los PC clientes, en donde se considera los formularios para los clientes, diseñar prototipos de la interfaz gráfica de usuario GUI (graphical user interface); diseñando las posibles interfaces para el sistema; como por ejemplo: GUI pantalla principal, GUI de ubicación del menú, GUI de formulario según el número de iteraciones y según el sistema, determinar los resultados operativos estableciendo una tabla comparativa de situación actual y propuesta To-Be, determinar los resultados económicos y financieros calculando el valor actual neto y la tasa de interés de retorno, finalmente cada grupo de proyecto debe presentar conclusiones y recomendaciones

Los estudiantes deben exponer sus resultados y presentar el proyecto final, sus diseños producto del análisis aplicado a un problema real, del que eligieron al inicio del semestre académico y que forma parte de la evaluación final.

2.2.2 La discusión

La discusión [5] consiste en un trabajo intelectual de interacción de conceptos, conocimientos e informaciones sin posiciones tomadas o puntos de vista de defender. Después se lleva a cabo un trabajo de colaboración intelectual entre los alumnos, en el cual cada uno contribuye con aclaraciones, datos, informes, etc., procurando la mejor comprensión del tema.

Entonces; se propone el siguiente procedimiento de estrategia didáctica; para el método por discusión:

Procedimiento de estrategia didáctica curso ingeniería de software

Fase 1: Planificación

Elegir el tema en discusión, acción realizada por el docente. Por ejemplo el tema "mejor método para el desarrollo de un software". Este tema ha debido ser entregado con una semana de anticipación a los estudiantes, conformar grupos de

discusión; normalmente a un aula se encuentran matriculados en promedio 30 estudiantes. Los cuales los grupos serán de 5 integrantes, en el día de la fecha prevista, los grupos harán exposiciones, haciendo uso de la tecnología (diapositivas) y podrán hacer uso si es posible de videos; los cuales durará máximo 10 minutos.

Fase 2: Discusión de la elección del mejor método

Llego la hora de la discusión para elegir cuál de los métodos de la ingeniería del software es mejor para aun desarrollo de software, el Docente hará las veces de coordinador de discusión y aclarará los puntos de vista de cada grupo, inicio de presentación de los métodos elegidos por los grupos conformados por estudiantes. Tiempo 10 minutos, Docente hará un sumario de ideas que fundamentan del porque es mejor un determinado método a medida que los grupos realicen sus presentaciones y justificaciones con power point, Docente una vez culminado transcribirá en el pizarrón el sumario de la discusión, y que sirve de insumo para dar las diferentes opiniones por los grupos, asimismo el docente designará un secretario quien vaya a registrar las opiniones, frases o palabras claves en una computadora o una laptop portátil, Todos los grupos participarán para dar por concluido las presentaciones y afirmaciones.

Fase 3: Conclusiones

En la etapa final; para llegar a las conclusiones y elección del método mejor de desarrollo de software, el secretario mediante un cañón multimedia proyecta en el pizarrón las objeciones de los estudiantes y llegar a las conclusiones, Identificar quienes no participaron en la discusión, para que al finalizar al menos den una opinión en base los métodos de mejor desarrollo de software; culminado la sesión, se envía a los estudiantes a sus respectivos correos electrónicos las conclusiones finales haciendo uso de la tecnología de internet, para que puedan imprimir o estudiar para las próximas evaluaciones.

2.2.3 Demostración

La demostración [6] es una de las características principales de la enseñanza tradicional, sobre todo en materias como ciencias o matemáticas. El objetivo fundamental de este tipo de aplicación es ayudar al profesor en la instrucción de los alumnos ejemplificando sus explicaciones. Los programas elaborados pueden servir de material de revisión para los alumnos. El uso del ordenador puede otorgar a la demostración una alta sofisticación, difícil de conseguir por otros medios, mediante el uso de gráficos, colores y sonidos.

Es así; que al estudiar los estudiantes universitarios el curso de Base de Datos se ajusta el método para realizar la demostración de sus aplicaciones en cada práctica realizada en laboratorio; así como demostrar la implementación de una base de datos aplicados a casos reales.

Por lo que se propone el siguiente procedimiento de estrategia didáctica; para el método por demostración:

Procedimiento de estrategia didáctica curso Base de Datos:

Fase 1: Modelamiento de base de datos

La primera fase el docente inicia su sesión de clase a partir de un problema de la realidad; y aplica todos los métodos y técnicas de modelamiento de datos y tener en cuenta los siguientes pasos: Identificar un problema real el cual va ser modelado, esquematizar el problema aplicando las etapas de una base de datos; puede optarse el modelo de pata de gallo, o el modelo Chenn, modelar en su etapa conceptual, lógico y físico. Si es conceptual determinar las entidades de tipo intangible y tangible, si es lógico determinar los atributos y características de las mismas y si es físico determinar el tipo y ancho de datos, se aplica el modelo Entidad-Relación para graficar el modelo, aplicar la herramienta de software de modelamiento de datos: puede optarse ERWin, Power Designer, entre otros.

Fase 2: Diseño base de datos

En esta fase se sigue considerando el problema real elegido en la primera fase: Normalizar los datos en su primera forma normal, segunda forma normal, tercera forma normal, dependerá la dimensión del problema. Es recomendable realizar hasta la tercera forma normal, aplicar preferiblemente el modelo relacional, en función a tablas y campos de datos, completar con registros cada campo de dato.

Fase 3: Implementación de la base de datos

En esta fase es recomendable hacer uso de la herramienta software como SQL Server, Oracle, Posgress, My Sql, etc que son denominados los motores de base de datos: Determinar el tipo de motor según el conocimiento y dominio del docente universitario, al elegir uno de los motores; determina el tipo de lenguaje a usar ya que cada una de los motores de base de datos tiene su propio comando y sintaxis, migrar el modelo y diseño de base de datos que fue diseñado; al motor de base de datos elegido, realizar las pruebas bajo arquitectura cliente-servidor, realizar las consultas y consultas múltiples en función al modelado de datos.

Es necesario mencionar que todos estos pasos están escritos en una guía de laboratorio; como instrumento didáctico de enseñanza; el cual permite realizar la estrategia de la demostración al docente. Al final del semestre los estudiantes sustentan su aplicación de base de datos a un caso real.

3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se muestran los resultados de la investigación, los cuales se ilustran en la siguiente tabla:

TABLA 1
RELACIÓN USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MÉTODOS
DE ENSEÑANZA

		Métodos de Enseñanza			
		Básico	Intermedio	Avanzado	Total
Nuevas Tecnologías	Muy bajo	8%	25%	0%	33.3%
	Bajo	0%	8.3%	0%	8.3%
	Alto	58.3%	0%	0%	58.3%
	Muy alto	0%	0%	0%	0.0%
Total		66.7%	33.3%	0%	100.0%

De acuerdo a la ilustración de la tabla 1, se observa que en un 58,3% de docentes que hacen uso de las nuevas tecnologías es alto en relación con una metodología de enseñanza aplicada a un nivel básico. Lo que se traduce que el docente; a medida que use las nuevas tecnologías disponibles; le permite aplicar mejor una metodología de enseñanza o una estrategia metodológica de enseñanza.

Mientras que en un 25% es muy bajo el uso de las nuevas tecnologías en relación con una metodología de enseñanza es un nivel intermedio. Se puede analizar que la población de docentes encuestada no hace uso de todas las tecnologías disponibles para el curso que regenta, y sobre todo de especialidad, es por eso que se encuentra en un nivel básico, donde la minoría aplica un método tradicional de antaño como una metodología de enseñanza. Por lo que se concluye que existe influencia del uso de las nuevas tecnologías en la metodología de enseñanza.

En conclusión general los docentes por ser de la especialidad de informática y sistemas no todos tienen conocimiento de algún método de enseñanza o estrategia metodológica de enseñanza, ni menos describirlo y enunciarlo como los grandes metodólogos lo han definido en el mundo de la pedagogía. El

docente se desempeñará a medida que conozca las nuevas tecnologías, relacionándolo adecuadamente a un método de enseñanza, y mejorar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4 DISCUSIÓN

El uso de las nuevas tecnologías desde sus indicadores acceso, procesamiento y producción de la información, uso de vídeos, redes sociales o plataformas educativas están relacionadas con la metodología de enseñanza realizada por los docentes de la EAPIIS como es; por proyectos, discusión y demostración respectivamente. Existe relación independientemente de tipo de asignatura y de la especialidad del docente. Aunque esto signifique que evolucionen los métodos de enseñanza.

Los docentes de la EAPIIS, cuando hacen uso de las nuevas tecnologías en un 50% es alto; pero aplican métodos pedagógicos a un nivel básico, uno de ellas es por proyectos; en los cursos de especialidad es necesario aplicar dicho método porque permite al estudiante aplicar los conocimientos en paralelo con el campo o realidad, y esto a su vez es guiado y corregido por el docente. Los tipos de proyectos que el docente aplica son; en base a la naturaleza como los que más se aplican son del tipo problemático que buscan resolver un problema, o del tipo constructivo que se propone que el estudiante realice algo concreto.

Entonces se afirma que los docentes al hacer uso de las nuevas metodologías aplican mejor la estratégica metodológica enseñanza por discusión y en mayor número de docentes; siendo en un nivel intermedio representado por el 33,3% de docentes; esto quiere decir; que existe una participación de los estudiantes en forma democrática para resolver un problema planteado; apoyándose de los medios como equipo multimedia, computadora, proyector, incluso mediante un video de acuerdo a un tema que se está tratando en una sesión de clase.

El nivel de influencia del uso de la tecnologías por los docentes representa en un 41.7% en nivel alto; pero a un nivel de aplicación básico en la estrategia metodológica por demostración; en la Escuela académica Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

5 CONCLUSIONES

Existe una relación significativa entre el uso de las nuevas tecnologías y las metodologías de enseñanza; con un valor "sig." 0.013; por lo tanto se afirma a un nivel de confianza del 95% la relación es significativa entre ambas variables. Esto basado en la prueba estadística Chi-Cuadrado. Respondiendo al objetivo general.

Por lo tanto se afirma con un nivel de confianza del 95% que existe relación. Es decir existe relación entre el uso de la nueva tecnología y la estrategia metodológica de enseñanza por proyectos; en la Escuela académica Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Con un valor "sig." 0.034; por lo tanto se afirma a un nivel de confianza del 95% que existe relación.

El uso de la nueva tecnología influye en un nivel intermedio en la estrategia metodológica por discusión; en la Escuela académica Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Con un valor "sig." 0.015 es menor a 0.05 nivel de significancia; entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se afirma a un nivel de confianza del 95% que existe relación.

Existe una relación significativa entre el uso de las nuevas tecnologías y la estrategia metodológica por demostración; en la Escuela académica Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Con un valor "sig." 0.017 es menor a 0.05 nivel de significancia entonces se rechaza la hipótesis nula (Ho), por lo tanto se afirma a un nivel de confianza del 95% que existe

relación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a los docentes que participaron en la encuesta, a los estudiantes, e investigadores en el área de la pedagogía de educación superior universitaria. Quienes con su publicación han hecho posible, en el aporte del trabajo de investigación las cuales fueron encontrados en internet, a través de sus artículos científicos.

REFERENCIAS

- [1] Centro Interuniversitario de desarrollo Pontifica Universidad católica de Valparaíso. "La informática, las comunicaciones y la calidad de la educación universitaria", Valparaíso, Programa de intercambio universitario entre la unión europea y América Latina ALFA, 2005, pp-258 [Online]. Available: <https://www.cinda.cl/download/libros/La%20Inform%C3%A1tica,%20las%20Comunicaciones%20y%20la%20Calidad%20de%20la%20Educaci%C3%B3n%20Universitaria.pdf>
- [2] M. Alvarado, M. Gómez; I. García; "Uso de elementos multimedia en el nivel medio superior", Educación y tecnología N°4; Dialnet, España 2013. pp.12-29 [Online]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5072154.pdf>
- [3] J. Salinas; "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria", Revista Universidad y sociedad del conocimiento (RUSC). Universidad de los Andes, Colombia vol. 01, núm. 01, 2004, pp. 13 [Online]. Disponible: http://gte.uib.es/pape/gte/sites/gte.uib.es/pape/gte/files/Innovaci%C3%B3n%20docente%20y%20uso%20de%20las%20TIC%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20universitaria_0.pdf
- [4] UNAP; "Estrategias didácticas para la docencia universitaria: Taller de estrategias metodológicas": Universidad Nacional Altiplano Puno; Puno, Perú. [Online]:

Recuperado de http://www.unap.cl/prontus_unap/site/artic/20100609/asocfile/20100609095130/estrategias_metodologicas.pdf el 18 de diciembre 2016

- [5] UNAP; "Estrategias didácticas para la docencia universitaria: Taller de estrategias metodológicas": Universidad Nacional Altiplano Puno; Puno, Perú. [Online]: Recuperado de http://www.unap.cl/prontus_unap/site/artic/20100609/asocfile/20100609095130/estrategias_metodologicas.pdf el 18 de diciembre 2016
- [6] S. Monroy; Recursos Didácticos de la Educación Superior. Facultad de ciencias de la educación. Puno. Perú, Manual de programa de segunda especialización. (2015)

Norma Catacora; actualmente realiza catedra en la Facultad de Ingeniería; en la Escuela Académico profesional de Ingeniería Informática y sistemas. Especialista en áreas de Arquitectura y Gestión de procesos, Modelamiento de Procesos corporativos; Gestión de Base de Datos, Sistemas de Información, Inteligencia de Negocios, Planeamiento Estratégico de Sistemas de Información, Auditoría y Desarrollo de Proyectos. Cuenta con grados académicos; Bachiller en Ingeniería Informática y Sistemas; Magister en Administración y Dirección de Empresas; título profesional en Ingeniería de Sistemas; de la Universidad Privada de Tacna;(UPT). Asimismo con Grado académico de Doctora en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal (EUPG). Es miembro de la IEEE.

Wilber Mayta; es bachiller en Ingeniería Estadística e Informática; de la Universidad Nacional Altiplano de la ciudad de Puno.

Sistema de detección y reconocimiento facial mediante técnicas híbridas en imágenes y secuencias de vídeo.

Facial detection and recognition system using hybrid techniques in images and video sequences

Renzo Apaza¹, <https://orcid.org/0000-0002-7089-2812>

Gina F.², <https://orcid.org/0009-0008-8718-8099>

Charaja, Vladimiro Ibañez³, <https://orcid.org/0000-0002-0277-4945>

Ernesto N. Tumi⁴, <https://orcid.org/0000-0003-0401-9027>

¹Universidad Nacional del Altiplano, Puno., delujoprimer@gmail.com, Puno, Perú

²Universidad Nacional del Altiplano, fiorechs20@hotmail.com, Puno, Perú

³Universidad Nacional del Altiplano, viq_ibanez@hotmail.com, Puno, Perú

⁴ Universidad Nacional del Altiplano, viq_ibanez@hotmail.com, Puno, Perú

Resumen - El reconocimiento automático de la identidad de un individuo aún no alcanza una tasa de éxito del 100%. Por ello, este trabajo buscó mejorar dicha tasa, haciendo hincapié en los métodos de extracción y clasificación de características. En este sentido, se propuso mejorar la tasa de reconocimiento facial mediante la representación de las imágenes, utilizando la transformada wavelet de Gabor aplicada a las imágenes en escala de grises obtenidas tras la normalización de las originales. Posteriormente, se aplicó el análisis de componentes principales (PCA) a la nueva representación para obtener y formar el vector de características de las imágenes faciales. A continuación, se aplicó un clasificador basado en máquinas de vectores de soporte (SVM). El método se probó en una base de datos de imágenes faciales compuesta por imágenes de los bancos de rostros FERET y ORL, así como imágenes obtenidas por los responsables de la investigación. Como resultado de la combinación de la transformada wavelet de Gabor y el análisis de componentes principales en el proceso de extracción de características y la clasificación de imágenes mediante máquinas de vectores de soporte, se logró una tasa de reconocimiento superior al 95%.

Palabras clave: Reconocimiento facial, ondícula de Gabor, análisis de componentes principales (PCA), máquina de soporte vectorial (SVM), vector de características.

Abstract - Recognizing the identity of an individual automatically is still a task that fails to achieve a success rate of 100%, so the present work sought to improve the recognition rate; giving emphasis to the methods of extraction and classification of characteristics. In this sense, it was proposed to improve the ratio for the recognition of faces through the representation of the images, using the Wavelets transform of Gabor on the grayscale images obtained after normalizing the original images, afterwards the new representation obtained was applies the Principal Component Analysis (PCA) technique to obtain and then form the feature vector of face images. Next, a classifier based on Vector Support Machines (SVM) is applied. The method was tested on a database of images of faces constituted between the banks of faces FERET, ORL and images obtained by those responsible for the investigation. As a result of the combination of Gabor Wavelet Transform and Principal Components Analysis techniques in the process of extracting features and image classification based on Vector Support Machines, a recognition rate higher than 95% is achieved.

Keywords: :Face Recognition, Gabor Wavelet, Principal ComponentAnalysis (PCA), Vector Support Machine (SVM), Feature Vector.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la amplia gama de posibles actividades que pueden automatizarse, aquella relacionada con la capacidad para establecer la identidad de los individuos ha cobrado una gran importancia y como consecuencia directa, la biometría ha transformado en un área resaltante.

Las técnicas de identificación biométrica permiten el reconocimiento de la identidad de un individuo basado en las características conductuales o en los rasgos físicos propios intrínsecos de los individuos, garantizando de esta manera que un individuo no pueda usurpar la identidad de otro. El reconocimiento de rostros es considerado por los investigadores como una técnica importante de la

biometría, siendo una habilidad de identificar a los sujetos basados en sus características faciales.

La seguridad de las personas, bienes o información es una de las mayores preocupaciones de nuestra sociedad local, nacional e internacional hoy en día. En tal sentido son necesarios los medios de verificación de identidad para salvaguardar la seguridad e integridad personal, material e intelectual. Así mismo los actuales medios de verificación de identidad están relacionados a las pertenencias de los individuos como los documentos de identidad, tarjetas de crédito y pasaporte. Sin embargo, las pertenencias personales pueden ser sustraídas sin autorización, dañadas físicamente o ser sometidas a procedimientos para revelar las contraseñas a través de algoritmos de fuerza bruta que conlleva a la usurpación de la identidad.

En tal sentido, la presente investigación aborda la detección y el reconocimiento automático de rostros haciendo énfasis en el proceso de extracción de características mediante la combinación de las técnicas Wavelets de Gabor y Análisis de Componentes Principales para posteriormente realizar la identificación mediante un clasificador basado en Maquinas de soporte Vectorial.

2. REVISIÓN LITERARIA

El reconocimiento de rostros, se considera como una parte importante de la técnica de biometría, y significativa en la investigación científica [1]. Es la capacidad para establecer la identidad de un individuo en base a sus características faciales. El reconocimiento automático del rostro, ha sido ampliamente estudiado en las últimas décadas debido a su importante papel en una serie de dominios de aplicación, tales como control de acceso, vigilancia visual [2].

Desde los primeros trabajos realizados por Takeo Kanade [3] que desarrolló un sistema automático de rostros, [4][5] no fue sino hasta el trabajo de Turk y Pentland [6] sobre Eigenface que la investigación en reconocimiento de rostros cobró mayor relevancia.

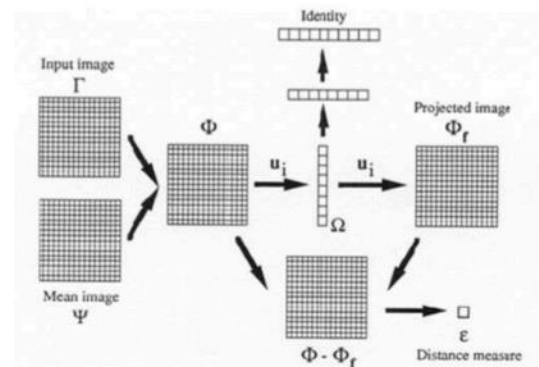


Fig 1. Colección de redes para implementar el cálculo de vector de patrones, proyección en el espacio, medida de distancia del espacio de rostros, e identificación.

Desde que se propuso el problema, [6] que presentaron un sistema de reconocimiento de rostros en tiempo casi real mediante la introducción de Eigenface en la extracción de características de imagen facial, otros trabajos que marcaron un hito importante fueron: el método de Fisherface [7] [8] que aplicaba el Análisis Discriminatorio Lineal LDA después de una etapa de PCA para lograr una mayor precisión, también se resalta el uso de filtros locales como los Jets de Gabor [9] [10] y el trabajo de [11] que propusieron una técnica de reconocimiento efectivo usando Análisis de Componentes Principales y Support Vector Machine.

El reconocimiento facial mediante filtros Gabor se introdujo en primer lugar por Martin Lades [9], y pronto demostró ser un medio muy eficaz en la extracción de rasgos faciales. Xiaoming [12] propuso un algoritmo de reconocimiento facial combinando una serie de características de vectores que consiste en la magnitud de Gabor, PCA y SVM para la clasificación.

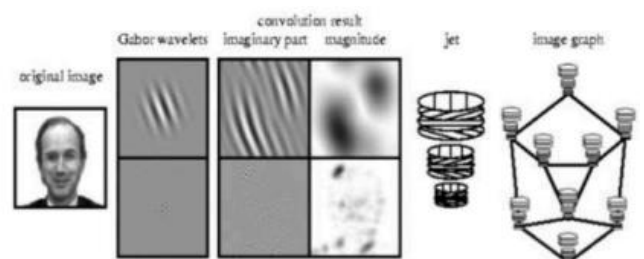


Fig. 2. Representación gráfica de un rostro basado en la transformada Wavelets de Gabor. una convolución con un conjunto de kernels wavelets que tienen la forma de olas planas restringidas por una función envolvente gaussiana.

En general, muchos métodos son propuestos para abordar la difícil tarea de reconocimiento de rostros. Un buen método de reconocimiento de rostros debe considerarse como la representación del rostro en los problemas de clasificación, y un

buen método de representación de rostros requiere de un mínimo de anotaciones manuales.

3. METODOLOGÍA

3.1 Método general de reconocimiento de rostros

Para la elaboración del sistema y posterior tratamiento de los datos obtenidos, se optó por los procesos de un sistema general de reconocimiento de rostros, que contempla cuatro etapas la adquisición de una imagen o video, la detección de rostros, localización y extracción de características y la clasificación (Fig. 3).

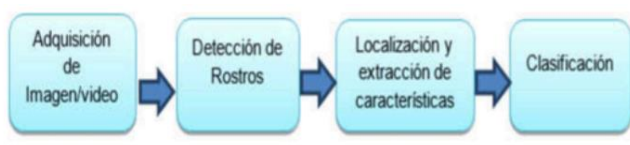


Fig.3. Diagrama de bloques de un esquema general para el reconocimiento de rostros.

3.2 Etapas del reconocimiento de rostros

El método propuesto para el reconocimiento de rostros contempla dos etapas:

- Entrenamiento y
- Reconocimiento.

Entrenamiento

El entrenamiento prepara al sistema con datos etiquetados que permiten obtener los vectores característicos que son almacenados para realizar posteriormente la recuperación de estos. En esta etapa se siguen los procesos de: adquisición de la imagen desde una base de datos, detección de rostro en la imagen, representación de la imagen mediante la Wavelet de Gabor y extracción de características mediante el análisis de componentes principales PCA.

Reconocimiento.

el reconocimiento consiste en la operación de adquirir una imagen nueva no incluida en la etapa de entrenamiento y posteriormente asignar a la imagen, una clase almacenada en la base de datos, los procesos seguidos en esta etapa son: adquisición de una imagen de prueba, detección de rostro en la imagen, representación de la imagen mediante la Wavelet de Gabor, extracción de características mediante el análisis de componentes principales (PCA) y clasificación de la imagen a través de máquina de soporte vectorial SVM.

La Fig. 4 resume los dos procesos propuestos para la tarea de reconocimiento de rostros.

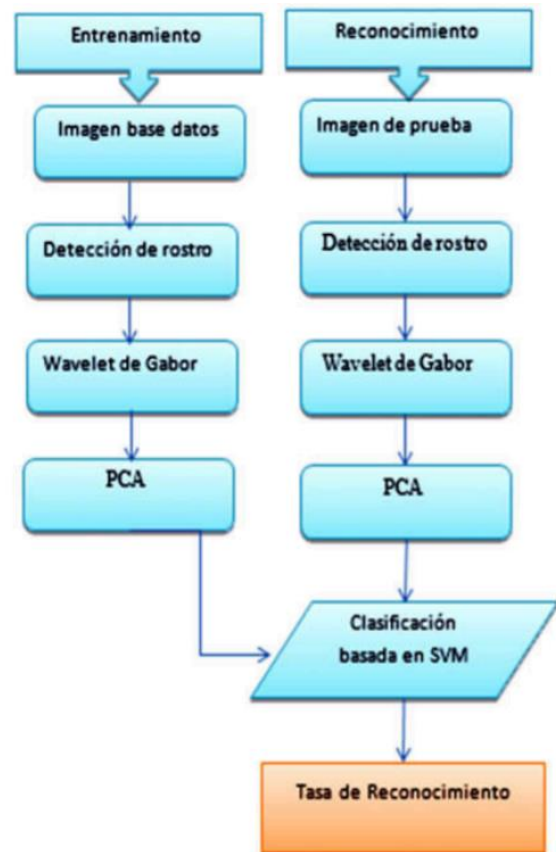


Fig. 4 Diagrama de procesos de reconocimiento de rostros propuesto.

3.3 Métodos para la detección de rostros

Para lograr el propósito de detectar rostros, se utilizó el clasificador en cascada que usa las características basadas en Haar que es un método efectivo para la detección de objetos propuesto por Paul Viola y Michael Jones en el paper, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features" en el año 2001. Es un método basado en aprendizaje de la máquina donde una función en cascada es entrenada con imágenes positivas e imágenes negativas, que es usada para detectar diferentes tipos de objetos.



3.4 Método para la extracción de características a.Wavelet de Gabor

Utiliza el filtro de Gabor que es definido como:

$$\Psi_{u,v}(z) = \frac{||k_{u,v}||^2}{\sigma^2} e^{(-||k_{u,v}||^2 ||z||^2 / 2\sigma^2)} \left[e^{ik_{u,v}z} - e^{-\frac{\sigma^2}{2}} \right]$$

Donde u y v definen las escalas y orientaciones de los filtros de Gabor, $z = (x, y)$ y $k_{u,v}$ está definida como:

$$k_{u,v} = k_v e^{i\varphi u}$$

$k_v = k_{max}/f^v$ y $\varphi u = \pi u/8$, k_{max} es la frecuencia máxima, y f es el factor de espacio entre los Kernels en el dominio de la frecuencia. En el presente

$$\sigma = 2\pi, k_{max} = \frac{\pi}{2}, f = \sqrt{2}, u \in \{0, 1, \dots, 7\} \text{ y } v \in \{1, 2, 3, 4\}.$$

La representación de la imagen de rostro mediante la Wavelet de Gabor es obtenida mediante la convolución entre la imagen y la familia de filtros de Gabor descritas en la ecuación:

$$F_{u,v}(Z) = I(Z) * \Psi_{u,v}(Z)$$

Donde $z = (x, y)$, $*$ denota el operador de convolución y $F_{u,v}$ es la respuesta del filtro de Gabor de la imagen con orientación u y escala v .

Se convolucionan la imagen con 40 kernels de Gabor para generar las características de Gabor. La imagen de entrada es una imagen de rostro que es geométricamente normalizado de 64 x 64 píxeles. Fig. Filtros de Gabor con diferentes orientaciones y escala

Así el tamaño del vector es (64 x 64 x 40 x 2).

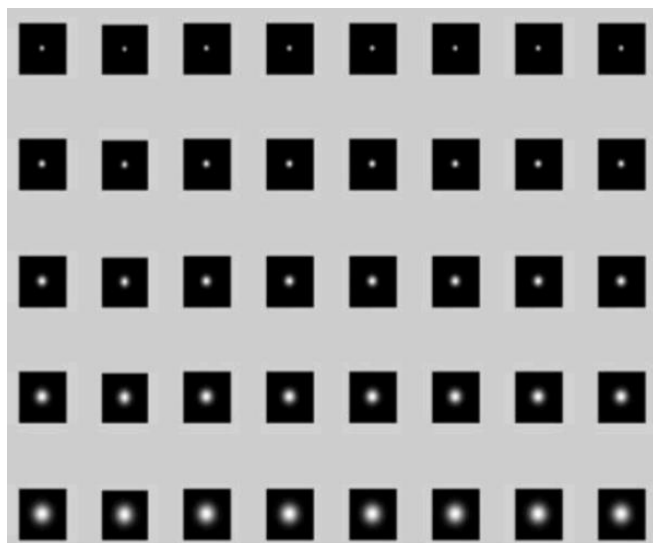


Fig. 6 Filtros de Gabor con diferentes orientaciones y escala

b. Convolución de la Imagen

La convolución es realizada entre todas las partes de la imagen y un operador (Kernel), el kernel para el presente trabajo son el banco de filtros de Gabor, se siguió el procedimiento para efectuar la operación:

Ubicar el ancla del kernel (centro de la imagen) en lo alto de un determinado pixel, con el resto del kernel sobrepuesto en los píxeles locales de la imagen.

- Multiplicar los coeficientes del kernel por el valor del pixel correspondiente y sumar el resultado.
- Localizar el resultado en la ubicación del ancla en la imagen de entrada.
- Repetir el proceso para todos los píxeles desplazando el kernel sobre la totalidad de la imagen.

La siguiente ecuación, expresa el procedimiento descrito anteriormente

$$H(x, y) = \sum_{i=0}^{M_i-1} \sum_{j=0}^{M_j-1} I(x+i-a_i, y+j-a_j) K(i, j)$$

c. Análisis de componentes Principales (PCA)

En esta fase, cargamos la base de datos. En general, aplicamos muchas transformaciones antes de cargarlas. En efecto, la señal contiene información útil para el reconocimiento y solo los parámetros relevantes son extraídos. El modelo es una representación compacta de la señal que facilita la fase de reconocimiento, pero también reduce la cantidad de datos a ser almacenados.

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & \dots & a_{n,m} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a_{1,1} \\ \vdots \\ a_{n,1} \\ \vdots \\ a_{1,m} \\ \vdots \\ a_{n,m} \end{pmatrix}$$

Entonces, el conjunto de entrenamiento de imágenes de rostros será $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_M$. El rostro promedio del conjunto es definido por la ecuación:

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i$$

Cada rostro, se diferencia del promedio por el vector de la siguiente ecuación:

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi, i = 1, \dots, M$$

A continuación, calculamos la matriz de covarianza C, según:

$$C = \sum_{i=1}^N \Phi_i \Phi_i^T = AA^T$$

La matriz C es N2 por N2, y determina los N2 vectores y valores propios, se vuelve una tarea intratable para el tamaño de una imagen típica. Necesitamos un método factible para encontrar los eigen vectores ecuación:

$$\begin{pmatrix} e_i = & Av_i \\ \lambda_i = & \mu_i \end{pmatrix}$$

De M eigen vectores (eigen faces) e_i , solo escogemos M1 que tiene el valor propio (eigen value) más alto. Cuanto más alto sea el valor propio, describe la característica más representativa del rostro de un particular eigenvector. Los eigen face con bajos eigen values pueden ser omitidos, porque ellos solo explican una pequeña parte de los rasgos característicos del rostro. Luego M1 eigen faces e_i son determinados, la fase de entrenamiento del algoritmo es finalizado.

El proceso de clasificación de un nuevo rostro F a una de las clases procede en dos pasos.

Primero, la nueva imagen es transformada en sus componentes eigen face, Los pesos resultantes forman el vector de pesos mostrados Ω_T según la siguiente ecuación

Los pesos forman un vector $\Omega_T = [w_1, w_2, \dots, w_M]$ que describen la

$$W_k = e_k^T (\Gamma_{new} - \Psi), k=1, \dots, M', \Omega_T = [w_1, w_2, \dots, w_M]$$

contribución de cada eigenface de la representación de la imagen de rostro de entrada, tratando los eigen faces como un conjunto de bases para las imágenes de rostro. El vector puede ser usado con un algoritmo de reconocimiento de patrón estándar para encontrar a qué número de clases predefinidas pertenece. El método utilizado para determinar qué clase de rostro provee la mejor descripción de una imagen de rostro de entrada es la máquina de soporte vectorial SVM.

3.5 Método de evaluación de eficiencia del sistema

Para determinar la eficiencia del sistema, se estima la tasa de falsa aceptación (rate of false acceptance- FAR):

$$FAR = \frac{\text{número de falsas aceptaciones}}{\text{número de impostores}}$$

la tasa de falso rechazo (rate of false rejection - FRR):

$$FRR = \frac{\text{número de falsos rechazos}}{\text{número de rostros evaluados}}$$

y la tasa de igual error (equal error rate -ERR) ecuación:

$$EER = \frac{\# \text{ de falsas aceptaciones} + \# \text{ falsos rechazos}}{\# \text{ total de entradas}}$$

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se implementaron los módulos en función de las arquitecturas diseñadas en lenguaje de programación C++ y con la librería Opencv posteriormente se evalúa la efectividad del sistema:

4.1 Adquisición de imágenes y secuencias de video

La arquitectura diseñada para el desarrollo del Módulo, se resume la interacción con el usuario, el componente administrador de archivos y el uso de la cámara web. Se resalta que para el uso de las imágenes adquiridas por la Webcam es necesaria la interacción con los drivers del Sistema Operativo.

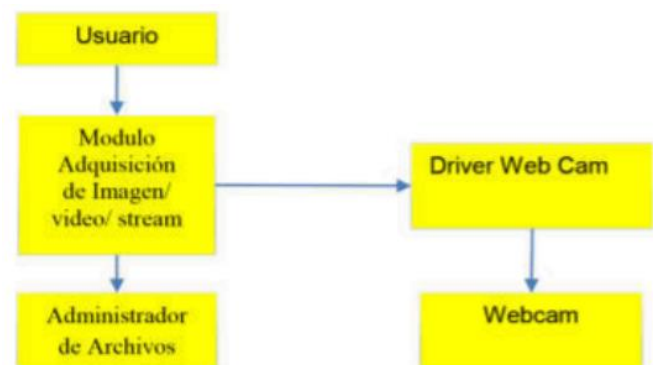


Fig. 7. Arquitectura del Módulo de adquisición de Imágenes y Secuencias de video.



Fig. 8. Adquisición de imagen en tiempo real realizada con el sistema.

4.2 Detección de rostros en imágenes y secuencias de video

En la Fig. 9, se muestra el modelo de la Arquitectura del módulo.

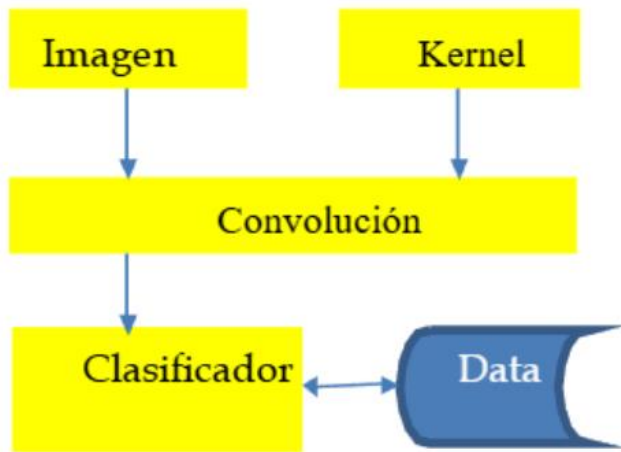


Fig. 9. Adquisición de imagen en tiempo real realizada con el sistema

La captura de la imagen a ser analizada es realizada en el espacio de colores RGB (red, green y blue), si la imagen tiene dimensiones muy altas, los procesos para la detección de rostros son lentos es por ello que las imágenes son reducidas a un espacio de 240 x 320 píxeles y la profundidad de la imagen es reducida a un solo canal de escala de Grises. La Fig. 10, muestra la reducción de dimensión y color de la imagen original capturada por el software.

A continuación, se realiza la clasificación de la imagen mediante el clasificador en cascada basado en las características de Haar iniciando un kernel de 20 x 20 píxeles, la Fig. 10, muestra la detección de rostro basado en las características de Haar.

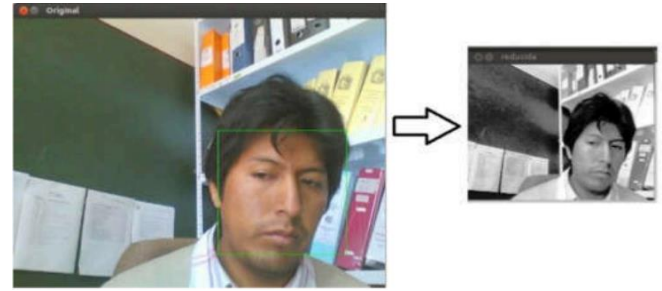


Fig. 10. Reducción de dimensiones de la imagen en tamaño y color.

4.3 Extracción de características basadas en la Wavelet de Gabor y Análisis de Componentes.

Principales El modelo de la Arquitectura del módulo de extracción de características es mostrado en la Fig. 11, se detallan los componentes de pre procesamiento, Wavelets de Gabor, convolución PCA y los vectores de características.

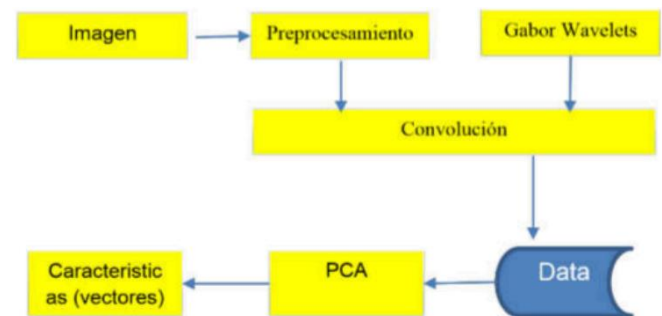


Fig. 11: Arquitectura del módulo de extracción de características.

Se aplicaron 40 filtros de Gabor a la imagen con ocho escalas diferentes y cinco direcciones diferentes, estas imágenes constituyen los vectores de características basadas en la Wavelet de Gabor.

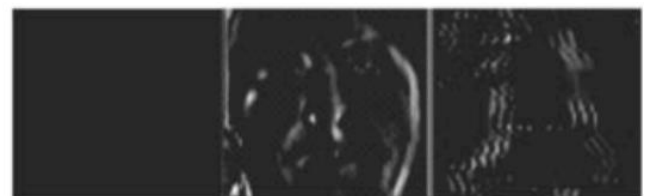


Fig. 12: Imágenes filtradas con la Wavelet de Gabor.

Finalmente aplicamos el Análisis de Componentes Principales a las imágenes concatenadas de cada rostro que se aplicó la Wavelet de Gabor. De esta manera reducimos la dimensionalidad de la imagen, y se constituye el vector de características de la imagen.

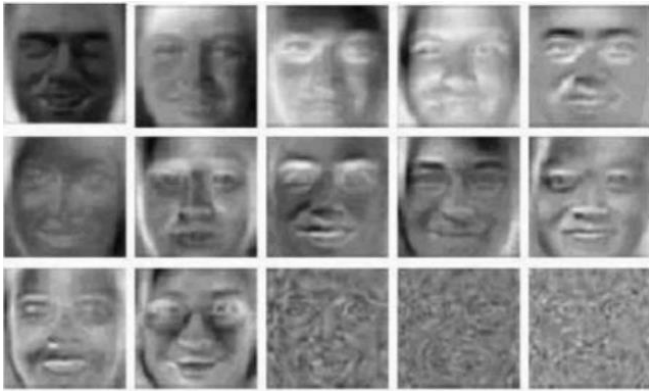


Fig. 13: Imágenes luego de aplicar PCA.

4.4 Clasificación de rostros basado en Máquinas de Soporte Vectorial

La Fig. 14, resume la arquitectura del módulo de clasificación de rostros

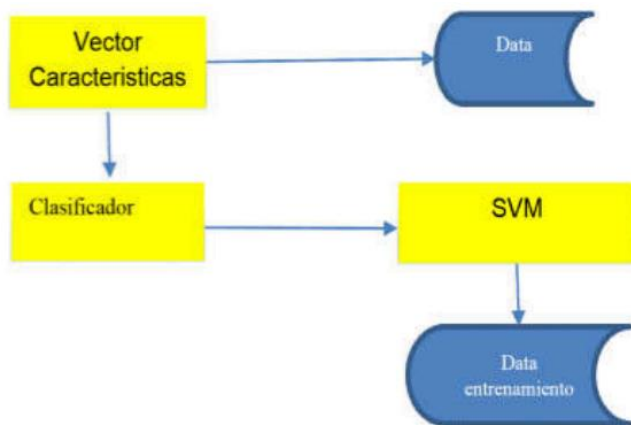


Fig. 14: Arquitectura del módulo de clasificación de rostros.

4.5 Evaluación del sistema

a. Tasa falsa de aceptación (FAR)

Datos:

- Número de falsas aceptaciones = 1
- Numero de impostores = 48

Cálculo de FAR

$$FAR = \frac{\text{número de falsas aceptaciones}}{\text{número de impostores}} = \frac{1}{48} = 0.02 = 2\%$$

La tasa falsa de aceptación (FAR) es igual al 0.02 que representa el 2%, que indica que para la prueba realizada existe un 2% de posibilidad de aceptar un usuario no registrado en la base de datos.

B Tasa falso de rechazo (FRR)

Datos:

- Número de falsos rechazos = 1

- Numero de rostros evaluados = 48

$$FRR = \frac{\text{número de falsos rechazos}}{\text{número de rostros evaluados}} = \frac{1}{48} = 0.02 = 2\%$$

La tasa falso de rechazo (FRR) es igual a 0.02 que representa el 2%, que indica que para la prueba realizada existe un 2% de posibilidad de rechazar un usuario registrado en la base de datos.

C Tasa de Error Igual

Datos:

- Número de falsas aceptaciones = 1
- Número de falsos rechazos = 1
- Número total de entradas = 96

La tasa de error igual es 0.02 que representa el 2% que

$$EER = \frac{\text{número de falsas aceptaciones} + \text{número falsos rechazos}}{\text{número total de entradas}}$$

$$EER = \frac{1 + 1}{96} = 0.02 = 2\%$$

indica que para la prueba realizada existe un 2% de cometer un error (tipo I o tipo II), también podemos afirmar que el sistema proporcionó resultados exactos en un 98%.

5. CONCLUSIONES

Se verificó que el desarrollo del sistema para la detección y reconocimiento de rostros basadas en técnicas híbridas logró alcanzar un porcentaje del 98% superando al porcentaje esperado que fue 95%, además, se obtuvo una tasa de falsos aceptados del 2% y una tasa de falsos rechazados del 2%.

La base de datos de imágenes utilizadas constituida por imágenes de tres colecciones diferentes (FERET, ORL, y la de los investigadores) no presentaron diferencias significativas para el desarrollo y prueba del sistema. Además, la implementación del módulo de detección de rostros basada en un clasificador a cascada fue útil para poder realizar la posterior tarea de reconocimiento de rostros. El módulo implementado para la detección de rostros fue satisfactoriamente.

La combinación de las técnicas Wavelet de Gabor y Análisis de Componentes Principales en las tareas de extracción de características, logró alcanzar una tasa de falsos aceptados del 2% y una tasa de falsos rechazados del 2%,

demostrando un alto grado de confiabilidad para la constitución de vectores característicos. De esta manera las Wavelets de Gabor demostraron ser adecuadas para la extracción de característica, debido a sus propiedades de orientación, localización espacial y óptima localización en el espacio y dominio de la frecuencia. El algoritmo de Análisis de Componentes Principales (PCA) es un método global que usa principalmente los niveles de gris de los píxeles de una imagen. La simplicidad para la implementación del algoritmo contrasta con una fuerte sensibilidad a cambios en la luz, posición y expresiones faciales. Es por eso que aumentamos el número de posturas para cada persona. Sin embargo, el ACP no requiere ningún conocimiento a priori sobre la imagen. El principio es construir un espacio de sub-vectores conservando sólo los mejores vectores propios, al tiempo que conserva una gran cantidad de información útil, hace que el PCA sea un algoritmo efectivo y de uso común en la reducción de la dimensionalidad, donde puede ser utilizado con otros algoritmos para mejorar los resultados de la aplicación.

La ejecución del clasificador basado en máquinas de Soporte Vectorial, realiza de manera efectiva el reconocimiento de rostros, alcanzando un porcentaje del 98% de efectividad, luego de la evaluación. Así, se confirma que el reconocimiento de individuos mantiene un problema complejo y que a pesar de ser un área activa de investigación aún existen muchas dificultades en su aplicación en condiciones reales, se ha logrado una tasa de reconocimiento efectivo de 98%, no logrando resolver el problema en un 100% de los casos.

REFERENCIAS

- [1] J. Zhou, Z. Ji, L. Shen, Z. Zhu and S. Chen, "PSO Based Memetic Algorithm for Face Recognition Gabor," in IEEE Conference Memetic Computing, 2011.
- [2] A. K. Jain, B. Klare and U. Park, "Face Recognition: Some Challenges in Forensics," in IEEE International Conference Automatic Face & Gesture Recognition and Workshops (FG 2011), 2011.
- [3] K. Takeo, "Picture processing system by computer complex and recognition of human faces," Kyoto University, Kyoto, 1973.
- [4] M. Kirby and L. Sirovich, "Application of the Karhunen-Loeve procedure for the Characterization," in IEEE Trans. Pattern Anal, Vol. 12, Nro 1, 1990.
- [5] L. Sirovich and M. Kirby, "Low dimensional procedure for the characterization of human faces," in J. Opt. Soc. Am, Vol 4 Nro 3, 1987.
- [6] M. Turk and A. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," in IEEE Conference on computer Vision and Pattern Recognition, Hawaii, 1991.
- [7] P. Belhumeur, J. Hespanha and D. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces," in Trans. Pattern Anal. Mach, vol. 19, Nro 7, 1997.
- [8] K. Etemad and R. Chellapa, "Face recognition using discriminant eigenvectors," in Proceedings of the International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, 1996.
- [9] M. Lades, J. Buhmann, C. Vonder Malsburg, R. Wurtz and W. Konen, "Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture," in IEEE Trans. Comput, vol. 42, 1993.
- [10] L. Wiskott, J. Fellous, N. Kruger and C. Malsburg, "Face recognition by elastic bunch graph," in IEEE Trans. Pattern Anal Mach, vol 19 Nro 7, 1997.
- [11] C. Wang, L. Lan, Y. Zhang and M. Gu, "Face Recognition Based on Principle Component Analysis and Support Vector Machine," in IEEE Conference Intelligent Systems and Applications (ISA), 2011.
- [12] M. Lades, J. Vorbruggen and J. Buhmann, "Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture," in IEEE Transactions on Computers, 1993.

Agente Inteligente con reconocimiento de voz usando Lógica Difusa para mejorar el proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la UNAMBA

Intelligent Agent with voice recognition using Fuzzy Logic to improve the book search process in the UNAMBA Central Library

Nilton Brayaam Hurtado Mendoza¹, <https://orcid.org/0000-0001-9809-7792>

Cari Incahuanaco Francisco², <https://orcid.org/0000-0002-2807-0495>

¹Universidad Nacional del Altiplano, Puno., nbhurtado@gmail.com, Apurímac, Perú

²Universidad Nacional del Altiplano, francari22@gmail.com., Apurímac, Perú

Resumen - El principal propósito de este trabajo de investigación, ha sido el desarrollo de una aplicación para contribuir al proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, de tal forma que pueda ayudar al bienestar de los universitarios mediante la utilización de una herramienta que permita realizar búsquedas de libros haciendo uso del reconocimiento de voz y la aplicación de la Lógica Difusa que tiene el experto humano que viene a ser el bibliotecario, transferida a la máquina mediante reglas de prioridad al momento de realizar dicho proceso de búsqueda de libros. Mediante la utilización de tecnologías para el desarrollo de software como: la práctica ágil SCRUM, Lenguaje de programación C#, framework .NET, JQuery y gestor de base de datos MySQL..

Palabras clave: Aplicación, Agente Inteligente, Reconocimiento de voz, Lógica Difusa, .NET.

Abstract - The main purpose of this research project was to develop an application to facilitate book searches at the Central Library of the Micaela Bastidas National University of Apurímac. This application aims to improve the experience for university students by using a tool that allows for book searches through voice recognition and the application of fuzzy logic, similar to the expertise of the librarian, transferred to the machine via priority rules during the search process. The software development technologies used include: the SCRUM agile methodology, the C# programming language, the .NET framework, jQuery, and the MySQL database management system.

Keywords: Application, Intelligent Agent, Speech Recognition, Fuzzy Logic, .NET.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las universidades manejan distintos tipos de información dentro de las cuales se encuentra el sistema bibliotecario, con esta información se trabaja diariamente entre los involucrados para que puedan tomar decisiones correctas sobre el libro a solicitar de algún tema en particular

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac cuenta con un sistema web para realizar la búsqueda de libros y también tiene un catálogo físico sobre todos los libros adquiridos anualmente.

Por ello, se realizó esta investigación para implementar una solución inteligente para el proceso de búsqueda de libros que facilite al

estudiante en el manejo de dicha información y hacerlo más rápido e intuitivo, en este proceso sólo se deberá contar con la selección de libros mediante una tecnología como el de reconocimiento de voz basado en lógica difusa y así poder contribuir en mejorar el proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac.

Este Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en lógica difusa permitió obtener información adecuada e inmediata a través de la generación de un selector dinámico para el fácil manejo por parte de los usuarios. Finalmente, se puede apreciar que el trabajo de investigación se divide en seis capítulos principales los cuales son: Capítulo I: Planteamiento del problema acerca del proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la

UNAMBA; Capítulo II: Objetivos del proyecto de investigación; Capítulo III: Marco referencial donde se describe los antecedentes referentes a esta investigación; Capítulo IV: Hipótesis y variables; Capítulo V: Metodología de investigación; Capítulo VI: Resultados obtenidos de las pruebas estadísticas con sus interpretaciones; por último Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos del trabajo de investigación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

En la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), cuentan con una Biblioteca Central para la atención de estudiantes, docentes y personal administrativos de la Universidad. Según la Resolución N° 425-2013-UNAMBA, la Biblioteca Central de la UNAMBA está autorizado para atender a los estudiantes con carné de Biblioteca, emitido por la misma oficina; pero actualmente a pedido de los estudiantes, el proceso de préstamo de libros se realiza con una identificación personal, el Documento Nacional de Identidad (DNI). En este proceso de búsqueda se realizan varios pasos: Primero, el usuario realiza la búsqueda de libros en las fichas impresas que se encuentra en la Biblioteca Central de la UNAMBA, también se puede realizar la consulta mediante un Sistema Web que ha sido implementado para realizar la búsqueda de libros. Segundo, si el usuario ubica el libro buscado ya sea manualmente o con el sistema de consulta, procede a llenar la ficha para el proceso de préstamo, en las fichas se registran los datos del libro y del usuario. Tercero, la ficha de registro de datos es entregada al personal de Biblioteca, para que pueda ubicar el respectivo texto; sino se encuentra el libro, el usuario debe realizar nuevamente la búsqueda de otro libro, y seguir el mismo proceso que la anterior, finalmente el encargado de la biblioteca lo verifica y solicita al estudiante una identificación para hacer el préstamo de libro y así completar el proceso de préstamo. Como se puede observar, este proceso es tan tedioso y genera malestar en los usuarios, por esta razón se plantea implementar una aplicación para optimizar el proceso de préstamo.

Actualmente la Biblioteca Central de la UNAMBA no cuenta con un sistema eficiente para el proceso de préstamo de libros, lo cual trae consigo muchas dificultades, así como el tiempo aproximado para el proceso de préstamo de libros, que se tarda de 5 a 7 minutos hasta más, además el

desconocimiento de algunos estudiantes al momento de realizar la búsqueda y proceso de préstamo de libros, la falta de información adecuada por parte de los Sistemas de búsqueda existentes que no ayudan a los estudiantes a realizar la búsqueda eficiente de libros en el tiempo oportuno.

El agente inteligente que se desarrolló, permitió a los estudiantes encontrar el libro adecuado, que les permita tomar decisiones correctas al momento de elegir un libro, por lo tanto, se redujeron los tiempos al momento de realizar el proceso de búsqueda de libros, se redujeron los costos en el proceso de búsqueda de libros, menos personal en la biblioteca, menos uso de fichas y/o hojas para anotar los datos del usuario y del libro, menos uso del lapicero, simplificación de búsquedas redundante de libros, etc.

2.2. Enunciado general

Como principal propósito de investigación viene a ser ¿En qué medida mejoró el proceso de búsqueda de libros con la aplicación de un Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en Lógica Difusa en la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017?

2.3. Enunciado específico

Como enunciado específico se tiene ¿En qué medida se redujo el tiempo del proceso de búsqueda de libros con la aplicación de un Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en Lógica Difusa en la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017?

2.4. Justificación

Esta investigación tiene gran importancia para los involucrados que acuden a diaria a la Biblioteca Central de la UNAMBA, cuyos beneficiarios son los estudiantes, docentes y personal administrativo que forma parte de la UNAMBA. Los beneficios que brinda el sistema, es la reducción de tiempo para realizar el proceso de préstamo de libros, reducir costos, consecuentemente ayudará a tomar decisiones al momento de elegir un determinado libro y el control adecuado de los usuarios.

3. Marco teórico

En el año 2011, BRAVO VECORENA Aland, realizó un "Diseño e implementación un Sistema de gestión Inteligente de bibliotecas con tecnología RFID", El presente trabajo ha permitido

la adopción del modelo de estantería abierta, que agiliza los servicios de préstamos y devoluciones de libros, así como optimiza el proceso de inventario en todos los ambientes del recinto. La tecnología RFID permite al bibliotecario invertir su tiempo en atender al usuario, así como controlar de manera pormenorizada y efectiva la colección de libros.

La tecnología RFID, que responde a las iniciales de Radio Frecuencia Identificación, no es más que un sistema para comunicarse sin cables entre dos o más objetos, donde uno emite señales de radio y el otro responde en función de la señal recibida.

A partir de aquí podemos complicar el tema todo lo que queramos y bajar a las profundidades tecnológicas de las ondas de radio, los chips, las resistencias, las impedancias; y un sinfín de conceptos con una terminología poco amigable al usuario final.

Así como la utilización de sensores de vocalización para el manejo de control de libros prestados en el recinto. Con lo que se ha mejorado la experiencia del usuario con la automatización de procesos que no generaban valor, así como al usuario por la reducción de tiempos de espera y disponibilidad de personal.

En el año 2011, CÁCERES Berta, GURMENDI Ramiro, COSTAGUTA Rosanna y LUDENIA Myriam, desarrollaron un "Prototipo de Biblioteca Digital Inteligente aplicado al ámbito académico universitario", En este trabajo se presenta una de las líneas de investigación del sub proyecto Sistemas Adaptativos Inteligentes, que forma parte del proyecto Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada (CICYT – UNSE; Código C062). Esta línea de investigación se centra específicamente en el campo de las Interfaces Adaptativas. Particularmente, en este artículo se propone el diseño y construcción de una Biblioteca Digital en el ámbito académico universitario, que incluye un agente inteligente para brindar servicios personalizados de consultas a estudiantes, profesores e investigadores. Se espera obtener como producto final un prototipo de BD a través del cual se acceda a material digital almacenada, que dé solución a la problemática expuesta y garantice la conservación de las obras digitalizadas. Este prototipo contará con un agente inteligente, que de manera personalizada asistirá a estudiantes, profesores e investigadores cuando efectúen sus consultas. Con esta atención

personalizada se espera lograr un alto grado de satisfacción en los usuarios, que impacte de manera positiva en la usabilidad de la aplicación. Por otro lado, se espera propiciar la difusión de bibliografía especializada, documentos y actas de congresos, informes técnicos, tesis, etc., entre los miembros de la comunidad académica antes mencionada.

4. Marco Referencial

4.1. Inteligencia artificial

Según una definición dada por Marvin Minski (1977), la Inteligencia Artificial (I.A.) es "el arte de construir máquinas capaces de hacer cosas que requerirían inteligencias en caso de que fuesen hechas por los seres humanos". Otra definición clásica de la Inteligencia Artificial indica que es la parte de las Ciencias de la Computación que se ocupa de diseñar sistemas informáticos que presenten las características que se asocian con inteligencias en el comportamiento humano: comprensión del lenguaje, aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas, etc.

4.2. Agente inteligente

La Inteligencia Artificial tiene como objetivo el estudio de las entidades inteligentes; pero a diferencia de la filosofía, la psicología, las neurociencias, y demás disciplinas cuyo objeto de estudio está relacionado con la inteligencia, su meta no tiene que ver únicamente con la comprensión de estas entidades, sino con su construcción. La construcción de agentes racionales como concepto unificador dentro de la Inteligencia Artificial, constituye el curiosamente llamado, nuevo enfoque de la Inteligencia Artificial. Incluso antagonistas de las tecnologías basadas en agentes, como Lanier, coinciden en que el concepto de agente es inherente al de Inteligencia Artificial.

Es necesario precisar que la racionalidad de un agente se define en relación con el éxito esperado dado lo que el agente ha percibido. Esto es, no podemos exigir a un agente que tome en cuenta lo que no puede percibir, o haga lo que sus efectores no pueden hacer. Por lo tanto, la racionalidad de un agente a un tiempo dado depende de:

- La medida de desempeño que define el estándar de éxito.
- La secuencia de percepciones del agente, esto es, todo lo que el agente halla percibido hasta el tiempo dado.

- El conocimiento del agente sobre el medio ambiente en el que está situado.
- La habilidad del agente, esto es, las acciones que el agente puede llevar a cabo con cierta destreza.

Un agente racional ideal es aquel que, para toda secuencia de percepciones posible, selecciona y ejecuta una acción que se espera maximice la medida de desempeño, con base en la información que proveen su percepción y conocimiento sobre el ambiente.

4.3. Ambiente para el Agente Inteligente

Se considerará para esta investigación el ambiente Observable – Parcialmente observable, si los sensores de un agente le permiten percibir el estado completo del ambiente en cada punto en el tiempo, decimos que el ambiente es observable. Un ambiente es efectivamente observable si los sensores del agente detectan todos los aspectos relevantes para decidir qué acción debe llevarse a cabo. Relevancia aquí depende de la definición de función de desempeño. Los ambientes observables son convenientes debido a que, en ellos, un agente no necesita mantener el historial de estados del ambiente para ser efectivo. Un ambiente puede ser parcialmente observable debido a la imprecisión y el ruido en los sensores; o bien porque algunos aspectos del ambiente caen fuera del rango de lectura de los sensores.

4.4. Términos índices

Como las experiencias con motores de búsqueda en la web muestran, buscar en grandes bases de datos mediante un solo término a menudo devuelve muchos (demasiados) aciertos. Es por tanto importante restringir estas búsquedas mediante, por ejemplo, consultas multitérmino. Esto requiere la posibilidad de comparar dicha consulta con los términos índice de los documentos, que puede estar basada en dos métodos de indexado:

- Precoordinación de términos índice: es el proceso de usar términos compuestos para describir un documento. Por ejemplo, este capítulo puede ser incluido en un índice con el término "recuperación de información en lenguaje natural".
- Postcoordinación de términos índice: es el proceso de usar términos simples para describir un documento pudiendo ser combinados en base a una consulta dada

Las técnicas que permiten el tratamiento de términos índice multipalabra de una forma diferente y quizás más elaborada, aunque en ambos casos, preordinación y postcoordinación son posibles para la aplicación de agentes inteligentes.

4.5. Reconocimiento de voz

El reconocimiento por voz es una tecnología biométrica (sensor de lenguaje) que utiliza la voz de un individuo para lograr su identificación. Este tipo de soluciones biométricas son bastantes populares, dada la cantidad de dispositivos que pueden usarse para tomar las muestras de voz y su facilidad de integración. Hay que tener en cuenta que el reconocimiento por voz difiere de la llamada tecnología del reconocimiento de discurso, que reconoce las palabras a medida que el individuo habla, y que no es una tecnología biométrica.

4.6. Lógica difusa

Básicamente la Lógica Difusa es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento. Como indica Lofti A. Zadeh, "Cuando aumenta la complejidad, los enunciados precisos pierden su significado y los enunciados útiles pierden precisión.", que puede resumirse como que "los árboles no te dejan ver el bosque". Básicamente, cualquier problema del mundo puede resolverse como dado un conjunto de variables de entrada (espacio de entrada), obtener un valor adecuado de variables de salida (espacio de salida). La lógica difusa permite establecer este mapeo de una forma adecuada, atendiendo a criterios de significado (y no de precisión). Le término Lógica Difusa fue utilizado por primera vez en 1974. Actualmente se utiliza en un amplio sentido, agrupando la teoría de conjunto difusos, reglas si-entonces, aritmética difusa, cuantificadores, etc. En este curso emplearemos este significado extenso el término.

5. Marco teórico

5.1. Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el Servicio diseña, gestiona y mejora sus procesos (acciones) para apoyar su política y

estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes y otros grupos de interés.

5.2. Sistema

Un Sistema es un objeto complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente; puede ser material o conceptual. Todos los sistemas tienen composición, estructura y entorno, pero sólo los sistemas materiales tienen mecanismo, y sólo algunos sistemas materiales tienen figura (forma).

5.3. ASP .NET

ASP.NET es un modelo de desarrollo Web unificado que incluye los servicios necesarios para crear aplicaciones Web empresariales con el código mínimo. ASP.NET forma parte de .NET Framework y al codificar las aplicaciones ASP.NET tiene acceso a las clases en .NET Framework. El código de las aplicaciones puede escribirse en cualquier lenguaje compatible con el Common Language Runtime (CLR), entre ellos Microsoft Visual Basic, C#, JScript .NET y J#. Estos lenguajes permiten desarrollar aplicaciones ASP.NET que se benefician del Common Language Runtime, seguridad de tipos, herencia, etc. ASP.NET incluye:

- Marco de trabajo de página y controles
- Compilador de ASP.NET
- Infraestructura de seguridad
- Funciones de administración de estado
- Configuración de la aplicación
- Supervisión de estado y características de rendimiento
- Capacidad de depuración
- Marco de trabajo de servicios Web XML
- Entorno de host extensible y administración del ciclo de vida de las aplicaciones
- Entorno de diseñador extensible

5.4. Aplicación web

Es una herramienta informática accesible desde cualquier navegador, bien sea a través de internet (lo habitual) o bien a través de una red local.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Definición de variables

La aplicación para la Biblioteca Central de la UNAMBA permite mejorar el proceso de búsqueda de libros reduciendo el tiempo que se emplea en dicho proceso, para ello declaramos las siguientes variables:

Variable Independiente: Agente Inteligente con reconocimiento de voz.

Variable Dependiente: Proceso de búsqueda de libros de la Biblioteca Central de la UNAMBA.

Definición de variables: El proceso de búsqueda de libros es una actividad que consta de ingresar a la Biblioteca Central de la UNAMBA y solicitar una ficha de préstamo, para luego pasar a buscar un libro determinado en el sistema de búsqueda que esta implementado actualmente en la Biblioteca Central, luego se procede a copiar los datos necesarios para la ficha de préstamo; finalmente se entrega la ficha llenada con los datos del libro junto con el carnet universitario para constatar que estudias en la Universidad y el bibliotecario te entrega el libro solicitado.

Un Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en lógica difusa son sistemas que se apoyan del método de la lógica difusa a través del reconocimiento de la voz humana para ayudar a determinar la mejor toma de decisiones dentro de la Biblioteca Central de la UNAMBA.

6.2. Hipótesis de la investigación

Hipótesis general: La adecuada implementación de un Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en Lógica Difusa mejoró el proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017.

Hipótesis específica: La implementación adecuada de un Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en Lógica Difusa redujo considerablemente el tiempo en el proceso de búsqueda de libros en la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017.

6.3. Población y muestra

Población: La población son todas aquellas personas que tienen acceso a la Biblioteca Central de la UNAMBA, quienes harán uso del Agente Inteligente con reconocimiento de voz, únicamente está conformada por 2650 estudiantes, 220 docentes y 80 administrativos de la sede de Abancay de la UNAMBA. (2950 aproximadamente personas). (Fuente: Servicios Académicos de la UNAM-BA).

Muestra: El método de muestreo es no probabilístico, muestreo intencional a selección a criterio del investigador. Para la investigación se tomará una muestra de 45 personas

seleccionadas de manera intencional para la evaluación de la implantación de la aplicación.

Los individuos empleados en la investigación se seleccionaron porque están fácilmente disponibles, para así tener una gran facilidad operativa y bajos en costes de muestreo.

$n = 30$ estudiantes universitarios

6.4. Procedimiento de la Investigación

Se llevó los siguientes procedimientos:

- Etapa I: Se desarrolló la aplicación web.
- Etapa II: Se realizó la prueba de la aplicación web.
- Etapa III: Se evaluó la utilización de la aplicación web.
- Etapa IV: Se registró los tiempos en el proceso de búsqueda de libros de la Biblioteca Central de la UNAMBA.
- Etapa V: Se realizó el tratamiento de los datos comparando los registros con la aplicación web y sin la aplicación web.

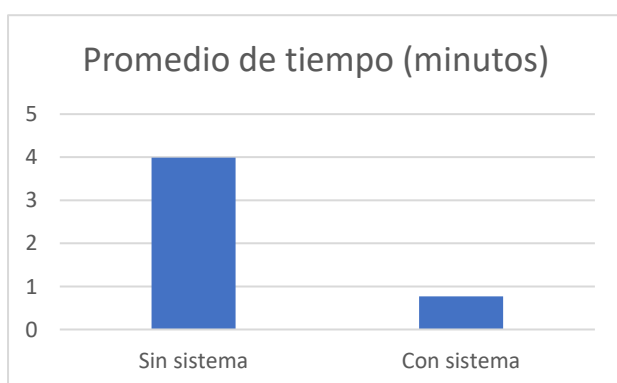
7. Resultados

7.1. Descripción de los resultados

a) Mejoras del proceso de búsqueda de libros

	Sin Sistema	Con Sistema
Reducción del tiempo	3.99 minutos	0.77 minutos

Gráfico N° 1: Promedio de tiempo del proceso de búsqueda de libros.



Interpretación:

En el Gráfico Nro 1, se aprecia el promedio de tiempo utilizado para realizar la búsqueda de libros en la Bi-blioteca Central de la UNAMBA. Se aprecia que el pro-medio de tiempo de búsqueda de libros es de 3.99 minu-tos sin el sistema y de

0.77 minutos haciendo uso del sistema el cual permite mejorar el proceso de búsqueda de libros.

7.2. Contrastación de la hipótesis

a) Resultado del tiempo en el proceso de búsqueda de libros

1. Formulación de la hipótesis

H_0 : El Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en lógica difusa NO reduce el tiempo en el proceso de búsqueda de libros de la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017.

H_i : El Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en lógica difusa SI reduce el tiempo en el proceso de búsqueda de libros de la Biblioteca Central de la UNAMBA, 2017.

2. Nivel de significancia

En este caso se considera el nivel de significancia $\alpha = 5\% = 0.05$

3. Estadístico de prueba

Se tiene $n = 30$, entonces se utilizará proporción para una muestra pequeña.

Entonces tenemos los siguiente:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$$\chi^2 = \frac{(3.99 - 0.77)^2}{0.77} = \frac{10.3684}{0.77} = 13.47$$

Determinamos el grado de libertad:

$$v = (n^\circ \text{ filas} - 1)(n^\circ \text{ columnas} - 1)$$

$$v = 1$$

3. Decisión

Teniendo la intersección del chi – cuadrada en tabla de $\chi^2 = 3.84$. Y con el chi cuadrado calcula de $\chi^2 = 13.47$

Entonces tenemos los siguiente:

$$Si: \chi^2_c > \chi^2_t \rightarrow RH_0$$

$$Si: 13.47 > 3.84 \rightarrow RH_0$$

De lo que concluimos que el Agente Inteligente con reconocimiento de voz basado en lógica difusa SI reduce el tiempo en el proceso de búsqueda de libros de la Biblio-teca Central de la UNAMBA, 2017.

8. CONCLUSIONES

Después de culminar con el trabajo de investigación “AGENTE INTELIGENTE CON RECONOCIMIENTO DE VOZ PARA MEJORAR EL PROCESO DE BÚS-QUEDA DE LIBROS EN

LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BAS-TIDAS DE APURÍMAC, 2017” se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El Agente Inteligente con reconocimiento de voz para la Biblioteca Central permite realizar una búsqueda adecuada y precisa al momento de realizar dicho proceso. Según la prueba de hipótesis específica aplicada y con un nivel de significancia de 5%, se obtuvo el siguiente resultado:
- En Agente Inteligente con reconocimiento de voz para la Biblioteca Central mejora considerablemente todo el proceso de búsqueda de libros disminuyendo el tiempo utilizado en dicho proceso.
- De la cual se concluye que la adecuada implementación de un Agente Inteligente con reconocimiento de voz mejora significativamente el proceso de búsqueda de libros dentro de la Biblioteca Central de la UNAM-BA.
- Se implementó una aplicación web que ayuda eficientemente a las actividades desarrolladas por los trabajadores y usuarios de la Biblioteca Central de la UNAMBA.

REFERENCIAS

- [1] Aland, B. V. (2011). Diseño e implementación de una biblioteca digital distribuida basada en web services para el sector educación. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- [2] ALBERT, R. (2000). L'avaluació de la qualitat a la Gestió Documental. En L'avaluació de la qualitat a la Gestió Documental (págs. 219-229). Brasil.
- [3] ALIAGA, C. A. (2002). Biblioteca Digital para el control de acceso y administración de los libros universitarios. 98.
- [4] CÁCERES, B., GURMENDI, R., COSTAGUTA, R., & LUDEÑA, M. (2004). UN PROTOTIPO DE BIBLIOTECA DIGITAL INTELIGENTE. Agentes inteligentes: el siguiente paso de la Inteligencia, 5.
- [5] Fuentes Huamán Yhon, A. P. (2012). Resolución N° 505-2012-CU-COG-UNAMBA.
- [6] GONZALES MORCILLO, C. (2011). Lógica Difusa. Madrid.
- [7] Jorge, R. R. (2006). Diseño de un Agente Inteligente Web basado en técnicas de Inteligencia Artificial. Departamento de

Tecnología Electrónica, Universidad de Sevilla. , 131.

- [8] Manual del Bibliotecario de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. (2017). Abancay.
- [9] Marcombo. (1987). Grupo Marcombo.
- [10] MARLENE, C. S. (2012). Teoría de Sistemas Expertos. Madrid: UNMSM.
- [11] Mundial, N. C. (20 de Mayo de 2017). Artyom.js. Obtenido de <http://docs.ourcodeworld.com/projects/artyom-js/documentation/getting-started/introduction>
- [12] Russell, S. J., & Norvig, P. (2004). INTELIGENCIA ARTIFICIAL UN ENFOQUE MODERNO. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- [13] Valencia, U. d. (20 de Mayo de 2017). Agentes Inteligentes. Obtenido de <https://www.uv.mx/aguerra/documents/2013-ia2-01.pdf>
- [14] E. MAMANI VILCA, J. . C. MUÑOZ MIRANDA and F. N. TUMI, "HITO: Pseudocode compiler with graphics library," 5TH International Symposium on Innovation and Technology, pp. 88-92, 2016.

Nilton Brayaam Hurtado Mendoza, nacido en Apurímac. Obtuvo el grado académico de Bach. en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Francisco Cari Incahuanaco, Graduado y titulado en la Universidad Nacional del Altiplano, título de segunda especialidad en Ingeniería de Sistemas en la UNSA Arequipa, Maestro en Investigación y Docencia Universitaria, Actual Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la UNAMBA.