





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
"JUAN MISAEL SARACHO"**



**FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

CIENCIA SUR

Vol. 5 N° 6 Junio 2019

ISSN 2518 - 4792



**Revista Facultativa de
Divulgación Científica**

TARIJA - BOLIVIA



Revista Facultativa de Divulgación Científica

CONSEJO EDITORIAL



M.Sc. Ing. Henry Monzon de los Ríos

Docente Dpto. de Hidraulica y Obras Sanitarias

M.Sc. Ing. Laura Karina Soto Salgado

Docente Dpto. de Topografía y Vías de Comunicación

Arq. Jessica Baldiviezo Alarcón

Docente Dpto. de Arquitectura y Urbanismo

M.Sc. Ing. René Michel Cortez

Dpto. de Procesos Industriales Biotecnológicos

M. Sc. Ing. Laura Soto Salgado

Editora Revista Ciencia Sur
Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"
laraksosal@gmail.com

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

CIENCIA SUR

Revista Facultativa de Divulgación Científica

Junio, 2019

M.Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martinez

RECTOR

M.Sc. Lic. Ricardo Colpari Díaz

VICERRRECTOR

AUTORIDADES FACULTATIVAS:

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Edición

Facultad de Ciencias y Tecnología

Editora

M. Sc. Ing. Laura Soto Salgado

Correo Electrónico: laraksosal@gmail.com

Reservados todos los derechos

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

El contenido de esta revista es responsabilidad de los autores.

Diseño y Diagramación: Teófilo Copa F.

Versión Digital de la Revista: www.uajms.edu.bo/revistas/ciencia-sur

Publicación financiada por el proyecto **"Fortalecimiento de la Difusión y Publicación de Revistas Científicas en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho"**

EDITORIAL



Estimados lectores, ponemos a su disposición un nuevo número de la Revista Ciencia Sur, nos complace haber cumplido con una entrega más. En esta oportunidad les presentamos artículos Técnicos y de Revisión, cuyos autores son docentes, profesionales y estudiantes de último año de nuestra Facultad. Los artículos pertenecen a las áreas de Informática y Sistemas, Arquitectura, Química, Procesos Industriales y Física.

Agradecemos a los autores por presentar sus trabajos, la escritura de artículos es un arduo trabajo con el único fin de contribuir a mejorar la producción científica. Alentamos a los docentes y estudiantes de nuestra facultad a participar en futuras ediciones de nuestra revista.

La revista Ciencia Sur es fruto de un gran esfuerzo y trabajo en equipo, buscamos que en futuro cercano que nuestra revista pueda tener impacto, implementar plantillas de revisión fortalecer el comité de ética para evitar plagios, fortalecer el comité de ortografía, redacción y sintaxis, e incorporar revisores externos de otras universidades.

Agradecemos a la unidad de Contenidos Virtuales y a la DICYT (Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología) por la edición, difusión y visibilidad de nuestra revista.

Msc. Ing. Silvana Paz Ramírez
Comité Editorial Ciencia Sur

CONTENIDO

PÁG.

Determinación de asentamientos en Cimentaciones a partir del Coeficiente de Consolidación (Cc) de suelos Arcillosos

ARMANDO ALMENDRAS SARAVIA

1

Análisis del Reuso de Aguas Residuales en Bolivia

ARTEAGA SÁNCHEZ MARÍA DEL CARMEN, TAQUICHIRI TORREZ MARCO A., DURAN DURAN JIMENA

10

Modelacion de la Dosificación del Cloro Residual en la Red de Distribución de Agua Potable del Barrio Catedral, Ciudad de Tarija

ILSEN COPA ALMAZÁN

15

Evaluación de la Exactitud Altimétrica de Modelos Digitales de Elevación y su Aplicación en la Determinación del Índice de Posición Topográfica

ESCALANTE ÁLVAREZ ADELAIDA EVELYN

23

Tecnología, Morfología y Funcionalidad de la Vivienda Social en un Contexto Cambio Climático en la Comunidad Paicho de la Provincia Méndez del Municipio El Puente del Departamento de Tarija

HERNANI QUINTEROS ALDO NINO

46

Aplicaciones Web Progresivas

CAIHUARA SOSSA FABIAN DARIO

61

NORMAS DE PUBLICACIÓN

69



ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS EN CIMENTACIONES A PARTIR DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (CC) DE SUELOS ARCILLOSOS

Determination of settlements in foundations from the Coefficient of Consolidation (Cc) of clay soils

ARMANDO ALMENDRAS SARAIVIA¹

¹Departamento de Estructuras y Ciencias de los Materiales

Correo electrónico: almendrasmito@gmail.com

RESUMEN

Todos los materiales experimentan deformaciones cuando se les sujeta a un cambio en sus condiciones iniciales de esfuerzo. Las deformaciones en la mayoría de los suelos, aún bajo cargas pequeñas, son mayores que las que se producen en otros materiales estructurales como el acero o el concreto. Estas deformaciones se traducen en un desplazamiento en dirección vertical de la masa de suelo, dando lugar al fenómeno de asentamiento.

Los asentamientos resultan de vital importancia dentro del concepto de diseño de una estructura, en específico de la cimentación, debido a su relación directa con aspectos tales como la apariencia de la estructura, la funcionalidad y el daño estructural que pueden ocasionar sobre la edificación.

El esfuerzo vertical en el suelo causado por una carga aplicada sobre un área limitada, como es la fundación de la edificación, decrece con la profundidad (z), medida desde la superficie del terreno, asimismo el asentamiento por consolidación tiene la característica que se da a lo largo del tiempo, y ocurre en suelos arcillosos saturados. Por consiguiente, la estimación del asentamiento unidimensional de una cimentación, puede calcularse a partir de datos obtenidos del ensayo de consolidación en laboratorio, mediante la obtención del coeficiente de consolidación C_c .

Por consiguiente el propósito de este estudio es establecer el asentamiento de cimentaciones superficiales fundadas en suelos arcillosos, utilizando el C_c .

PALABRAS CLAVE

Suelo arcilloso, Consolidación.

ABSTRACT

All materials experience deformations when subjected to a change in their initial stress conditions. Deformations in most soils, even under small loads, are greater than those that occur in other structural materials such as steel or concrete. These deformations translate into a displacement in the vertical direction of the ground mass, giving rise to the settlement phenomenon.

The settlements are of vital importance within the concept of design of a structure, specifically of the foundation, due to its direct relationship with aspects such as the appearance of the structure, the functionality and the structural damage that they can cause on the building.

The vertical stress in the ground caused by a load applied to a limited area, such as the foundation of the building, decreases with depth (z), measured from the surface of the land, also the settlement by consolidation has the characteristic that is given over

time, and occurs in saturated clay soils. Therefore, the estimation of the one-dimensional settlement of a foundation can be calculated from data obtained from the consolidation test in the laboratory, by obtaining the consolidation coefficient C_c .

Therefore the purpose of this study is to establish the settlement of clay soils using C_c .

KEYWORDS.

Clay soil, Consolidation.

INTRODUCCIÓN

Prácticamente todas las estructuras de la ingeniería civil deben cimentarse sobre la superficie del suelo o dentro de él. Estas estructuras transmiten las cargas al terreno por medio de cimentaciones adecuadas.

Dependiendo de las características del suelo, es que se opta por cimentaciones superficiales o cimentaciones profundas. En la solución de un sistema de cimentaciones, el principal problema a enfrentar es evitar que se produzcan asentamientos de gran magnitud que puedan dañar la estructura de manera que dificulte o afecte sus funciones.

Para la determinación de asentamientos que se pueden producir en un suelo se han desarrollado amplios estudios sobre el fenómeno de consolidación, con lo que se han determinado varias teorías que modelen este fenómeno mediante ensayos de laboratorio, cuyos resultados de ser posible se comparan con los medidos en campo.

Uno de los trabajos que describen este fenómeno que más ha destacado, es el desarrollado por Terzaghi, la prueba de consolidación unidimensional para suelos finos, este tipo de ensayos se lleva a cabo en muestras representativas de suelos confinados lateralmente. Este ensayo proporciona información sobre la compresibilidad y deformación del suelo, y permite determinar la magnitud y el tiempo en que

se presentarán asentamientos en el suelo, esto en condiciones unidimensionales.

El estudio de la compresibilidad de un suelo es importante para predecir su comportamiento volumétrico al encontrarse sometido a una carga; es decir, la reducción de su volumen y por consiguiente, el hundimiento vertical que podría llegar a presentarse en las construcciones, debido a las cargas que soporta el suelo, principalmente porque los asentamientos inciden directamente en el tipo y costo de la cimentación, así como en el comportamiento posterior de la estructura.

Estimar el asentamiento de los estratos de un suelo blando es fundamental en el diseño de la cimentación, debido a que las estructuras deben cumplir con el criterio de serviciabilidad.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General.

Determinar los asentamientos de cimentaciones superficiales fundados en suelos cohesivos de la ciudad de Tarija, considerando el fenómeno de consolidación de las arcillas, a partir del método edométrico.

Objetivos Específicos.

Analizar el fenómeno de consolidación de las arcillas. Aplicación del método edométrico para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos.

CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES

Análisis de Asentamientos en Suelos Cohesivos

Al aplicar cargas sobre un terreno por medio de una fundación, es posible identificar la naturaleza de los asentamientos resultantes, si se analiza su historia completa en un gráfico tiempo-asentamiento. Es viable, entonces, identificar tres componentes que dependen principalmente del tiempo necesario para que se presenten y de los mecanismos que se desarrollan

en la microestructura del suelo bajo la acción de los incrementos de esfuerzo. Es normal identificar las tres siguientes componentes del asentamiento (Holtz, 1991):

- Asentamiento inmediato o de distorsión.
- Asentamiento por consolidación primaria
- Asentamiento por compresión secundaria.

En forma aproximada, debido a que no es estrictamente aplicable el principio de superposición, el asentamiento total S sería la suma de los tres anteriores, lo que se puede expresar como sigue:

$$S = S_i + S_c + S_s$$

S_i es el asentamiento inmediato (S_i) de distorsión, originado en la distorsión a volumen constante de la masa de suelo cargado; es decir, es aquella parte del asentamiento total que ocurre en forma sensiblemente simultánea con la aplicación de las cargas, principalmente como consecuencia del cambio de forma, no del cambio de volumen en el suelo de fundación. Esta parte del asentamiento ocurre en un tiempo relativamente corto, posiblemente antes de terminar la construcción; de aquí proviene la denominación asentamiento inmediato. Como es la parte que ocurre esencialmente en primer lugar, después de aplicarla carga, también a veces se denomina asentamiento inicial.

S_c Es el asentamiento de consolidación primaria o simplemente consolidación, resultado de la reducción de volumen por expulsión del agua de los poros, proveniente del flujo producido por excesos de presión de poros, que son a su vez disipados por el flujo. Los esfuerzos resultantes de la carga externa generan los mencionados excesos de presión de poros que dan lugar a gradientes hacia los contornos drenados de una capa que se consolida. Si el suelo es altamente cohesivo de grano fino, el proceso de consolidación primaria origina

un retraso en parte importante de los asentamientos, y los hace función del tiempo. S_s es el asentamiento por compresión secundaria, o fluencia plástica, que igualmente depende del tiempo pero que puede ocurrir a esfuerzos efectivos esencialmente constantes. También, a veces, se denomina asentamiento por fluencia.

Cuando se cimentan obras sobre terrenos cohesivos, cuyos mantos exhiben ciertas características de plasticidad y contenido orgánico, resulta ventajoso considerar por separado las siguientes componentes del asentamiento (R. Foot, D Koutsoftas, 1984):

- Asentamiento inicial no drenado.
- Asentamiento por fluencia no drenada.
- Asentamiento de consolidación.
- Asentamiento por fluencia drenada.

Corrientemente, la de consolidación es la más significativa de estas componentes; en la práctica de rutina sólo se considera el asentamiento de consolidación, en las predicciones de diseño. Sin embargo, los movimientos no drenados pueden ser importantes en situaciones especiales, como cuando se trata de suelos plásticos u orgánicos, y la fluencia drenada puede ser de consideración cuando las tasas de consolidación son rápidas.

De acuerdo con Foot y Koutsoftas (1984), el asentamiento por fluencia no drenada puede investigarse por medio de modelos matemáticos dependientes del tiempo (por ejemplo, Singh y Mitchell 1969, Edgers et al 1972, Mitchell 1976) para obtener predicciones aproximadas del comportamiento de campo.

Sin embargo, estos métodos tienden a ser muy complejos y pueden considerarse como herramientas primarias de investigación, que dan usualmente resultados de precisión limitada. Para la practica general

de la ingeniería, tiene mayor significado apreciar que cualitativamente los movimientos por fluencia no drenada pueden llegar a ser de consideración cuando el asentamiento inicial es grande y la consolidación es lenta. Las predicciones del asentamiento inicial se convierten en una valiosa prueba de cribado para detectar problemas de fluencia no drenada que son, de nuevo, más probables en el caso de suelos plásticos y orgánicos.

Los métodos empleados para calcular los asentamientos en arcillas saturadas se pueden clasificar así (Jiménez Salas et al 1976):

- Método edométrico
- Método de Skempton-Bjerrum
- Métodos de trayectoria de esfuerzos
- Método elástico
- Método de Cambridge.

Uso de la Teoría Elástica en la Mecánica de Suelos

Se han adoptado en la mecánica de suelos, principios y procedimientos establecidos de la teoría matemática de la elasticidad para solucionar, bajo ciertas hipótesis, el problema de la predicción de asentamientos y esfuerzos debajo de fundaciones en condiciones de carga local (como en el caso de carga uniformemente repartida). Se obtienen cambios de esfuerzos de fundación producidos por cambios en las cargas aplicadas, en términos de esfuerzos totales, y al restarles los cambios de presiones de poro medidos o calculados se obtienen los cambios resultantes en los esfuerzos efectivos.

Asentamientos Elásticos

Davis y Poulos (1968) señalaron que en un suelo estratificado el asentamiento final total puede obtenerse como la suma de deformaciones verticales

de cada una de las capas; por lo tanto, en general:

$$\delta_z = \sum \frac{1}{E'} (\sigma_z - \nu' \sigma_x - \nu' \sigma_y) \delta$$

En donde: E' y ν' son los parámetros elásticos para la estructura del suelo adecuados a los cambios de esfuerzos en cada capa; σ_x , σ_y y σ_z son los esfuerzos debidos a la fundación, y δh es el espesor de cada capa.

Cálculo de Asentamientos

$$S = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H$$

Se plantearon las ecuaciones básicas para el cálculo de asentamientos, con fundamento en la hipótesis de consolidación unidimensional o edométrica.

Condición Normalmente Consolidada

También denominada consolidación primaria, en este caso solo ocurre compresión virgen; por lo tanto, el cambio en la relación de vacíos por un incremento de esfuerzo vertical $\Delta \sigma'$, se puede expresar como:

$$\Delta e = C_c \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma'_0} \right)$$

Condición Sobre Consolidada

Luego de obtener las relaciones de compresibilidad de campo a partir de la información de laboratorio, quedan en definitiva: un tramo de recompresión al que corresponde el índice respectivo, C_r , y un tramo de compresión virgen cuya pendiente es el índice de compresión, C_c .

Si , entonces puede usarse la ecuación anterior pero con el índice en lugar del índice , dado que solo se presenta recompresión.

Para el caso en que , el suelo sufre recompresión y compresión virgen; los cambios correspondientes en la relación de vacíos son: (1) desde la condición original in situ () hasta , y (2) desde hasta la condición final).

Puede verse que . Las ecuaciones para estos cambios son las siguientes:

$$\Delta e_1 = C_r \log \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} \right)$$

$$\Delta e_2 = C_c \log \left(\frac{\sigma'_p + \Delta \sigma}{\sigma'_0} \right)$$

MATERIAL Y MÉTODOS.

Materiales

El equipo de ensayo que se utilizará es el de “Consolidación unidimensional de los suelos”.

Para montar el ensayo se deberán utilizar piedras porosas previamente secadas al aire, con el fin de evitar que la probeta pueda tomar agua por capilaridad antes de iniciarse el ensayo.

Las muestras que se montan en el ensayo, para este caso son inalteradas, preparadas mediante tallado a partir de la muestra original extraída in situ.

Figura 1. Edómetro.



Figura 2. Muestras inalteradas de suelos.



- **Horno:** aparato que genera calor y lo mantiene. Nos sirve para determinar la humedad inicial, densidad seca, índice de poros, peso específico, etc.
- **Recipientes:** totalmente normalizados, para el contenido de humedad.
- **Herramientas de corte:** será necesario diferentes espátulas, sierras de alambre, así como otros elementos existentes en laboratorio para la preparación de muestras.
- **Cronometro:** elemento imprescindible para poder tomar las diferentes lecturas en los intervalos de tiempo indicados por el ensayo normalizado.
- **Piedras porosas:** con una constitución lo suficientemente fina evitando la intrusión del suelo. Estas podrán ser de óxido de aluminio, carburo de sílice o incluso algún metal que no sea atacado por la humedad ni por el suelo.

Métodos

ASTM D 2435

El método requiere que una muestra del suelo sea restringida lateralmente y que se cargue axialmente con incrementos constantes de carga, aplicados hasta que todo exceso de la presión de agua en los poros se disipe, para cada incremento.

Durante el proceso de compresión se efectuarán medidas de la disminución del espesor de la muestra, datos que se usarán para calcular los parámetros que describen la relación entre el esfuerzo efectivo y la relación de vacíos o deformación.

Acorde a la Norma, debemos conocer antes de nada las medidas, así como el peso del anillo donde ira introducida la muestra. A continuación, se procede a introducir la muestra, volvemos a pesar y se calcula así fácilmente la cantidad de muestra a ensayar.

Como se ha visto anteriormente, la muestra estará rodeada del anillo y entre piedras porosas, las cuales saturaremos totalmente al llenar de agua la cámara de consolidación, habiendo previamente ajustado y nivelado la balanza de carga.

A continuación, ajustamos el micrómetro a 0 y comenzamos con el primer escalón o escalón de precarga.

En la fase de precarga, introducimos una carga en el brazo multiplicador durante un periodo de 24 horas para que la arcilla asiente bien en el anillo del edómetro, y ésta esté preparada para los escalones de carga y descarga. Transcurridas las 24 horas, tomaremos nota de la medida y pasaremos al escalón de carga.

En los escalones de carga, aumentaremos la carga en el multiplicador, y atentamente con el cronometro listo y a la mano, comenzaremos a anotar medidas de deformación en los tiempos establecidos por la norma, sobre una plantilla anteriormente realizada para facilitar la anotación de dichos datos, sobre todo en los intervalos de tiempo más breves.

En los escalones de descargar, disminuirémos la carga en el multiplicador y repetiremos el mismo proceso que se da en el escalón de carga.

Las mediciones se realizan hasta que la velocidad de deformación se reduzca prácticamente a cero, o sea cuando se haya sobrepasado la consolidación primaria y se encuentra la consolidación secundaria, lo que podrá determinarse en los gráficos de consolidación, realizados durante la ejecución del mismo.

Para la mayoría de las arcillas el período necesario de aplicación de la carga para obtener el cien por ciento de consolidación es de 24 horas. Tras obtener la lectura final de un escalón, se prosigue el ensayo aplicando cargas en una progresión, registrándose lecturas de tiempo y de deformaciones verticales como en el punto anterior.

Conocidos los datos e introducidos en la hoja programada para el trabajo, realizamos la gráfica en cada uno de los escalones, por el Método del Logaritmo del Tiempo.

A partir de la gráfica de la deformación contra el logaritmo del tiempo, se obtiene el coeficiente de consolidación (C_c).

Con los valores del C_c obtenidos se procede a determinar los asentamientos.

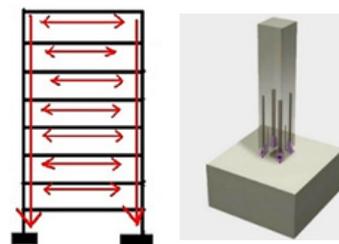
RESULTADOS.

Cálculo de Asentamiento por Consolidación Primaria

$$S_c = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o} \right)$$

Datos para el cálculo del Asentamiento

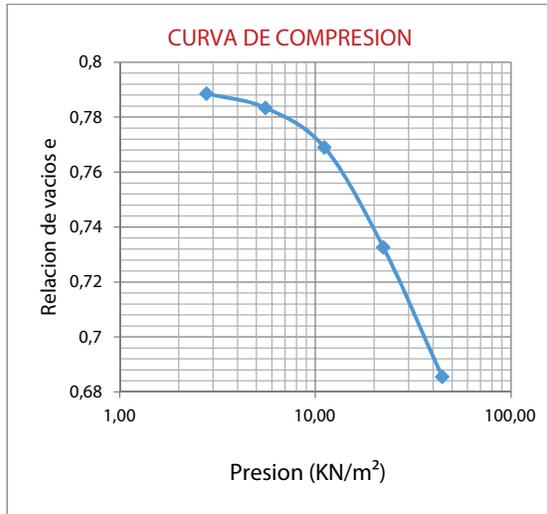
Carga puntual sobre la zapata (kN)		180
Dimensiones de la zapata	a (m)	2
	b (m)	2
Altura del estrato de arcilla (m)		6
Profundidad de cimentación (m)		2.5
Z para el incremento de presión		3.5
q = (kN/m ²)		45



Transmisión de cargas hasta la cimentación

Curva de Compresión

Presión (KN/m ²)	Final (H) (mm)	Hs=Ws/(A*Gs*Yw)	Hv= H-Hs (mm)	e=Hv/Hs
0	26.000	14.549	11.451	0.787
2.78	26.023	14.549	11.474	0.789
5.56	25.947	14.549	11.397	0.783
11.11	25.738	14.549	11.189	0.769
22.22	25.210	14.549	10.661	0.733
44.44	24.524	14.549	9.975	0.686

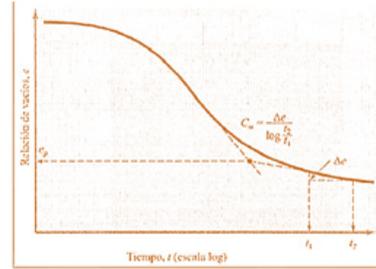


ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (S)	
Altura de estrato total Ht = (m)	6.00
Altura de estrato bajo la cimentación H = (m)	3.50
Densidad de los sólidos Gs = (kN/m ³)	2.75
Relación de vacíos inicial e ₀ =	0.79
Peso específico suelo γ o γ _{sat} = (kN/m ³)	18.94
Esfuerzo efectivo σ' ₀ = (kN/m ²)	54.75
Incremento de presión Δσ' = (kN/m ²)	14.81
Índice de compresión Cc =	0.15
ASENTAMIENTO PRIMARIO (Sc) =(mm)	29.60

Cálculo de Asentamiento Causado por Consolidación Secundaria

En la sección de “prueba de consolidación unidimensional en laboratorio” se muestra que al final de la consolidación primaria (es decir, después de la disipación total del exceso de presión de poro de agua) se observa algún asentamiento debido al ajuste plástico de la estructura del suelo, denominado flujo plástico.

Esta etapa de la consolidación se llama consolidación secundaria, durante la cual, la gráfica de la deformación vs el logaritmo del tiempo es prácticamente lineal. La variación de la relación de vacíos e con el tiempo para un incremento dado de carga será similar.



Variación de e con log t bajo un incremento dado de carga y definición del índice de compresión secundario.

El índice de compresión secundaria se define de la gráfica como:

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta e}{\log t_2 - \log t_1} = \frac{\Delta e}{\log(t_2/t_1)}$$

Dónde

C_{α} = índice de compresión secundaria

Δe = cambio de la relación de vacíos

t_2, t_1 = tiempo

La magnitud de la consolidación secundaria se calcula con la expresión

$$S_s = C_{\alpha} \cdot H \log\left(\frac{t_1}{t_2}\right)$$

Dónde:

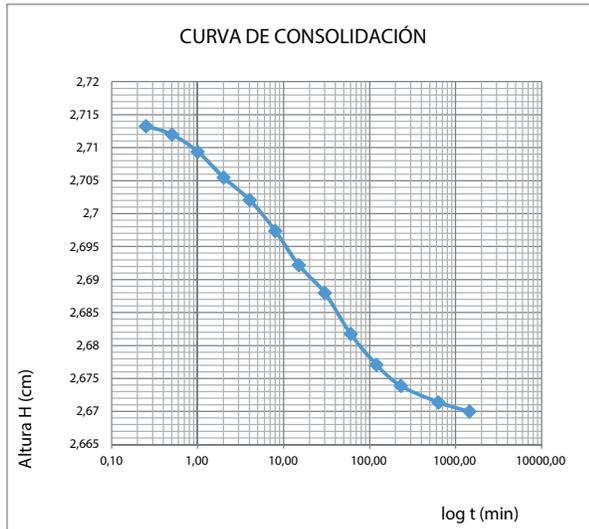
$$C_{\alpha} = \frac{C_c}{1 + e_p}$$

e_p = relación de vacíos al final de la consolidación primaria

H = espesor de la capa de arcilla

El índice de compresión secundaria se obtuvo de la curva de consolidación, el tiempo de inicio de la

consolidación secundaria t_1 , para el tiempo al final de la consolidación secundaria t_2 se asumió 50 años haciéndose la hipótesis de que la vida útil de una estructura será de 50 años y la situación más crítica de que seguirá existiendo consolidación secundaria durante toda la vida útil de la estructura.



Cálculo del C_α			
$t_1 =$	84	$t_2 =$	1440
$H_1 =$	2.67	$H_2 =$	2.674
$C_\alpha =$	0.00308		

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA S_s	
Índice de compresión secundaria $C_\alpha =$	0.003
Cambio de relación de vacíos primaria $\Delta e =$	0.013
e al final de la consolidación primaria $e_p =$	0.851
$C_\alpha =$	0.002
Asentamiento $S_s =$ (mm)	5.55

CONCLUSIONES

La compresibilidad de los suelos, tal como se determina en algún ensayo, es una de las propiedades más útiles que pueden ser obtenidas de los ensayos de laboratorio.

El ensayo de consolidación en laboratorio permitió conocer la forma en que se comportará la arcilla cuando ésta siendo deformada por la presión creciente producida por la cimentación.

En la elaboración de las curvas de consolidación y

de la curva de compresibilidad, se utilizó métodos computarizados, los cuales repercutieron en la exactitud de los resultados.

El cálculo del asentamiento por consolidación es únicamente aplicable a suelos arcillosos saturados, ya que los suelos arenosos y con presencia significativa de grava, presentan asentamientos inmediatos.

El valor calculado del asentamiento por consolidación difiere notablemente cuando la arcilla es normalmente consolidada y preconsolidada. La razón que el valor del asentamiento calculado sea grande en una arcilla normalmente consolidada, es que en la misma no han actuado presiones verticales efectivas mayores que las existentes en la actualidad, y al contrario, como en las arcillas preconsolidadas ya han existido presiones verticales, el valor calculado es más pequeño.

Si después de calcular el asentamiento por consolidación en una arcilla normalmente consolidada, se analiza que ésta se asienta demasiado luego de la construcción de la cimentación, es necesario que el ingeniero tome la decisión más adecuada para que la estructura no sufra asentamientos exagerados durante su período de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. Colombia: Pearson Educación.
- Delgado, M. (2000). Ingeniería de Cimentaciones. Colombia: Alfaomega
- Das, B. (2012). Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. México: Cengage Learning.
- Juárez, E. & Rico A. (2004). Teoría y aplicaciones de Mecánica de Suelos Tomo II. México: Limusa.
- Lambe, T. W. & Whitman, R. V. (1991). Mecánica de Suelos. Mexico: Limusa

- Méndez, C. (2001). METODOLOGÍA Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Editorial McGraw-Hill. Colombia.
- Peck, R. et al (2006). Ingeniería de Cimentaciones. México: Limusa
- Poliotti, M. & Sierra, P. (2011) Geología y Geotecnia. Argentina: Universidad Nacional de Rosario
- Villalaz, C. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: Limusa

ANÁLISIS DEL REUSO DE AGUAS RESIDUALES EN BOLIVIA.

ARTEAGA SÁNCHEZ MARÍA DEL CARMEN¹
TAQUICHIRI TORREZ MARCO A.²
DURAN DURAN JIMENA¹

¹Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo –CEANID
Facultad de Ciencias y Tecnología, Campus Universitario “El Tejar”
Tarija Bolivia

²Departamento de Física, Facultad de Ciencias y Tecnología
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
Tarija Bolivia

Correo electrónico: marcotaquichiri@gmail.com

RESUMEN

Se hace una evaluación crítica a la situación actual de las plantas de tratamiento en Bolivia y su relación frente a plantas de tratamiento en el mundo en función al reuso de las aguas residuales para riego en agricultura.

ABSTRACT

A critical approach on the actual situation of the wastewater management in Bolivia is made. The viability on the use of the treated wastewater and its use for irrigation is discussed.

PALABRAS CLAVE

Aguas residuales en Bolivia, Medio ambiente, causas de agua. Reciclaje de aguas

KEY WORDS

Wastewater in Bolivia, environment, clean water courses, Wastewater recycling

1. INTRODUCCIÓN

La base del desarrollo del bienestar social y económico en un país es el acceso al agua, debido a su importancia esencial para la producción de alimentos y energía. Su uso como insumo para la vida y para una amplia variedad de usos en cadenas industriales la hace indispensable. (Uhlenbrook, 2016).

La demanda de agua a nivel mundial, a raíz del crecimiento poblacional produjo un incremento del 1% anual, en la extracción de agua dulce para consumo. Actualmente con el nivel del estilo de vida y con los problemas de desarrollo sostenible del siglo XXI, el agua es un tema de alto interés, preocupación y su seguridad implica en algunos casos alto riesgo a nivel mundial.

2. UNA MIRADA A LA SITUACIÓN ACTUAL

De la totalidad de agua dulce extraída para consumo humano cabe hacer notar que al menos el 70% es empleado en agricultura, en segundo lugar con 20% (o hasta el 50% en algunos casos, dependiendo de lo desarrollado del país) el sector industrial y con un 10% el uso a nivel doméstico. (Pedrero, 2010) (Khokhar, 2018).

Como dato adicional para el 2030 si el escenario climático actual se mantiene se estima que el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua (Mundial, 2018).sin embargo es natural que a medida que la demanda de agua dulce se incrementa, las descargas de aguas residuales incrementen también, siendo esta otra problemática ambiental de alto interés, pues como es sabido es una práctica común descargar las aguas residuales sin tratamiento a cuerpos de agua superficiales. (Silva, 2008). Hasta el 2017 se conocía

que a nivel mundial casi el 80% (y en algunos países en desarrollo casos de hasta el 95%) de las aguas residuales se desechaban a cursos de agua sin tratamiento alguno. (BoKova, 2017)

“En el Informe Mundial sobre Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017 se demuestra que una mejor gestión de las aguas residuales implica no solo la reducción de la contaminación en las fuentes, sino también la eliminación de contaminantes de los flujos de aguas residuales, la reutilización de las aguas regeneradas y la recuperación de los subproductos útiles. Conjuntamente, estas cuatro acciones generan beneficios sociales, ambientales y económicos para toda la sociedad, contribuyendo así al bienestar y a la salud, a la seguridad del agua y la alimentaria y al desarrollo sostenible.” (BoKova, 2017)

En este contexto existen nuevos enfoques para la gestión del agua, y entre ellos el reúso de aguas residuales para su uso en agricultura, según la página (Itongadol, 2014) Esta práctica ya se encuentra bastante avanzada en países como Israel que es quien lleva la cabeza, reciclando al menos un 75% de sus aguas residuales desde los años 70 hasta la fecha, convirtiéndose en uno de los más importantes del mundo. En los países europeos también existen grandes avances ya sea por políticas de conservación del medio ambiente o por el reúso en agricultura (Chris Binnie, 2008), países, como España, Italia, Francia entre otros ya cuentan con sistemas de gestión hídrica enfocada al reúso de aguas residuales (D. Bixioa, 2006). Sin embargo en Latinoamérica aún no se cuenta con un sistema de gestión hídrico tan arraigado.

3. SITUACIÓN EN BOLIVIA

En nuestro país el escenario no es muy diferente, aunque la información al respecto es escasa, la poca y desactualizada información, sugiere que existe una crisis de agua ocasionada por los mismos factores que aquejan al mundo; Crecimiento poblacional y eventos

ambientales extremo. Sin embargo esos no son los principales problemas de abastecimiento, sino más bien la falta de infraestructura física que permita su mayor utilización, ya que según el estudio de (Rosio, 2002) en Bolivia Hasta el 2002 solo se consumía el 1% (150 millones de m³/año) de los recursos hídricos superficiales disponibles.

Bolivia a la fecha cuenta con más de 11 millones de habitantes y la demanda de agua no es cubierta aun, solo el 80% de la población cuenta con acceso a agua potable. Y si se habla de saneamiento la situación es peor, solo el 55% de la población goza este beneficio.

Del 100% de agua dulce disponible para su uso en Bolivia el 70% es empleado por el sector agrícola (riego, ganadería y acuicultura), el agua residual generada alcanza 135.8 millones de m³/año y el agua residual tratada solo cubre 33.6 millones de m³/año el equivalente al 24.7% (FAO, 2015), es decir que casi el 60% del agua residual no es tratada y es vertida directamente en cursos de agua superficiales. (Chuquimia, 2018)

El riego en nuestro país emplea distintas fuentes naturales de agua (UMSS-UW, 2015)

- 69% Ríos de caudales estacionales e intermitentes y cursos inestables.
- 19% embalses naturales y construidos (lagunas y atajados).
- 6% vertientes de pequeños caudales.
- 6% pozos de profundidad variada.

Como se puede observar la mayor fuente de agua para riego viene de ríos y embalses naturales, que implicancias tiene este hecho, ya se expuso líneas arriba que el 60 % del agua residual no tratada llega a cursos de agua naturales. Por tanto esto nos lleva a la conclusión de que en nuestro país el riego es realizado directamente con agua residual no tratada pero si diluida.

Cuál es el principal problema asociado a este tipo de uso, básicamente se está atentando contra la salud del consumidor y del productor, al no contar con un tratamiento estas aguas están cargadas de materia orgánica (nutrientes en principio beneficiosa para la agricultura), tóxicos (metales pesados, pesticidas, HAPs, COPs) y patógenos latentes (microorganismos como coliformes termotolerantes) que pueden llegar al consumidor dependiendo del tipo de cultivo que este sienta regado con estas aguas.

¿Qué alternativas tenemos como país para resolver este hecho?

Bolivia cuenta con plantas de tratamiento (PTAR) cuya capacidad por los informes que se cuenta (Chuquimia, 2018) obviamente han sido rebasadas, esto no es tan atribuible a la planta de tratamiento en si o la tipo de tratamiento realizado en cada una de ellas, sino más bien a que en los últimos años se invirtió mucho más en construcción de redes de alcantarillado que en plantas de tratamiento, lo que ocasiona indudablemente un caudal de aguas negras que sobrepasa la capacidad del caudal para el que fue construida determinada planta.

Otro punto a resaltar es que las plantas de tratamiento existentes cuentan en su mayoría deficiencias en su operación y mantenimiento. En principio esto se debe a que en nuestro país, los costos de operación de una PTAR juegan un papel más determinante que los de la inversión. Estos costos tienen que ser cubiertos directamente por las tarifas; en cambio las inversiones en su mayor parte son financiadas a través de donaciones y créditos de la cooperación internacional y/o del gobierno nacional.

De lo expuesto anteriormente, resalta el hecho de que se requiere mayor inversión en la construcción y/o mejoramiento de las plantas de agua residual en Bolivia, que en los últimos años ya se hizo evidente, pues existen varios proyectos a nivel nacional que contemplan la construcción nuevas plantas de tratamiento de aguas

residuales, aunque las tecnologías que estas emplearan aún son inciertas.

Es importante resaltar el hecho de las “tecnologías a emplear” ya que Como dato adicional el 2011 nuestro país con la colaboración de México y la comisión nacional de agua (CONAGUA) ya contemplo el tema de “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y POTENCIALIDADES DE REUSO PARA LA AGRICULTURA EN BOLIVIA”. A la fecha no se cuenta con información adicional sobre el tema.

Si revisamos experiencias de países que se encuentran en la punta del tratamiento óptimo de sus aguas residuales como Israel se puede notar que las tecnologías más reforzadas son las secundarias y post secundarias. (lodos activos, sin ir muy lejos en Lima Perú, hasta el 2014 reusaba el 5% de las aguas tratadas con una proyección del 15% de reuso para el 2040 con lo que cubriría el requerimiento total de agua demandada para riego en áreas verdes la tecnología empleada es:

Tecnología de tratamiento	Nº de plantas
Lagunas facultativas	10
Lagunas aireadas	5
Lagunas aireadas de sedimentación y pulimento	3
Lagunas anaerobia, aireadas y pulimentos	3
Reactor anaerobio y lagunas facultativas	2
Lodos activados	14
Filtros percoladores	2
Humedales artificiales	2

Fuente (Estudio de opciones de tratamiento y reuso de aguas residuales en lima metropolitana, 2011)

Actualmente en nuestro país aparentemente el sistema de tratamiento más difundido por sus costos relativos a operación y mantenimiento son las lagunas de estabilización, pero no se cuenta con información adicional detallada de cuantas son las PTAR que funcionan con esta tecnología u otra (Cuba, 2003). Tampoco se conoce cuantas plantas de tratamiento existen y cual su estado actual.

CONCLUSIONES

Es muy importante definir la línea que seguirá de aquí en adelante el país en cuanto al tema del reúso de aguas residuales para riego, la información actual es sumamente escasa para poder elucidar el plan nacional.

Es de vital importancia la construcción de nuevas plantas de tratamiento acorde a los caudales generados. Que refuercen el tratamiento secundario y terciario de las aguas residuales, ya que es sabido que la industria informal vierte sus aguas servidas a redes de alcantarillado y la carga de agentes tóxicos y patógenos se ve incrementada.

Por ahora en nuestro país la alternativa de reúso de aguas residuales para riego no es viable:

desde un punto de vista infraestructural ya que dadas las condiciones actuales de las plantas de tratamiento éstas, se ven rebasadas en capacidad, debido a que en los últimos años se fomentó la construcción de redes de alcantarillado y no así la construcción de plantas de tratamiento.

desde un punto de vista económico debido a que los costos de operación y mantenimiento de las PTAR existentes son autosustentables. Lo que limita la mejora de su servicio y funcionamiento.

La viabilidad futura del uso de agua residual para riego, estará fuertemente ligada a la construcción de nuevas plantas de tratamiento que se basen en estudios socio económicos:

Que puedan permitir la identificación de las tecnologías adecuadas para cada región agrícola del país.

Que puedan identificar la demanda y oferta del agua residual tratada, que permita definir los volúmenes y lugares requeridos para el riego.

Que caractericen la línea base sobre el tema del estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que

parámetros de calidad de agua se controlan, cuales sus valores y si estas cumplen los requisitos establecidos en la normativa boliviana

Si bien el empleo de aguas residuales en riego agrícola está asociado en principio a un impacto social negativo, por el contenido de patógenos remanentes que esta pueda llegar a tener, en nuestro país el impacto final sería positivo ya que se reduciría la cantidad de patógenos en el producto final que actualmente estaría presente.

Ante la construcción de nuevas plantas de tratamiento, como las que tiene en anteproyecto el gobierno de nuestro país, un asunto muy delicado es el de la aceptación de la comunidad a tener una PTAR cercana, esto por experiencias de malos funcionamientos de las plantas de tratamiento existentes emisión de olores y susceptibilidad a tener contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

El rechazo al emplazamiento de alguna iniciativa que involucre tratamiento de aguas residuales debería comenzar como política desde educación social desde nivel escolar.

REFERENCIAS

- BoKova, I. (2017). Aguas Residuales el Recurso desaprovechado. Francia: UNESCO .
- Chris Binnie, M. K. (2008). Waste Water Reuse. Londres: IWA Publishing, 2008.
- Chuquimia, L. (19 de Marzo de 2018). El 60% de aguas residuales no pasan por plantas de tratamineto. Pagina siete.
- Cuba, T. F. (2003). Inventario de la situacion actual de las aguas residuales domesticas en Bolivia. Lima.
- D. Bixioa, C. T. (2006). Wastewater reuse in Europe. ELSEVIER, 89-101.

- (2011). Estudio de opciones de tratamiento y reuso de aguas residuales en lima metropolitana. Lima.
- FAO. (2015). AQUASTAT. Obtenido de AQUASTAT: WWW.fao.org/nr/water/acuastat/countries_regions/BOL/indexesp.stm#top
- Itongadol. (2014). Israel: Líder en reciclaje y tecnologías de agua. España: IG.
- Khokhar, T. (31 de Julio de 2018). Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial: <http://blogs.worldbank.org/opendata/water/es/el-70-del-agua-dulce-es-utilizada-para-la-agricultura>
- Mundial, B. (31 de Julio de 2018). Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial : <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- Pedrero, F. K. (2010). Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management*, 1233-1241.
- Rosio, b. (2002). Legislacion del agua en bolivia . Cochabamba: Centro Andino para la gestion del uso de agua UMSS.
- Silva, J. T. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 347-359.
- Uhlenbrook, S. .. (2016). The United Nations World Water Development Report 2016 - Water and Jobs. Francia: UNESCO.
- UMSS-UW, C. d. (2015). Riego en Bolivia. Cochabamba.

MODELACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO CATEDRAL, CIUDAD DE TARIJA

COPA ALMAZÁN ILSÉN¹

¹Departamento de Obras Hidráulicas y Sanitarias

Correo electrónico: ilsencopa@gmail.com

RESUMEN

En el presente estudio se propone lograr obtener información sobre las condiciones en las que se encuentra el valor del cloro residual en la red de distribución de agua potable del barrio Catedral, para realizar una comparación entre los análisis obtenidos in situ y la simulación de un modelo generado con la aplicación del software WATERCAD V.8., con la finalidad de demostrar si los valores reportados, se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma Bolivia NB 512 AGUA POTABLE-REQUISITOS.

El propósito de analizar el agua potable es para llevar al final de cada punto de la red, agua de calidad para el consumo, para que el agua no produzca consecuencias de salud de la población del barrio Catedral.

La calidad del agua, se encuentra definida por su composición físico-química y biológica, en función a éstas características se define el tipo de uso, por esta razón es que el agua para consumo humano debe contar con los parámetros de control mínimo establecidos por la NB 512 REGLAMENTO NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. El cloro, en sus diferentes formas, ha sido una de las tecnologías más utilizadas en los procesos de tratamiento de agua para consumo humano, como desinfectante, además de usarse para la remoción de color y olor.

PALABRAS CLAVE

Cloro Residual, biopelículas, hipoclorito de calcio, dietil-p-fenilen-diamina, Agua Potable, EPSA, WaterCAD.

ABSTRACT

The present study proposes to determine if the reported values are within the permissible limits of the Bolivia Standard NB 512 POTABLE WATER-REQUIREMENTS in the Cathedral neighborhood's drinking water distribution network. This will be accomplished by obtaining information about the conditions in which the value of residual chlorine is found and making a comparison between the analyses obtained in situ and the simulation of a model generated with the software application WATERCAD V.8.

Analyzing drinking water at the end of each point of the network will help avoid adverse health consequences for the population of the Cathedral neighborhood.

Water's quality is defined by physical-chemical and biological composition. The type of use is defined according to these characteristics, and for this reason water for human consumption must have the minimum control parameters established by the NB 512 NATIONAL REGULATIONS FOR THE CONTROL OF WATER QUALITY FOR HUMAN CONSUMPTION. Chlorine, in its different forms, has been one of the most used technologies in water treatment processes for human consumption, both as a disinfectant and the removal of color and odor.

INTRODUCCIÓN

El criterio de potabilidad del agua depende fundamentalmente del uso al que se la destina (humano, industrial, agrícola, etc). La definición de agua potable se ha ido adaptando al avance del conocimiento científico y a las nuevas técnicas, en especial a las relacionadas con el análisis de contaminantes, Roja R. (Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia Ambiental/Organización Panamericana de la Salud; 2002).

La cloración es una alternativa para la desinfección del agua ampliamente difundida en los países en desarrollo, dado que constituye la tecnología más conocida por su eficacia, costos de su aplicación y por estar histórica y epidemiológicamente comprobada.

La OMS recomienda que, para tener la garantía sanitaria de la calidad del agua para consumo y para asegurar su efecto ante cualquier contaminación posterior, debe existir un promedio de 0.3 mg/l de cloro residual activo y una turbiedad menor de 1 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad). Citados por la OMS (1991), los estudios de Watson y Kibler en 1933, Sheldon y Lovell en 1949, y Cohen en 1933 describen cuadros de precipitación de asma como resultado del consumo de agua clorada.

La desinfección de los abastecimientos de agua potable constituye una barrera importante contra las enfermedades de transmisión hídrica. Aunque se puede utilizar diversos desinfectantes, el cloro es más empleado en las comunidades rurales por sus características óptimas. Experiencias a nivel mundial describen las situaciones sobre el problema de un mal manejo de dosificación del cloro residual, en las redes de distribución de agua potable para consumo humano EPA (1999a). Cuando se aplica el cloro se tienen que tener en cuenta las reacciones que provocan

con el agua. La dosis debe ser suficientemente alta para que exista una cantidad de cloro residual para la desinfección.

La cantidad de cloro necesario viene condicionada por la cantidad de materia orgánica en el agua, el PH del agua, el tiempo de contacto y la temperatura. El cloro reacciona con materia orgánica a subproductos de la desinfección, como trihalometanos (THM) y ácidos acéticos halogenados (HAA) ((Reiff, 1995).

COSAALT Ltda. Es la EPSA encargada de la distribución de agua potable y alcantarillado en la ciudad de TARIJA. Realizando la investigación se consultó a operadores de la EPSA, sobre el tipo de desinfectante utilizan en la planta de tratamiento de agua potable tabladita, y se obtuvo que generalmente es usado el gas cloro, por ser un producto de menor gasto y por contar con una mayor calidad al momento de la desinfección ya que utilizando hipoclorito de sodio o calcio quedaría residuos al momento de la dosificación, por estar en condiciones gaseosas el cloro, no quedaría residuos. Pero se utiliza hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio actualmente en el sistema del Desarenador que es la fuente de abastecimiento principal para el barrio Catedral, de la ciudad de Tarija.

El agua cuenta con distintos tipos de microorganismos, por lo tanto, no sería apta para consumo humano sin un previo tratamiento y una desinfección para inactivar las bacterias que contiene, utilizando la cloración como método más eficiente, por esta razón se creó las normativas en las que nos indica que el agua para consumo humano debe contar con los parámetros de control mínimo establecidos por la **NB 512 REGLAMENTO NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**, en el que se recomienda, que se mantengan entre los rangos de 0,2 – 1 mg/l de cloro residual en la red de distribución hasta el punto final de la red, para evitar enfermedades del tipo diarreicas a cancerígenas.

En el presente estudio se propone lograr obtener información sobre las condiciones en las que se encuentra el cloro residual en la red de distribución de agua potable de la zona de catedral, para realizar una comparación entre los análisis obtenidos in situ y la simulación aplicando el software WATERCAD V.8, con la finalidad de verificar si los valores mínimos y máximos permisibles se encuentran bajo lo estipulado en la Norma Bolivia NB 512 AGUA POTABLE-REQUISITOS.

2.- MATERIALES Y METODOS

Área de estudio.

El estudio se realizó en el barrio Catedral de la ciudad de Tarija, el mismo cuenta con 180 conexiones, y un consumo promedio de 15 m³ por mes. Las viviendas cuentan con micromedición es un conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios.

Se dividió el tramo en sectores de acuerdo con la importancia de las demandas de agua potable en puntos específicos de la red de distribución, considerando la facilidad de acceso, los puntos seleccionados se muestran en la tabla 1.

Para realizar el análisis del cloro residual del agua potable utiliza un medidor de cloro residual, al que se le adhiere a la muestra de agua potable un reactivo en este caso utilizan el dietil-p-fenilen-diamina DPD, que viene en sobres, y es proporcionado por la empresa *Hanna Instruments*.

Realizar una simulación permitirá disminuir el error o diferencias entre los datos medidos en campo y los resultados del modelo, para evaluar las concentraciones de cloro residual en la red de distribución de agua potable en la zona de Catedral, hasta llegar al punto

de consumo cumpliendo con las normas de calidad del agua.

El valor máximo aceptable para el cloro residual en el agua es de 0.2 – 1.0 mg/l, bajo estos rangos no existe ningún riesgo de contraer enfermedades causadas por el subproducto de la desinfección en el agua potable, la EPSA encargada de la dotación del agua está en obligación de realizar monitoreos en puntos estratégicos en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Tarija.

Medidor de cloro residual

El tester digital de HANNA Instruments, fabricante de instrumentos de medida y análisis, se utilizó por sus medidas precisas y sencillas, mediante un equipo de bolsillo que facilita el muestreo. Con la utilización del reactivo dietil-p-fenilen-diamina (DPD) que realiza la misma empresa que certifica sus instrumentos como el reactivo

Planillas.

Planillas de medición de cloro residual es útil para recolectar datos como ser la dirección exacta del lugar de muestreo como el valor del cloro residual obtenido del grifo de las viviendas, grifos públicos y del tanque de almacenamiento, como también de la planta de tratamiento y del grifo público que llega del sistema Desarenador.

Toma de muestras.

Se tomaron en cuenta estratégicamente la ubicación de los puntos para realizar el muestreo en la red de distribución de agua potable del Barrio Catedral. Para la realización del muestreo se tomará en cuenta la NB 496 AGUA POTABLE - TOMA DE MUESTRA.

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo en la Red de Distribución de Agua Potable.

Punto	Descripción	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
P1	Casa Valdez	21°32'40.26"S	64°45'17.22"O
P2	Casa Sánchez	21°32'43.66"S	64°45'37.06"O
P3	Tanque de Almacenamiento	21°32'48.52"S	64°45'43.88"O
P4	Grifo Público	21°32'54.52"S	64°45'49.81"O
P5	Grifo Publico Desarenador	21°31'50.47"S	64°46'12.31"O
P6	Tanque de Almacenamiento de Agua Potable	21°31'51.30"S	64°46'02.95"O

Al comienzo del muestreo se realizó una comunicación interna con los vecinos del barrio Catedral, más específico con los que se encuentran ubicados en las viviendas cerca del punto de muestreo, como también se procedió a solicitar autorización a los dueños de las viviendas para efectuar el muestreo.

Fotografía 1. Lectura del Valor de Cloro Residual



Se realizó la toma de muestras y el control de valores de cloro residual en los puntos, comenzando el muestreo a las 12:00 pm y se estableció realizar el muestreo cada 3 horas en el transcurso de un día, durante toda una semana.

- Para el levantamiento de las muestras y las lecturas con el equipo de medidor de cloro se consideró los siguientes puntos: Dejar correr el agua del grifo por 3 segundos. Para que el agua almacenada en la red pueda fluir libremente ya que si se toma la muestra al instante de abrir el grifo los resultados del muestreo no serían confiables.
- Enjuagar las celdas 3 veces. El motivo de este proceso es poder extraer residuo del reactivo que

se tomó con anterioridad. Y poder procurar la mayor seguridad los resultados.

- Llenar las celdas con agua, 10ml. Las celdas tienen una medida de aforo, en la que permite incorporar en una de ellas el reactivo (DPD) y poder así agitar por 20 segundos.
- Una vez obtenida la muestra en las celdas respectivas se procede a secarla muy bien ya que si se introduce al comparador las celdas húmedas este no remite un resultado confiable.
- Proceder a la lectura, el procedimiento de lectura es muy sencillo y confiable.
- Finalizado el muestreo se procedió a anotar respectivamente los resultados obtenidos por el comparador.
- Colocado de las mangueras de 30 metros a las respectivas casas desde las 10:00 pm hasta 7:00 am. Dejando correr el agua por 1 minuto para que el agua almacenada en la manguera no afecte al resultado del muestreo.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Mediciones de Cloro Residual en la Red de Distribución de Agua Potable del barrio Catedral.

Los valores medidos fueron tabulados en gráficas, donde se representa las lecturas realizadas por días, mediante colores para facilitar una mejor comprensión e interpretación de los resultados obtenidos, los mismos se identifican en los diferentes gráficos que se realizaron por día.

Como se puede ver la mayoría de los valores del cloro residual se encuentran dentro de los rangos de 0,2 – 1 mg/l, con excepción de tres días: 3, 4 y 5.

Con relación al día 3 línea color magenta, se observa que el valor de cloro residual se encuentra por encima de 1 mg/l, alrededor de las 15 – 16 horas y las 21 – 22 horas del día. En los puntos P1, P3 respectivamente. También se pudo evidenciar que dentro del día 3 en el P1 alrededor de las 13 – 14 horas, el valor está por debajo de 0,2 mg/l.

Respecto al día 4 línea color morada se observa que el valor de cloro residual se encuentra por encima de 1 mg/l, alrededor de las 12 – 13 horas del día en el punto P3. Asimismo, se pudo verificar que en el mismo día en el punto P5, alrededor de las 13 – 15 horas y las 21 – 22 horas del día, el valor está por debajo de 0,2 mg/l.

Observando la gráfica se puede definir que en el día 5 línea color azul, el valor de cloro residual se encuentra por debajo de 0,2 mg/l alrededor de las 12 – 14 horas del día en el punto P5.

De acuerdo a las Gráficas los días 6 y 7 no presentan variaciones con relación a los valores establecidos dentro de los rangos permisibles en la NB – 512, de 0,2 – 1 mg/l.

En cuanto a los valores de las concentraciones del cloro residual a la salida del Tanque de almacenamiento antes de ser inyectadas a la red, las mismas se encuentran preparadas por el operador del sistema de forma manual con valores establecidos de acuerdo a lo estipulado en la NB - 512.

Gráfico 1. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 1

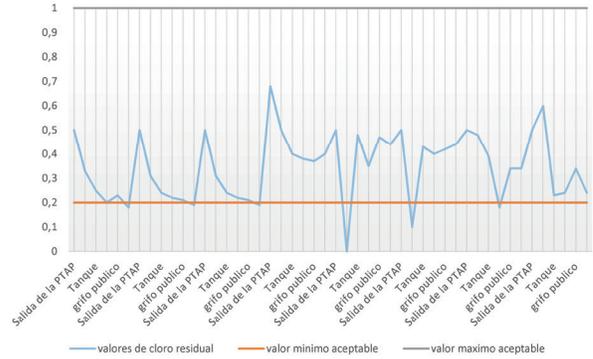


Gráfico 2. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 2

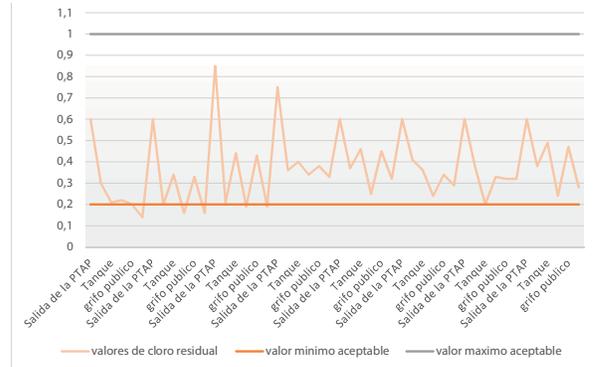


Gráfico 3. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 3

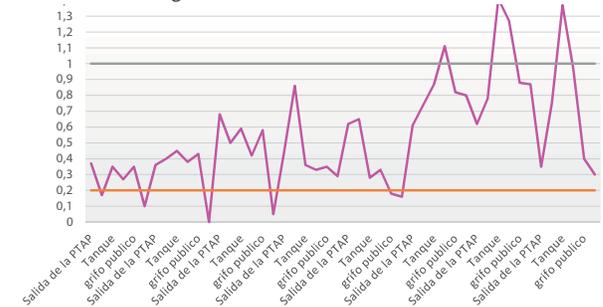


Gráfico 4. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 4

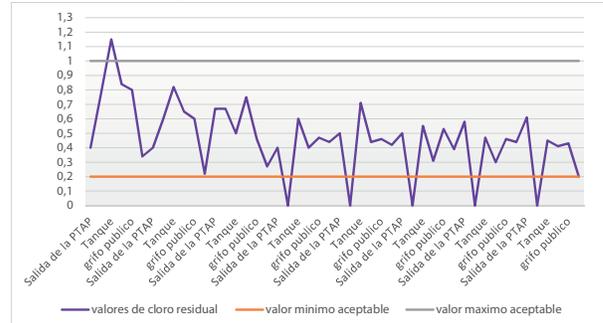


Gráfico 5. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 5

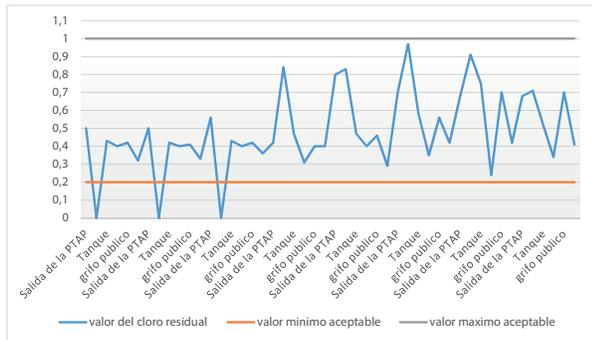


Gráfico 6. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 6

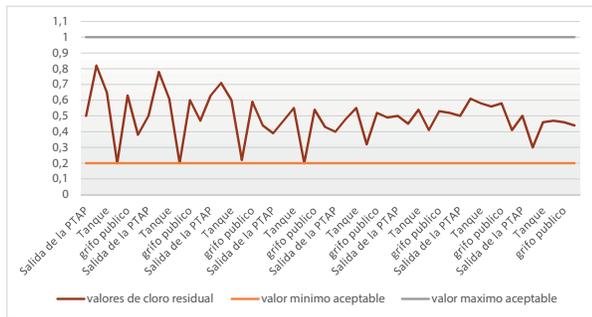
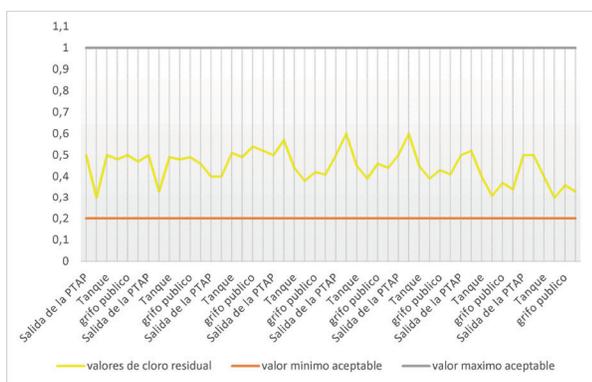


Gráfico 7. Valores de Cloro Residual mg/l Reportados Día 7



Aplicación del Programa WaterCAD V8i

WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representando en este caso por elementos tipo: lineal (tramos de tuberías); punto (nodos de consumo, tanques, reservorios, hidrantes) e híbridos (bombas, válvulas de control, regulación, etc.). El programa permite realizar el análisis en el software y así agregar como información la dosificación del desinfectante en el agua, permitiendo determinar su comportamiento en la red de distribución.

El programa WaterCAD V8i, simula el proceso que ocurre en la red de distribución de agua potable, desde la fuente de almacenamiento hasta el último punto de la red, los resultados obtenidos mediante el análisis de diversos escenarios se asemejan a la realidad, obtenida mediante el muestreo en el que se puede observar el comportamiento del desinfectante, cada hora.

Para realizar la modelación en el WaterCAD V8i, se utilizó datos de la dotación de agua que reporta la EPSA COSAALT Ltda., se procedió a realizar el cálculo de demanda de agua de cada nudo por medio del consumo mensual de cada vivienda, en las zonas por las que pasa la red de distribución de agua potable. Se realizó un modelo para los cinco días donde se identifica variaciones en los valores de cloro residual establecidos dentro de los rangos permisibles en la NB – 512.

Al hacer correr al programa se puede identificar que tarda entre 2 a 3 horas en llegar el desinfectante desde los puntos iniciales de dotación que son el Desarenador y PTAP hasta el barrio Catedral. Para aplicar un modelo del WaterCAD, se realizó los cálculos del consumo de agua, en función a los usuarios por zonas del barrio, se tomó como base de información los datos reportados por al EPSA COSAALT Ltda.

Existe una mínima variación del programa con la realidad de los resultados, debido a que el valor de hipoclorito de calcio durante la dosificación no se mantiene totalmente constante.

Gráfico 8. Rango Valores de Cloro Residual Identificados por el WaterCAD

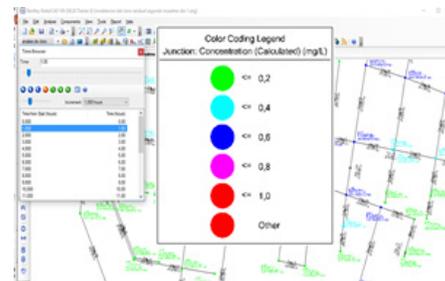
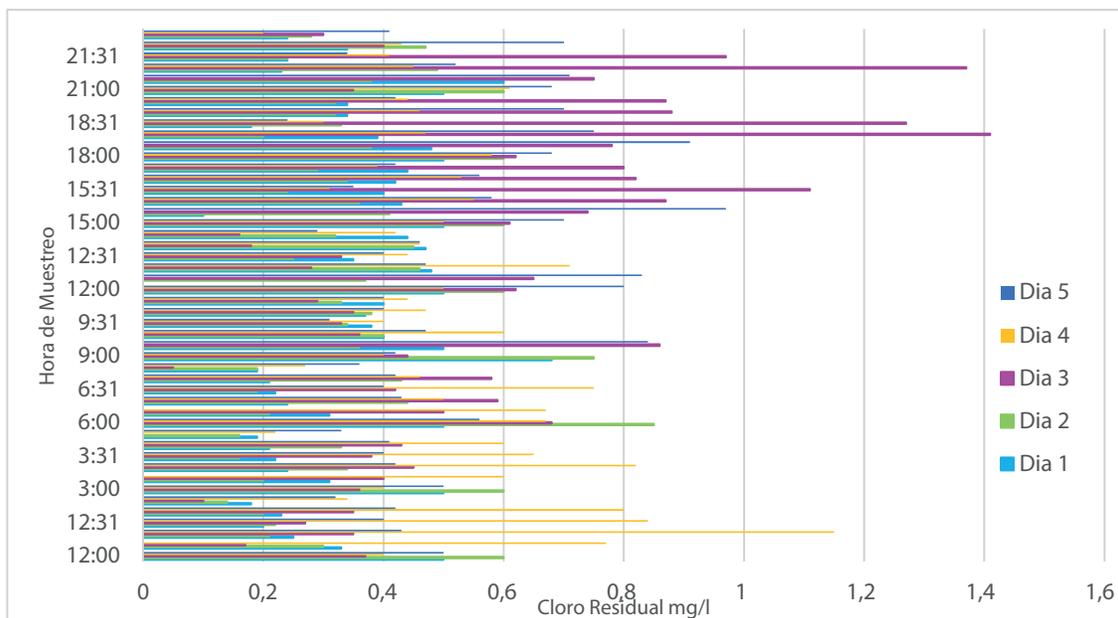


Grafico 9. Rango Valores de Cloro Residual mg/l Reportados por el WaterCAD Días 1-5



4.- CONCLUSIONES.

Los resultados del muestreo identifican valores de hipoclorito de calcio, bajos y altos mismos que se encuentran en los siguientes rangos 0; 1,41, valores que sobrepasan los límites establecidos por la NB-512 – REQUISITOS, se identifican dos motivos importantes para que se reporten éstos valores, en el tanque de almacenamiento del barrio Catedral se mantiene la dosificación de cloro con un valor alto y deterioro del desinfectante siendo mínimo por motivo que esta tarda un máximo de 3 a 4 días en consumirse estando en estado estacionario, asimismo se puede observar que en la red existe un deterioro mínimo del desinfectante, causa de este la formación de biopelículas en las tuberías.

El modelo generado en el WaterCAD se puede observar el comportamiento del desinfectante, tomando en cuenta la variación de los colores, mismos que se encuentran establecidos por rangos para que se identifique de forma clara y sencilla el valor de cloro residual en diferentes puntos de la red de distribución. Los resultados de la modelación del cloro residual en distintos escenarios, determinaron que el

comportamiento del desinfectante es bastante similar al que se obtuvo en el muestreo. Por lo tanto, existen variaciones mínimas en el modelo generado, debido a que en la realidad el operador aumenta o disminuye la dosificación del hipoclorito de calcio, la dosis del desinfectante no es constante, a diferencia de que en el programa se puede colocar un valor determinado en la generación del modelo.

El presente trabajo muestra con valores reales el comportamiento del cloro residual en la red de Distribución de Agua Potable del barrio Catedral, por lo tanto, es importante que la EPSA operadora cuente con un modelo computarizado para poder controlar las condiciones del flujo a través de la red y así obtener resultados favorables para un desempeño más eficiente, en sus controles periódicos. La aplicación del modelo facilita el control de la dosificación en los valores de cloro residual.

5.- BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- MA, P. ((1996)). Carcinogenic activity of dichloroacetic acid and trichloroacetic acid in the liver of female B6C3F1 mice. Fund. Appl. Toxicol., 31.

- pp, T. r. (1985). Toxicity and carcinogenesis studies of bromodichloromethane in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). Technical report N° 321.
- R., R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia Ambiental/ Organización Panamericana de la Salud.
- HENRY JOSE HERNANDEZ ALMANZA. (31 de OCTUBRE de 2016). Calibración del cloro residual en Sistemas de Distribución de agua potable. Importancia una guía de ayuda.
- CASTRO, Q. M. (25 de 10 de 2016). HDT 49-50: Uso de cloro para la desinfección de agua para consumo: efectos en la salud humana. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt049.html>
- CHLORINE AS DISINFECTANT FOR WATER. (3 de noviembre de 2016). Obtenido de <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-cloro.htm>
- GMAT. (2015). Plan de Desarrollo Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado(PDM). Tarija.
- MUESTRA, N. 4.-T. (s.f.).
- NB 495 AGUA POTABLE DEFINICIONES Y TERMINOLOGIAS. (s.f.).
- NB 512 AGUA POTABLE REQUISITOS. (s.f.).
- NB 689 AGUA POTABLE. (s.f.).

OPERACIÓN Y REDISEÑO DE UN BIODIGESTOR TUBULAR EXPERIMENTAL

MIRANDA CONDORI ELIZABETH INÉS¹

¹Investigadora Junior – Departamento de Procesos Industriales Biotecnológicos y Ambientales – Carrera de Ingeniería Química – Facultad de Ciencias y Tecnología – Universidad Autónoma "Juan Mísael Saracho".

Correo electrónico: miranda.eimc@hotmail.es

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo operar y rediseñar un biodigestor de polietileno tubular experimental escala laboratorio, y realizar el seguimiento en lo que toca a su operación, de manera que, se verifique si el producto obtenido cumple con normas ambientales, y realizar el rediseño para obtener un producto que contenga valores máximos de coliformes fecales de 1000 NMP/100ml y demanda bioquímica de oxígeno DBO5 de 80 mg/l, los cuales son los valores límites permisibles para descargas líquidas de acuerdo a la Ley N° 1333, Ley de Medio Ambiente.

El biodigestor estudiado es un cilindro de polietileno con tuberías de entrada, salida de líquido y conducción de biogás alimentado por una mezcla de agua y estiércol vacuno de un pequeño establo en la comunidad del Rancho en el Municipio de San Lorenzo. El mismo se construyó e instaló en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la UAJMS con un volumen de 10,535 litros (ocupado por volumen de líquido 70 % y el 30 % de biogás) con apoyo de la Red de Apoyo al Sector Productivo RASP.

Se realizó la carga diaria al biodigestor y toma de datos durante un tiempo de 115 días, y el biogás producido se ventó hacia afuera del Laboratorio y el biol obtenido tiene una concentración de coliformes fecales de $2,4E+03$ NMP/100ml y DBO5 de 495 mg/l, en un tiempo igual a 52 días sin contar la etapa de acondicionamiento previa de 28 días.

Con los datos de coliformes fecales y DBO5 de la materia prima y del producto se obtuvo la cinética de variación de CF y de DBO5 con lo cual se rediseñó el biodigestor con un tiempo de retención mayor.

PALABRAS CLAVE

Biodigestor, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, biol, biogás, cinética, anaerobio.

ABSTRACT

The objective of this work is to operate and redesign an experimental tubular polyethylene biodigester laboratory scale, and follow up on its operation, so that it is verified if the product obtained meets environmental standards, and perform the redesign to obtain a product that contains maximum values of fecal coliforms of 1000 NMP / 100ml and biochemical oxygen demand BOD5 of 80 mg / l, which are the permissible limit values for liquid discharges according to Law No. 1333, Environment Law.

The biodigester studied is a polyethylene cylinder with inlet pipes, liquid outlet and biogas conduction fed by a mixture of water and cow dung from a small barn in the community of Rancho in the Municipality of San Lorenzo. It was built and installed in the Unit Operations Laboratory of the UAJMS with a volume of 10,535 liters (occupied by 70% liquid volume and 30% biogas). The daily load was carried out on the biodigester and data was collected during a period of 115 days, and the biogas produced was vented out of the Laboratory and the biol obtained had a concentration of fecal

coliforms of $2.4E + 03$ NMP / 100ml and BOD5 of 495 mg / l, in a time equal to 52 days without counting the pre-conditioning stage of 28 days. With the fecal coliform and BOD5 data of the raw material and the product, the kinetics of CF and BOD5 variation were obtained, which redesigned the biodigester with a longer retention time.

PALABRAS CLAVE

Biodigester, cinética anaerobia, producción de fertilizante BIOL, Biogás.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones de operación del biodigester estudiado, se basa en el proceso de digestión anaerobia que es la degradación de la materia orgánica realizada por bacterias anaerobias. El Biodigester puede ser utilizado con diferentes fines ya sea para obtener combustible (biogás), fertilizante (biol, biosol) o tratamiento de residuos como los domésticos y agrícolas (Quipuzco Ushñahua, Baldeón Quispe, & Tang Cruz, 2011).

A lo largo de la historia los países que más la han desarrollado son Alemania, China e India por ejemplo en India se ha utilizado en el 1900 el biogás en un motor, en el 1923 se ha distribuido biogás por la red pública y entre China e India ya para el 1986 se tenían más de 7,5 millones de biodigestores construidos y operando en el sector campesino (Taylhardat, 1986).

En Bolivia esta tecnología no es muy difundida, pero existen proyectos a cargo de instituciones como la Cooperación Alemana (GIZ, GTZ), Hivos, CIMNE (UMSA) siendo la mayoría de los biodigestores de polietileno tubular por su bajo costo y fácil operación (Martí Herrero, 2008).

La crianza de animales en el departamento como chanchos, vacas y pollos generan focos de contaminación ya que no hay tratamiento para los desechos pues la cantidad de heces vertidas es

importante, más aún cuando se trata de gran número de animales.

Por lo que la tecnología de los biodigestores es una alternativa para el tratamiento de estos desechos.

En el 2014 se ha instalado un biodigester de polietileno tubular (trabajo conjunto RASP, Hivos y UAJMS), el primero en su tipo la finca Huayrihuana (comunidad Barrientos, provincia José María Avilés del departamento de Tarija); en tal sentido se hace necesario un estudio propio, con financiamiento de la RASP, que respalde esta tecnología de manera que se adecúe a las necesidades y requerimientos de otras fincas para su implementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para la construcción del biodigester fueron:

- Polietileno transparente de 250 y 200 μ m.
- Poxipol, sellarrosas de tubería, cinta adhesiva fuerte.
- Tubería de PVC de $\frac{1}{2}$, 1 y 2 pulg.
- Bridas de $\frac{3}{4}$ in, de $\frac{1}{2}$ pulg y accesorios de tubería como niples, cupla unión universal, T.
- 2 Botellas de soda de dos litros.
- 5 láminas de Plastoform.
- Válvula metálica de $\frac{1}{2}$ in, 2 de PVC de $\frac{1}{2}$ pulg y 1 de PVC de $\frac{3}{4}$ pulg.
- Liga de neumático, alambre de amarre.
- Virulana, cinta teflón, papel aluminio.
- Foco de 100 Watt, dos enchufes, dos sockets, cable.
- Trupan, palos de madera.

Para la construcción del biodigester tubular experimental se siguieron los siguientes pasos:

- Se cortó polietileno doble de 120 cm de largo y 57 cm de ancho.
- Se puso la brida de ½ pulg en el centro a unos 60 cm de un lado y 15 cm del otro
- Se formó un cilindro de 120 cm de largo uniendo el polietileno con poxipol aplicado a lo largo en un ancho de 8 cm, sella roscas de tubería en posibles orificios y cinta adhesiva fuerte por dentro y por fuera, el poxipol.
- Se colocaron los aros de aluminio a unos 30 cm de los extremos del cilindro.
- Se procedió con las tuberías de entrada y salida colocadas 10 cm por dentro del polietileno asegurando con liga de neumático por encima.
- En la salida se colocó una reducción de 1 pulg a ¾ pulg para colocar la válvula de salida.
- La conducción de biogás para venteo hacia afuera del laboratorio se instaló con tubería de ½ pulg tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Conducción de biogás.



Fuente: Elaboración propia.

- Se armó una caja de plastoformo del tamaño adecuado al biodigestor con poxipol y cinta adhesiva.
- Se colocaron focos por encima del biodigestor y se cubrió todo con polietileno.

Figura 2. Biodigestor de polietileno tubular experimental.



Fuente: Elaboración propia.

Materia prima

La materia prima utilizada para el proceso de digestión anaerobia en el biodigestor fue una mezcla de agua y estiércol vacuno en una proporción de 4:1 respectivamente.

Características del biodigestor experimental

Diseño inicial: se diseñó con las siguientes características:

$$\begin{array}{ll}
 L = 78,30 \text{ cm} & E = 215 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \\
 D = 15,65 \text{ cm} & E_a = 172 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \\
 V = 15,0619 \text{ l} & E_e = 43 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \\
 V_L = 10,5433 \text{ l} & \text{Relación agua: estiércol} = 4:1 \\
 V_G = 4,5186 \text{ l} & C_2 = 3,4\% \\
 t = 49 \text{ día} &
 \end{array}$$

La operación del biodigestor se realizó de la siguiente manera:

Puesta en marcha: una vez construido el equipo se hizo prueba hidráulica llenándolo hasta su volumen de operación con agua por tres días para descartar fugas. Se nivelaron tuberías de entrada y salida.

Recolección de muestra de estiércol: para la operación del biodigestor se recogió estiércol vacuno de El Rancho una vez a la semana por las mañanas.

Primera carga: se prepara la mezcla de alimentación al biodigestor con un volumen de 3,87 l, de manera que las tuberías queden sumergidas.

Figura 3. Primera carga al biodigestor



Fuente: Elaboración propia.

Operación diaria: se preparó los 215 ml de mezcla agitando constantemente, y antes de la carga se midieron los parámetros de control temperatura y pH de la mezcla y del agua.

Figura 4. Carga diaria al biodigestor.



Fuente: Elaboración propia.

Se tomaron las muestras respectivas para el análisis de coliformes fecales, DBO5, Sólidos totales, Sólidos volátiles, N, P y K total; estos análisis se realizaron en el CEANID.

Medición de parámetros en el estiércol: se midió la humedad del estiércol en una balanza de humedad y la densidad se midió indirectamente por desplazamiento de volumen, esto se realizó una vez por semana

Medición de parámetros en el biol:

Posterior a la carga y desde el día 24 el biodigestor empezó a producir biol, el mismo se recibió, midió volumen y los demás parámetros de control como temperatura, densidad, pH con la respectiva frecuencia.

Figura 5. Producción del biol.



Fuente: Elaboración propia.

Se tomaron las muestras para los respectivos análisis en el CEANID de coliformes fecales, DBO5, Sólidos totales, Sólidos volátiles, N, P y K total.

Condiciones de operación: se midió la temperatura ambiente, temperatura en la entrada y en la salida del biodigestor.

La operación del biodigestor y el seguimiento con la medición de parámetros de control y toma de muestras para análisis, se realizó en un tiempo total de 115 días. El control se realizó de lunes a sábado, por las mañanas.

RESULTADOS

Condiciones de operación

Las condiciones de operación determinadas a través del promedio de todas las mediciones realizadas son: la temperatura ambiente, la temperatura en la entrada del biodigestor, temperatura en la salida y la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del biodigestor. Las mismas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Condiciones de operación del biodigestor de polietileno tubular.

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR				
	Tamb (°C)	Tent (°C)	Tsal (°C)	ΔT (°C)
PROMEDIO	21,5	22,7	33,3	10,6
MINIMO	11,8	19,2	25,0	5,8
MÁXIMO	26,0	26,7	36,5	9,8

Fuente: Elaboración propia 2016.

De manera que el biodigestor opera a una temperatura que es el promedio entre la temperatura en la entrada y la temperatura en la salida:

$$T_{BDG} = \frac{22,7 + 33,3}{2} \text{ } ^\circ\text{C} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Caracterización de la materia prima

Las propiedades de las materias primas se han determinado a través del promedio de las mediciones realizadas durante el tiempo de retención estudiado.

En el estiércol las propiedades fisicoquímicas que se han determinado son la humedad y la densidad esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Propiedades del estiércol vacuno.

PROPIEDADES DEL ESTIÉRCOL VACUNO		
	ρ_e	Hm _e
PROMEDIO	0,9728	83,80
MÍNIMO	0,9597	81,38
MÁXIMO	0,9879	85,85

Fuente: Elaboración propia 2016.

Se determinaron además la temperatura y el pH del agua utilizada para mezclar con el estiércol y preparar la mezcla de entrada al biodigestor. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3. Propiedades del agua.

PROPIEDADES DEL AGUA		
	T _a	pH
PROMEDIO	21,9	7,76
MÍNIMO	15,0	6,75
MÁXIMO	25,0	8,68

Fuente: Elaboración propia 2016.

El estiércol preparado es un líquido con alto contenido de sólidos que se ven a simple vista en un vaso, pues sedimentan con rapidez, tiene el olor característico del estiércol vacuno y color marrón oscuro igual al del estiércol.

Las propiedades determinadas de la mezcla de entrada al biodigestor son la temperatura y el pH justo antes de realizar la carga respectiva. Estos resultados se muestran en la siguiente tabla además de los valores mínimo, máximo, la mediana, la moda y la varianza

Tabla 4. Propiedades del estiércol preparado.

ESTIÉRCOL PREPARADO						
	T	pH	ST (mg/l)	SV (mg/l)	CF (NMP/100ml)	DBO ₅ (mg/l)
PROMEDIO	22,0	7,81	23493,75	8089,85	4,43E+09	5252
MÍNIMO	15,2	6,93	15951	2486	2,10E+06	3525
MÁXIMO	25,2	8,30	30149	14669	1,10E+10	7504
MEDIANA	22,8	7,84	2,39E+04	7,60E+03	3,35E+09	4,99E+03
MODA	21	7,95	-	-	-	-
VARIANZA MUESTRAL	4,2493	0,0585	34976906	33309287	2,23E+19	2979088,7

Fuente: Elaboración propia 2016.

Tabla 5. Propiedades del estiércol preparado: N, P y K total.

P (mg/l)	N (mg/l)	K (mg/l)
113	547,8	484,6

Fuente: Elaboración propia 2016.

Caracterización del biol

El biol tiene baja concentración de sólidos pues a la vista se ve como un líquido homogéneo, su color peculiar puede ser igual o más claro que el estiércol preparado y no tiene el olor característico del estiércol y no es desagradable.

En el biol se han determinado las siguientes propiedades fisicoquímicas: temperatura, pH y densidad; las mismas se muestran en la tabla a continuación y también el volumen promedio de biol producido. Además de los valores mínimo, máximo, la mediana y la varianza de las propiedades fisicoquímicas.

Tabla 6. Propiedades del biol: V, T, pH y ρ

BIOL				
	V (ml)	T (°C)	pH	ρ (g/ml)
PROMEDIO	100	32,9	6,95	0,9748
MÍNIMO	5	23	6,62	0,9572
MÁXIMO	300	38,5	7,18	0,9867
MEDIANA	100	33,2	6,935	0,9759
VARIANZA MUESTRAL	50	10,8094	0,0150	0,0001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Propiedades del biol: CF, DBO₅, ST, SV, N, P y K total.

CF (NMP/100ml)	DBO ₅ (mg/l)	ST (mg/l)	SV (mg/l)
2,40E+03	472	3520	2630

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Propiedades del biol: N, P y K.

CF (NMP/100ml)	P (mg/l)	N (mg/l)	K (mg/l)
2,40E+03	24,9	187	255

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, sólidos totales y sólidos volátiles

Siendo los valores iniciales de estiércol preparado y los valores finales del biol los siguientes:

Tabla 9. Coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno del estiércol preparado y del biol

MUESTRA	CF (NMP/100ml)	DBO ₅ (mg/l)
ESTIÉRCOL PREPARADO	4,43E+09	5252
BIOL	2,10E+05	472

Fuente: Elaboración propia 2016.

Tabla 10. Sólidos totales y sólidos volátiles del estiércol preparado y del biol

MUESTRA	ST (mg/l)	SV (mg/l)
ESTIÉRCOL PREPARADO	23493,75	8089,85
BIOL	3520	2630

Fuente: Elaboración propia 2016.

Para el cálculo de la eficiencia de remoción se utilizó la siguiente fórmula para cada caso:

$$\% \eta = \frac{\text{valor inicial} - \text{valor final}}{\text{valor inicial}} \times 100$$

Obteniéndose así los siguientes resultados:

Tabla 11. Eficiencia de remoción de Coliformes fecales, DBO₅, Sólidos totales y Sólidos volátiles.

	Coliformes Fecales, CF	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	Sólidos totales, ST	Sólidos volátiles, SV
% η	99,9953	91,0129	85,0173	67,4901

Fuente: Elaboración propia 2016.

Eficiencia de remoción del contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio total.

De la misma forma se determina la eficiencia de remoción del nitrógeno, fósforo y potasio total, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. Eficiencia de remoción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio Total.

	P (mg/l)	N (mg/l)	K (mg/l)
ESTIÉRCOL PREPARADO	113	547,8	484,6
BIOL	24,9	187	255
% η	77,9646	65,8635	47,3793

Fuente: Elaboración propia 2016.

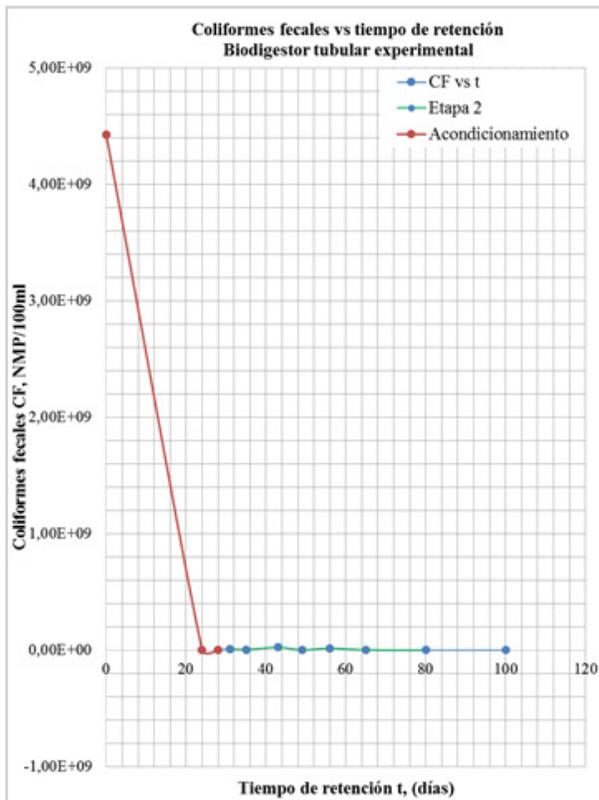
Cinética de la variación de coliformes fecales.

En la operación del biodigestor experimental se ha visto que la concentración de coliformes fecales del producto líquido tuvo una disminución rápida a un inicio, y luego de volver a subir, disminuyó lentamente (Figura III-1).

De manera que se diferencian dos etapas en el proceso para la variación de los coliformes fecales: la primera de disminución rápida, denominada etapa

de acondicionamiento, y la segunda etapa con una disminución lenta.

Figura 6. Gráfica de Coliformes fecales CF en función del tiempo de retención t.

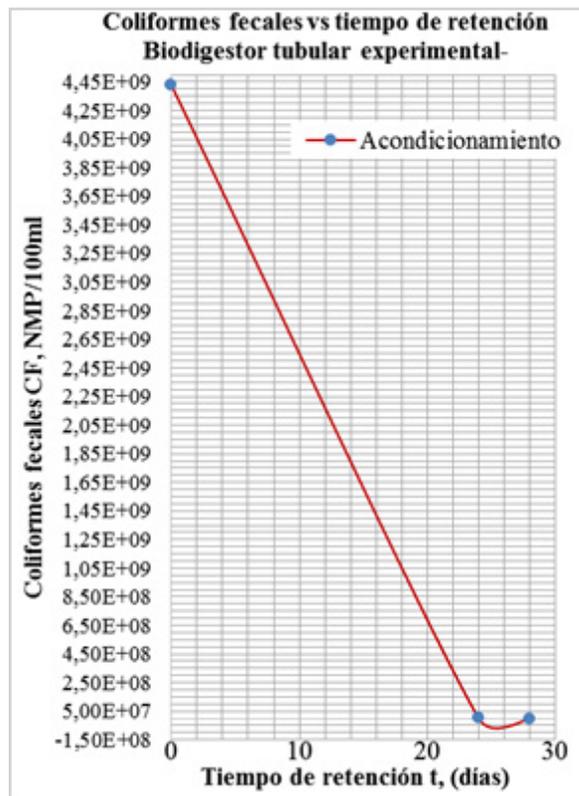


Fuente: Elaboración propia 2016.

De manera que, para describir la variación de coliformes fecales durante el proceso de descomposición en el biodigestor experimental, se calcula dos cinéticas: una para la etapa de acondicionamiento y otra para la segunda etapa de disminución lenta.

Primera etapa: de acondicionamiento, comprende 28 días se tienen tres datos obtenidos de los análisis que se grafican a continuación:

Figura 7. Coliformes fecales CF en función del tiempo de retención t - Primera etapa.



Fuente: Elaboración propia 2016.

El cálculo de la cinética se realizó mediante el método numérico de los tres punto para lo cual se hace un ajuste gráfico de la curva para leer datos de manera que se tenga intervalos constantes entre cada valor del eje de tiempo de retención.

Se calcularon las pendientes medias en cada punto con el método de los tres puntos, y luego el ln de la concentración de coliformes fecales y de la pendiente media. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Logaritmo natural de CF y la pendiente media- Primera etapa.

ln(CF)	22,210655	21,947041	21,639557	21,266881	20,787804	20,009916	19,198986	7,9373747
ln(-d(CF)/dt)	19,421577	19,298165	19,160638	18,993698	18,834904	18,604737	17,930469	17,679138

Fuente: Elaboración propia 2016.

Se graficaron estos valores, se hizo una regresión lineal y se obtuvo la ecuación de la recta, que por analogía la siguiente ecuación:

$$\ln\left(-\frac{dCF}{dt}\right) = \ln k + n \ln(CF)$$

Se determinaron las constantes k y n, siendo la ecuación cinética para la variación de los coliformes fecales de la primera etapa:

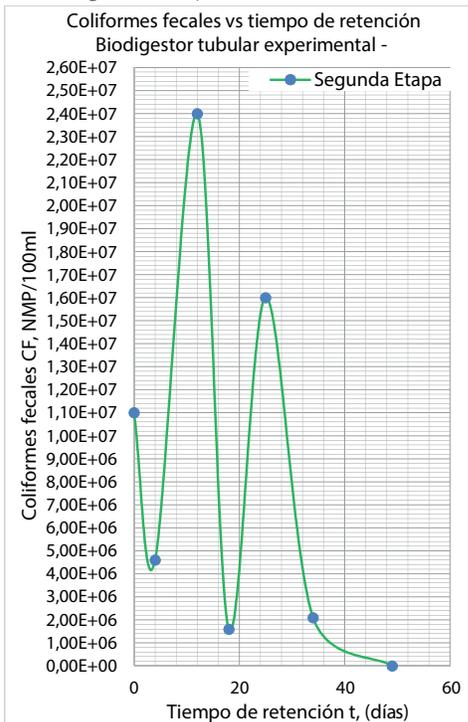
$$(-r_{CF}) = 751,3164992(CF)^{0,109348}$$

La cual está en función de la concentración de coliformes fecales.

Segunda etapa: comprende 49 días se tienen siete datos obtenidos de los análisis ya que el último se desprecia por aumentar nuevamente.

En esta etapa se ha visto que los derrames ocurridos durante la operación del biodigestor afectaron el producto aumentando la concentración de coliformes fecales CF, esto se puede ver en la Figura III-3 donde se ven claramente los picos en los días 12 y 25.

Figura 8. Coliformes fecales vs tiempo de retención - Segunda etapa.



Fuente: Elaboración propia 2016.

Se calcularon las pendientes medias en cada punto con el método de los tres puntos, y luego el ln de la concentración de coliformes fecales y de la pendiente media. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Logaritmo natural de CF y la pendiente media - Segunda etapa.

ln(CF)	ln(-d(CF)/dt)
16,213406	14,235747
15,050255	12,993921
14,539429	11,837852
14,087444	11,266065
13,607871	10,934912
13,057825	10,617618
12,206073	10,409498
7,783224	10,049596

Fuente: Elaboración propia 2016.

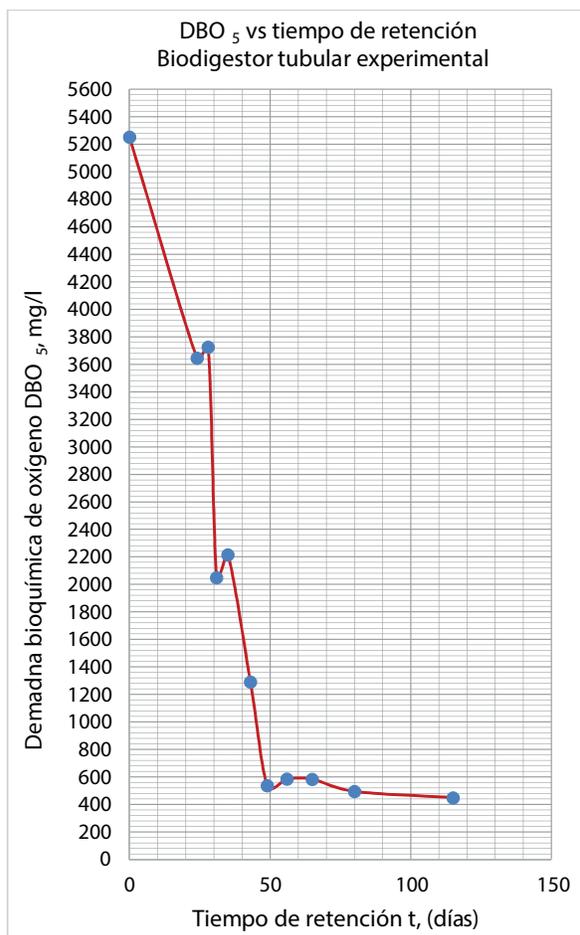
Se graficaron estos valores, se hizo una regresión lineal y se obtuvo la ecuación de la recta, que por analogía se determinaron las constantes k y n, siendo la ecuación cinética para la variación de los coliformes fecales de la primera etapa:

$$(-r_{CF}) = 291,132357(CF)^{0,440703}$$

La cual está en función de la concentración de coliformes fecales.

Cinética de la variación de la demanda bioquímica de oxígeno.

Los valores obtenidos de DBO5 hasta el día 80 disminuyeron de forma uniforme (Figura 9) y a diferencia de los coliformes fecales no se aprecian dos etapas. Lo cual indica que, si bien los CF y la DBO5 disminuyen, no lo hacen con la misma tendencia ni en la misma proporción.

Figura 9. Demanda bioquímica de oxígeno DBO₅ en función del tiempo de retención t.

Fuente: Elaboración propia 2016.

De igual manera se calculó la cinética se realizó mediante el método numérico de los tres puntos para lo cual se hace un ajuste gráfico de la curva anterior para leer datos de manera que se tenga intervalos constantes entre cada valor del eje de tiempo de retención.

Se calcularon las pendientes medias en cada punto con el método de los tres puntos, y luego el ln de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno y de la pendiente media. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15. Logaritmo natural de DBO₅ y la pendiente media.

ln(DBO ₅)	ln(-d(DBO ₅)/dt)
8,566364	4,973188
8,343541	4,739367
8,121949	4,554661
7,877257	4,475441
7,592870	4,257523
7,313922	4,032190
6,984859	3,744455
6,713984	3,290857
6,442050	2,922869
6,269679	1,992539

Fuente: Elaboración propia. 2016.

Se graficaron estos valores, se hizo una regresión lineal y se obtuvo la ecuación de la recta, que por analogía se determinaron las constantes k y n, siendo la ecuación cinética para la variación de la demanda bioquímica de oxígeno:

$$(-r_{DBO_5}) = 0,014787(DBO_5)^{1,092912}$$

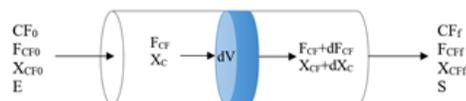
La cual está en función de la demanda bioquímica de oxígeno:

REDISEÑO DEL BIODIGESTOR EXPERIMENTAL

Cálculo del tiempo de retención

El biodigestor experimental corresponde a un reactor de flujo pistón en fase líquida debido a que la cantidad de coliformes fecales varía a lo largo del biodigestor desde la entrada hasta la salida.

Figura 9. Esquema biodigestor experimental como un reactor de flujo pistón.



Fuente: Elaboración propia. 2016.

Se realiza el balance de materia que resulta en la siguiente ecuación:

$$F_{CF_0} dX_{CF} = (-r_{CF}) dV$$

Con el balance de materia, la cinética de variación de coliformes fecales (segunda etapa) y tomando como límite el valor permisible de 100 NMP/100ml de CF se calculó el tiempo de retención dando como resultado 53 días. De igual manera se hizo el cálculo en función de la DBO5 dando como resultado 156 días; al ser este último tiempo muy extenso que podría atribuirse a los incidentes suscitados durante la operación del biodigestor se elige el tiempo de retención de 53 días.

El volumen recalculado para un caudal alimentado de 215 ml/día, es de 16,30 litros.

DISCUSIÓN

Se logró realizar un seguimiento a la operación del biodigestor en un tiempo total de 115 días.

El biodigestor opera a una temperatura ambiente media de 21,5 °C siendo el promedio entre la temperatura en la entrada y salida del biodigestor de 28 °C la cual es una temperatura termófila.

Se han determinado las propiedades de la materia prima, tanto del agua como del estiércol y la mezcla alimentada al biodigestor. La densidad del estiércol es 0,9728 y la humedad de 83,8 %.

El estiércol preparado tiene 4,43+09 NMP/100 ml de CF y 5252 mg/l de DBO5.

Se caracterizó el biol, éste tiene 2,40 E+03 NMP/100ml y 472 de DBO5 y no cumple con la ley del medio ambiente por lo que se tiene que diluir al 15 % para cumplir con la ley del medio ambiente.

Se logró una remoción importante del coliformes fecales, DBO5, ST y SV alcanzándose 99,99 %, 91,01 %, 85,02 % y 67,5 % respectivamente.

Se logró determinar la cinética de variación de los coliformes fecales y de la demanda bioquímica de

oxígeno y se rediseñó el biodigestor dando un tiempo de retención de 53 días al que se debe sumar la primera etapa de acondicionamiento hasta que el biodigestor alcance su volumen líquido de operación.

Con este rediseño se obtendría un producto con 100 NMP/100ml de CF y 489,5527 mg/l de DBO5. Debido a que no se pudo cumplir con el límite de DBO5 se recomienda una dilución mínima de 15 %, un tratamiento posterior entre los que podrían ser un biodigestor en serie, calor, procesos fotocatalíticos.

Se debe realizar un mantenimiento continuo de manera que se eviten posibles problemas como fugas o derrames.

Es importante tomar medidas de seguridad en cuanto a la operación, guantes, barbijo y la limpieza después de la operación del biodigestor siendo esto importante para evitar posibles enfermedades por contacto con estiércol.

BIBLIOGRAFÍA

1. Campos, V. M. (2010). Análisis de los resultados de un diseño factorial. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
2. Durán, D., & Lara, A. (1994). Convivir en la tierra. Buenos Aires.
3. Ferrero, J. M. (1974). Depuración Biológica del agua.
4. Guevara Vera, A. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
5. Hilbert, J. A. (2011). Manual para la Producción de Biogás. Argentina.
6. Lara, E., & Hidalgo, M. B. (2011). Diseño de un Biorreactor y Conducción del biogás generado por

- las excretas de ganado vacuno, estación TUNSHI-ESPOCH. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias.
7. Levenspiel, O. (1987). Ingeniería de las reacciones químicas. México, D. F., México: Ediciones REPLA, S. A.
 8. Márquez, K. (2005). Estudio del tratamiento de lodos provenientes de pisciculturas mediante un sistema de digestión anaerobio. Temuco: Universidad Católica de Temuco.
 9. Martí Herrero, J. (2008). Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. La Paz.
 10. Martí Herrero, J., Acosta Bedoya, F., & Gonzales, L. (2013). Plan Nacional de Biodigestores de Bolivia. La Paz: Hivos. SNV. Soluciones Prácticas. CIMNE.
 11. Martí, J. (2008). Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. La Paz.
 12. Mejía Sánchez, G. M. (1996). Digestión anaerobia. Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
 13. Moreno, J. (1988). Diseño y construcción de un almacenador de biogás en concreto armado y formulación del programa de computación para el cálculo geométrico de digestores chinos. Maracay: Tesis de Grado, Facultad de Agronomía U. C. V.
 14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (27 de Abril de 2014). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Obtenido de http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcp-par-3303/Biodigestor.ppt
 15. Quipezco Ushñahua, L., Baldeón Quispe, W., & Tang Cruz, O. (2011). Evaluación de la calidad de biogás mezclas de estiércol de vaca en biol de PVC. RIIGEO, 100-104.
 16. Roos, K. F., Martin, J. B., & Moser, M. A. (2004). A manual for developing Biogas Systems at Commercial Farms in the United States.
 17. Rueda Salgado, P. D. (Mayo de 2013). Estudio de prefactibilidad para el manejo de los desechos orgánicos del Galápagos Science Center. Tesis de grado. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias e Ingeniería.
 18. Tayhaldart, L. (1986). El Biogás. Fundamentos e infraestructura rural. Maracay: Instituto de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía U. C. V.
 19. Veen, M., Martí Herrero, J., Acosta Bedoya, F., & Ameller Terrazas, G. (2012). Estudio de factibilidad para un programa nacional de biogás doméstico en Bolivia. La Paz: SNV, Soluciones Prácticas y CIMNE.
 20. Viquez Arias, J. A. (2010). Generación eléctrica con biogás. ECAG Informa, 13-19.
 21. ZORG BIOGÁS. (2 de Abril de 2007). ZORG BIOGÁS. Obtenido de <http://www.zorg-biogas.com/biogas-plants/biogas-out?lang=es>

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD ALTIMÉTRICA DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN y SU APLICACIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA

ESCALANTE ÁLVAREZ ADELAIDA EVELYN¹

¹ Docente del Dpto. de Topografía y Vías de Comunicación - Carrera de Ingeniería Civil- Facultad de Ciencias y Tecnología -UAJMS

Correo electrónico: evita697@gmail.com

RESUMEN

El conocimiento del factor topográfico es un insumo básico para comprender gran parte de los procesos ocurridos en la superficie de la tierra. Las crecientes necesidades de contar con datos de elevación con una baja demanda de tiempo, procesamiento y a un costo accesible, ha incentivado el desarrollo de diversas plataformas satelitales destinadas a generar información de la superficie terrestre en forma de Modelos Digitales de Elevación (MDEs).

Sin embargo, a pesar de que los rangos de precisión altimétrica están descritos en cada fuente es importante evaluar y validar a nivel regional para su aplicación en campos de la Geomorfometría u otro relacionado al tema de interés. En el caso del presente trabajo, hace énfasis en la aplicación del índice de posición topográfica y su variación en su determinación en función de la evaluación altimétrica de los MDEs ASTER y MDE Cartografía obtenidos por sensores remotos, tomando como base el MDE generado por un levantamiento topográfico y puntos de posicionamiento diferencial (GPS) con altitudes geométricas.

Los resultados del estudio, indican que existen un error altitudinal promedio de 8.97 metros para la zona de Carlazo, y de 8.5 metros para la zona de Junacas entre el MDE Mensura Directa y los MDE's generados de sensores remotos como ser MDE ASTER y MDE Cartografía, el RMSE promedio para el MDE ASTER es de 7.48 encontrándose dentro de los

limites admisibles, El RSME promedio para el MDE Cartografía es de 15.32 lo cual no es permisible según Hara y Tokunaga, se puede observar que los MDE's evaluados presenta una buena correspondencia con el MDE base, es por esta razón que se recomienda el uso de los MDE's ASTER y MDE Cartografía, para estudios geomorfométricos a escalas pequeñas.

PALABRAS CLAVES

MDE, Cartografía, ASTER, Índice de Posición Topográfica (TPI), evaluación

ABSTRACT

The knowledge of the topographic factor is a basic input to understand a large part of the processes occurring on the surface of the earth. The growing needs of having elevation data with a low demand for time, processing and at an accessible cost, has encouraged the development of various satellite platforms designed to generate information from the Earth's surface in the form of Digital Elevation Models (MDEs). Although altimetric accuracy ranges are described in each source, it is important to evaluate and validate at the regional level for its application in Geomorphometry fields or another related to the topic of interest. In the case of the present work, it emphasizes the application of the topographic position index and its variation in its determination based on the altimetric evaluation of the ASD and MDE MDS Cartography obtained by remote sensors, based on the MDE generated by a survey topographic and differential

positioning points (GPS) with geometric altitudes. The results indicate that there is an average altitude error of 8.97 meters for the Carlazo area, and 8.5 meters for the Junacas zone between the Direct Measurement MDE and the MDEs generated by remote sensors such as MDE ASTER and MDE Cartography, the RMSE for the ASDE MDE is of 7.48 being within the admissible limits, The average RSME for the MDE Cartography is 15.32 meters, not permissible according to Hara and Tokunaga, it is for this reason that the use of ASTER MED's is recommended at little scales.

KEYWORDS

MDE, Cartography, ASTER, Topographic Position Index (TPI), evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de los modelos digitales de elevación MDE, se han convertido como piedras angulares en la mayoría de los estudios relacionados con las ciencias de la tierra, donde el MDE, representa a la superficie topográfica, que es el factor principal para determinar la distribución espacial, por lo tanto los cálculos aproximados para las variables en la geomorfometría depende de su resolución espacial y la exactitud vertical.

La exactitud vertical de un MDE difiere de los niveles de referencia altitudinal al cual han sido generados, un ejemplo son los MDE/SRTM, generado en función de un datum geocéntrico y que su nivel de referencia altitudinal será el elipsoide, siendo los valores altimétricos elipsoidales, sin embargo el GMDE/ASTER los valores altimétricos derivados de este sensor toma como nivel de referencia el Geoid EGM-96 es decir un datum global y las alturas serán ortométricas, diferencia marcada entre el SRTM/ASTER, pero también existen modelos digitales derivados de la cartografía convencional, donde los valores altimétricos se refieren a un datum vertical pero local, si bien ambos modelos ASTER/

CARTOGRAFIA tienen un factor común la altura, estos valores difieren entre sí.

Otro factor importante que hay que tomar en cuenta es la geomorfometría, que trata del análisis cuantitativo de la superficie de la tierra a través de datos de elevación, generándonos variables muy importantes como el índice de posición topográfica.

Al estar directamente correlacionada con el dato altimétrico, se considera a esta variable importante para la investigación de la evaluación de la exactitud altimétrica de los MDE/Aster y MDE/Curvas en función de MDE/Mensura Directa y cuantificar el grado de influencia que existe en la generación Índice de posición topográfica (TPI).

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la exactitud altimétrica de los Modelos Digitales de Elevación MDE Aster/ MDE-Curvas por medio de un MDE- Mensura directa para la determinación del índice de posición topográfica TPI.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la exactitud altimétrica de los modelos de elevación digital GMDE/ASTER /MDE/Curvas mediante comparación con un MDE/Mensura directa.
- Determinar el Índice de Posición Topográfica (TPI) mediante la aplicación del MDE con mayor exactitud.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de los MED's se utilizaron dos fuentes principales, el MDE ASTER con un nivel de corrección 1A, y una resolución de 1 arco segundo (30 metros), curvas de nivel digitalizadas de la carta topográfica 6629-I y 6729-IV a escala 1:50 000 del Instituto Geográfico Militar.

Una cota fija (BMs), Puntos de control geodésico (GPS Diferencial) y Levantamiento topográfico de primer orden con altura geométrica.

Figura 1. Triangulaciones geodésicas Junacas, Elaboración propia



Figura 2. Triangulaciones geodésicas .CM-190, Elaboración propia



Figura 3. Triangulaciones geodésicas Carlazo, Elaboración propia



MDE-CARTOGRAFÍA

Las cartas topográficas utilizadas para la generación del MDE - Cartografía fueron (6629-I y 6729-IV) a escala 1:50 000. Previamente se realizó la transformación del sistema de referencia de PSAD-56 a WGS-84 en sus 7 parámetros método Bursa Wolf posteriormente a lo transformado se realizó la interpolación por el Método Kriging del ArcGIS 10.1

Figura 4. Cartografía Vista. Horizontal, Elaboración propia

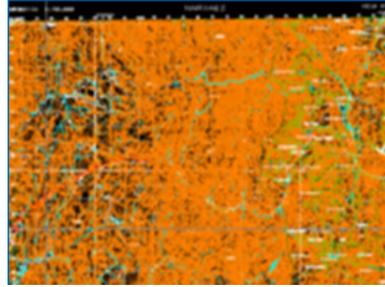


Figura 5. Interpolación Cartografía, Elaboración propia

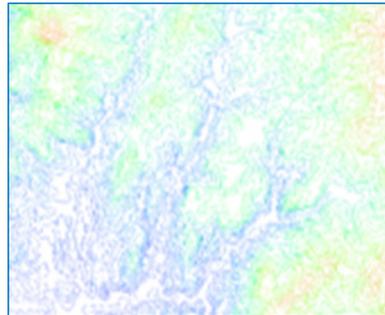
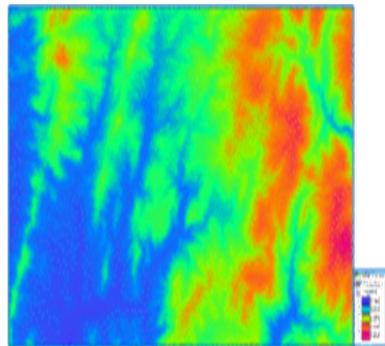


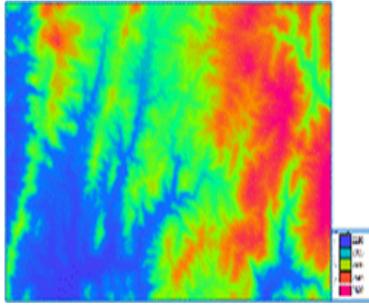
Figura 6. MDEs Cartografía Vista. Horizontal, Elaboración propia



GMDE- ASTER

El modelo digital de elevación MDE ASTER fue obtenido a partir de par de imágenes de nivel 1A, con una resolución de 1 arco-segundo (30 metros), la misma que se le aplicó los coeficientes de corrección radiométrica, geométrica y por el método sombra obteniendo un nivel de corrección 1B.

Figura 7. MDEs ASTER Vista horizontal, Elaboración propia



Valoración de la calidad de los MDEs

Dos factores importantes para determinar la calidad de un MDE, estas son la resolución espacial y la fuente de su generación, siendo está valorada cuantitativamente y cualitativamente. Es saber cuan precisa es la elevación en cada pixel del MDE y como se ajusta a la altura verdadera del terreno, ambos expresados como el RMSE (error medio cuadrático)

Precisión y Exactitud de los MDEs

Los términos anteriores, al que podemos añadir el de calidad, están muy relacionados y no se deben ser confundidos.

- La precisión se refiere a la bondad del método empleado en el cálculo, estimación u observación de unos valores, por tanto la precisión nos informa sobre cuántas cifras de la medida son realmente significativas.
- La exactitud mide la discrepancia entre los valores manejados y los valores reales (a veces desconocidos); esa discrepancia es la medida del error.

FACTORES PRINCIPALES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MDES.

Para analizar el grado de exactitud en la generación de un MDEs es a partir de un conjunto de puntos de control con coordenadas absolutas. Y los factores que generalmente se aplican son:

Error cuadrático medio (RMSE)

La raíz del error medio cuadrático (RMSE), se refiere a elevar al cuadrado el error medio de cada dato, lo que provoca que todos los valores se vuelvan positivos y de esta manera la suma no es cero sino generan una suma de cuadrados que si los divides entre el número de datos generan la varianza que es un indicador de dispersión, pero refleja que tan separados están los datos entre sí o que tan juntos u homogéneos estos son. (Sandoval, 2013) Para su cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_j)^2}{N}}$$

Dónde:

y_i = es el valor de altura del modelo

y_j = es la altura real

N = es el número de pares de valores modelados.

Los resultados también pueden ser expresados de los límites del intervalo de confianza de 95%, según recomendaciones de estimaciones de calidad para datos geoespaciales para dar cuenta de la variabilidad de las estimaciones de estos parámetros.

Error Medio o Bias

El error medio, también llamado Sesgo o Bias, indica la dirección promedio de la desviación de valores observados, pero no puede reflejar la magnitud del error. Mide el error promedio de un número de observaciones encontradas tomando el valor medio de los errores positivos y negativos sin hacer caso de la señal. (Sandoval, 2013).

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_j)}{N}$$

Si Bias > 0, sesgo positivo señala que el valor estimado sobre estima el valor obedecido en promedio

- Si Bias < 0, sesgo negativo corresponde a una subestimación del valor promedio.

Error medio absoluto (MAE)

El error medio absoluto, mide la magnitud promedio de los errores de un set de valores estimados, sin considerar su dirección. El error medio absoluto es una puntuación lineal que quiere decir que todas las diferencias individuales tienen el mismo peso en función al promedio. (Sandoval, 2013)

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |y_i - y_j|}{N}$$

Prueba chi-cuadrado

La prueba de Chi-cuadrado mide la discrepancia entre una distribución observada y la estimada (bondad de ajuste), indicando en qué medida las diferencias existentes entre ambas, se deben al azar. (Sandoval, 2013), La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

- Cuanto mayor sea el valor de χ^2 , menos verosímil es que la hipótesis sea correcta.
- Cuanto más se aproxima a cero el valor de chi-cuadrado, más ajustadas están ambas distribuciones.

Coefficiente de correlación de Pearson.

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. El cálculo del coeficiente de correlación lineal se realiza dividiendo la covarianza por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Siendo:

- σ_{XY} la covarianza de (X,Y)
- σ_X y σ_Y las desviaciones típicas de las distribuciones marginales.

Error Altitudinal Vertical (v)

Es la medida de observación que analiza la diferencia de valores de elevación en valor absoluto entre el MDE base y el MDE evaluado, los desvíos representan donde existe en los MDE's diferencias de cotas del terreno, otras literaturas consideran a este error como MAE (Error medio absoluto)

$$\Delta v = |Elev_{DEMi} - Elev_{DEM_{eval}}|$$

PROCESO DE OPERACIONES PARA DETERMINAR EL PARÁMETRO MORFOMÉTRICO DEL TPI (ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA)

La metodología para este análisis se derivó de los MDE's del ASTER y MDE- Cartografía los cuales se procesó en el programa ArcGIS 10.1 para obtener el parámetro de posición topográfica TPI necesario en la aplicación y evaluación de parámetros morfológicos en la zona de estudio el módulo que se utilizó fue el Land Facet Corridor Tools/Topographic Position Index/ Calculate TPI Raster, que tiene un orden secuencial para poder extraer el Índice de Posición Topográfica. La cual se muestra en el siguiente cuadro.

Id	Tipo de Parámetro / Fuente	Descripción del parámetro / Ecuación	Variable del parámetro	Definición operacional
1	Terrain Processing /MDE Manipulation	Fill Sinks	MDE original	Remueve las depresiones locales que tiene un MDE
2	Parametro Morfometrico	Topographic Position Index(Land Facet Corridor Tools)	MDE Fill	Esta extension calcula el Índice de Posición Topográfica (TPI) de modelos de elevación

Tabla 1. Proceso de determinación del TPI Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Estadístico de los MDEs con distintas fuentes

Para el análisis estadístico se evaluó en primera instancia los MDE's del ASTER y MDE/Cartografía considerando como MDE base el generado por el levantamiento topográfico debido a que este presenta menor error. (Modelo que cumple con normas estándares de calidad de primer orden)

Principalmente se procedió a realizar una evaluación con el MDE generado por el levantamiento topográfico en dos áreas principales Junacas y Carlazo la zona para el análisis considera un ancho de 400m a partir del eje central por una longitud de 17.50 km para Junacas y de 19.75 km para Carlazo, para ello se determinó puntos de control Geodésico y su correspondiente nivelación geométrica a partir de una cota fija gravimétrica (BM) en este caso el VR_15, como segunda evaluación se consideraron 44 puntos de posicionamiento Diferencial (GPS) en las, 2 zonas de estudio y se procedió a realizar la comparación de los valores de altura para determinar su exactitud en metros, posteriormente se realizó la comparación con las fuentes de evaluación.

MDES Generados y Analizados

Se generaron dos MDEs, la primera determinada por mensura directa (MDE/ 1), y la segunda por cartografía (MDE/2), realizando la evaluación correspondiente con el MED/ASTER (3), mediante la cual se puede representar la diferencia altitudinal del área de estudio, se puede apreciar que los patrones altitudinales son similares, sin embargo más adelante podremos darnos cuenta que existe variabilidad en cuanto al rango altitudinal.

La variación en la altitud del MDE 1 con el MDE 2 y MDE 3 se debe a tres factores principales como la digitalización de las curvas de nivel y su proceso de

transformación de sistema de referencia y la distancia horizontal que existe en cada intervalo de cada curva.

Figura 8. MDEs (Aster - Junacas, Elaboración propia

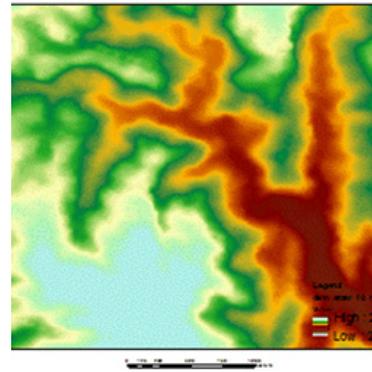


Figura 9. MDEs (Cartografía Junacas, Elaboración propia

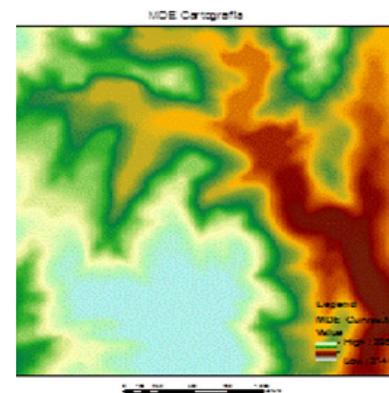
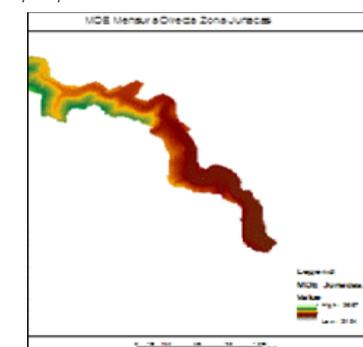


Figura 10. MDEs Mensura Directa Junacas, Elaboración propia



Y de la misma manera para la zona de Carlazo.

Figura 11. MDEs Aster - Carlazo, Elaboración propia

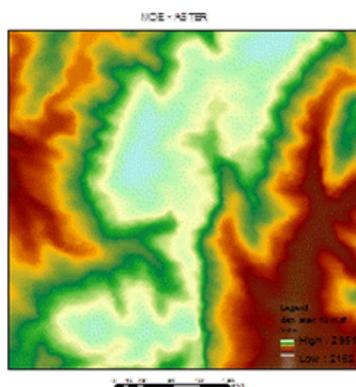


Figura 13. MDEs (Mensura Directa Carlazo) Elaboración propia

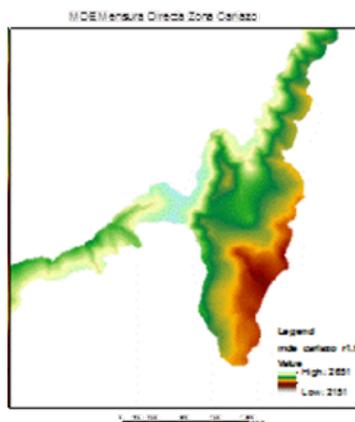
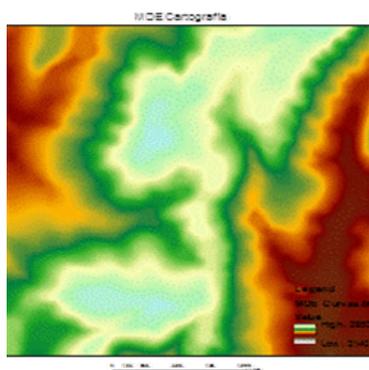


Figura 12. MDEs Cartografía - Carlazo, Elaboración propia



Análisis de calidad de los MDEs.

Para los resultados estadísticos de los MDEs, se tuvo en cuenta los valores y rangos que presentan para un análisis estadístico. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Cuadro estadístico de los MDEs Fuente: Elaboración propia

Tabla Estadística de los MDEs		
	Cartografía MDE (2)	Áster MDE (3)
Rows	934	934
Cols	1485	1485
Mean	2434.767346	2436.71745
Std dev.	151.1556597	145.89
N values	65535	65542
Min	2140	2152
Max	2980	2951

Tabla 3. Cuadro estadístico de los MDEs Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ERROR MDE CARTOGRAFÍA vs MDE ASTER									
FUENTE		MDE ASTER				MDE CARTOGRAFIA			
INDICADOR ESTADÍSTICO	Nº PUNTOS	RMSE	BIAS	MAE	CHI 2	RMSE	BIAS	MAE	CHI 2
Carlazo	185	10.043	6.513	7.889	7.195	22.147	4.051	18.066	34.312
Junacas	174	8.873	4.142	7.101	5.696	12.831	-3.306	9.938	11.906

Figura 14. Mensura Directa Carlazo-Junacas
Elaboración propia

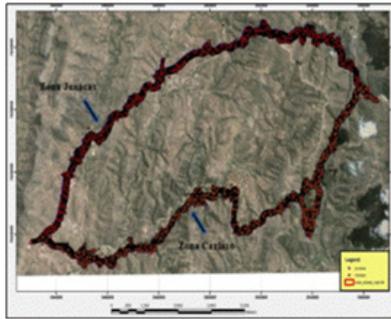


Figura 17. Gráfico de Dispersión Puntos de la zona (Junacas) MDEASTER y MDE Mensura Directa Elaboración propia

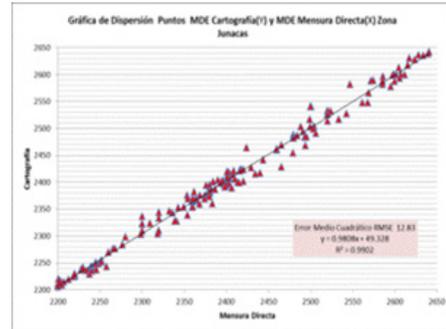


Figura 15. Gráfico de Dispersión Puntos de la zona (Carlazo) MDE Cartografía y MDE Mensura Directa Elaboración propia

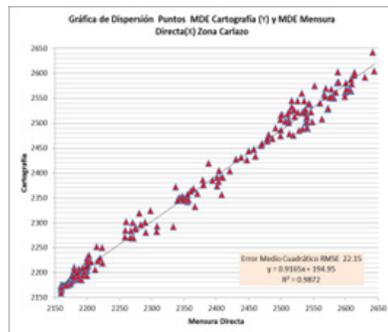


Figura 18. Gráfico de Dispersión Puntos de la zona (Junacas) MDEASTER y MDE Mensura Directa Elaboración propia

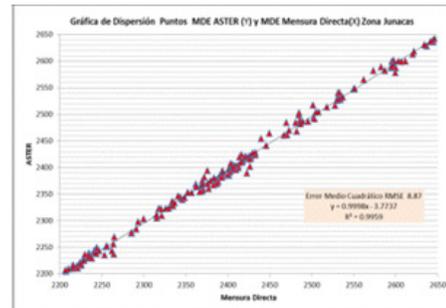
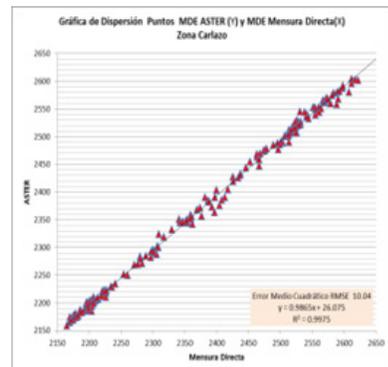


Figura 16. Gráfico de Dispersión Puntos de la zona (Carlazo) MDEASTER y MDE Mensura Directa Elaboración propia



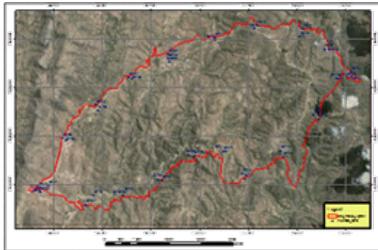
En la segunda evaluación se realizó la observación de (44 puntos de posicionamiento GPS Diferencial) para la zona Carlazo y Junacas.

Tabla 4. Cuadro estadístico de los MDEs ASTER/Cartografía en base a puntos de Control :
Elaboración propia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ERROR MDE CARTOGRAFÍA vs MDE ASTER									
FUENTE		MDE ASTER				MDE CARTOGRAFIA			
INDICADOR ESTADÍSTICO	Nº PUNTOS	RMSE	BIAS	MAE	CHI 2	RMSE	BIAS	MAE	CHI 2
Puntos GPS	44	3.189	-0.295	1.268	0.715	10.977	-2.650	4.191	8.577

Los resultados muestran que, con relación a la calidad, se observa que el MDE/ASTER presenta mejores resultados de ajuste con los datos del terreno que el MDE Cartografía, que según S.Hara y Tokunaga et al.(37) es $\pm 12m$, estos estarían dentro de lo establecido.

Figura 19. Distribución de Puntos de Control Geodésico Diferencial Carlazo y Junacas): Elaboración propia



La comparación de los MDE evaluados, son.

Figura 20. Gráfico de Dispersión Puntos GPS de la zona (Carlazo y Junacas entre MDE ASTER Y MDE MENSURA DIRECTA):

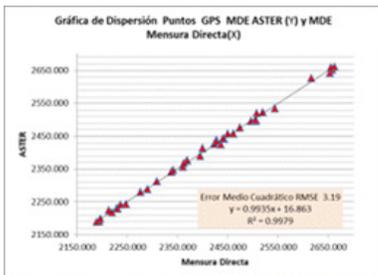
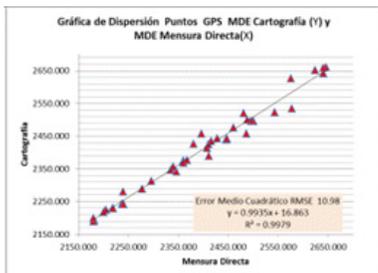


Figura 21. Gráfico de Dispersión Puntos GPS de la zona (Carlazo y Junacas entre MDE M.DIRECTA y MDE CARTOGRAFIA)



Perfiles longitudinales de diferencia de altitud y Caracterización Morfométrica de la zona de estudio

En la zona de Junacas vemos que el MDE en base a Cartografía tiene menor diferencia con el MED Mensura directa, pero a la conformación de una

geoforma característica (crestas) el error se incrementa, sin embargo el ASTER reduce el error altitudinal presentando mayor sinuosidad mostrando mayor detalle en lo que es la variabilidad geomorfológica previa validación de campo de la geomorfología.

Figura 22. Perfiles Longitudinales MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)

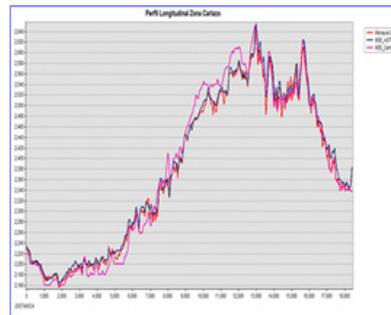
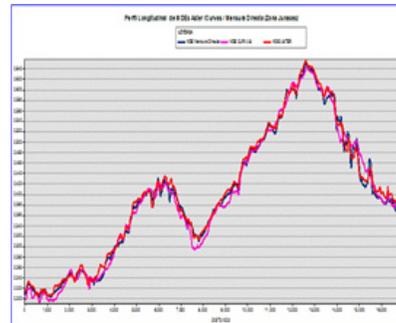


Figura 23. Perfiles Longitudinales MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Junacas)



Extracción del parámetro de Índice de Posición Topográfica (TPI)

Para finalizar se mostrara énfasis a la determinación del parámetro (TPI) mediante la aplicación de la extensión Land Facet Corridor Tools del ArcGIS 10.0 se calcularon los valores para cada MDE mostrando una diferencia visual entre cada MDEs. Como muestra la tabla estadística de los TPIs.

Tabla 5. Cuadro estadístico del parámetro de Índice de Posición Topográfica Elaboración propia

Tabla Estadística de los TPIs				
	Aster	Cartografía	MD_2000 Carlazo	MD_2000 Junacas
Rows	934	934	934	1243
Cols	1485	1485	1485	692
Mean	-0.0152	0.001	-0.0555	-0.0026
Std dev.	0.8657	0.9995	0.8029	0.8512
Min	2.1508	-2.8248	-2.3151	-5.3530
Max	4.4709	4.4513	2.7188	7.7327

Análisis gráfico de los resultados del Índice de Posición Topográfica (TPI) Zona Junacas.

Figura 24. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Junacas)

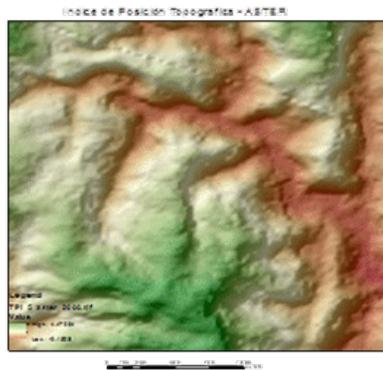


Figura 25. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Junacas)

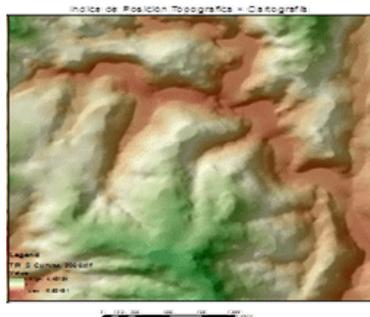
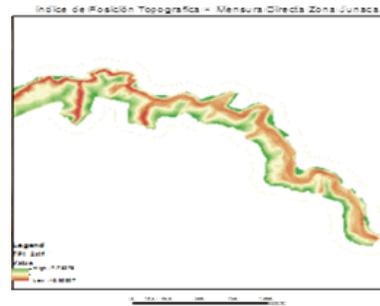


Figura 26. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Junacas)



Análisis gráfico de los resultados del Índice de Posición Topográfica (TPI) Zona Carlazo

Figura 27. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)

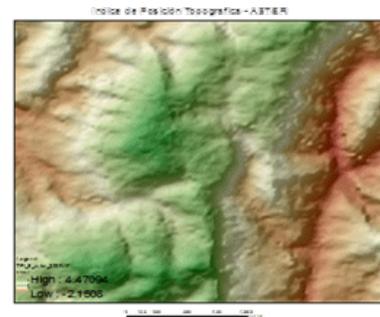


Figura 28. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)

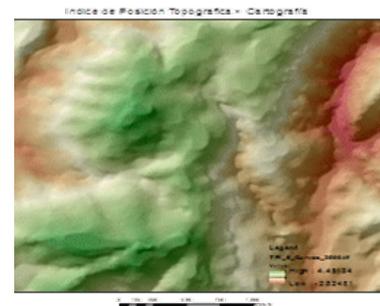


Figura 29. Análisis Grafico del TPI del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)

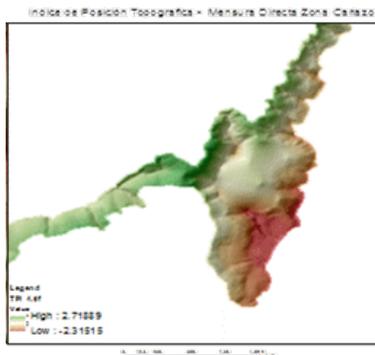


Figura 30. Análisis Grafico del TPI Categorizado del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)

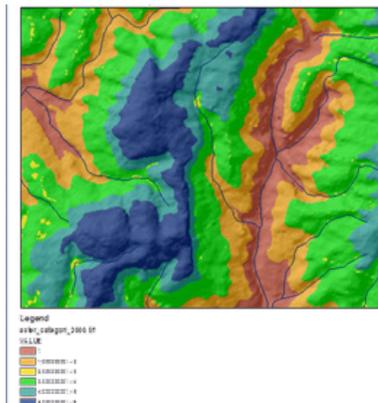
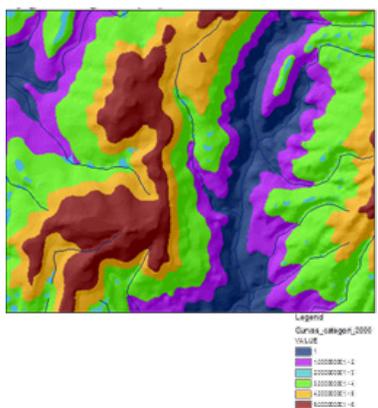


Figura 31. Análisis Grafico del TPI Categorizado del MDEs Aster MDE Cartografía MDE Mensura Directa Carlazo)



CONCLUSIONES

Los modelos de elevación digital, el GMDE del ASTER y MDE Cartografía tienen coeficientes de correlación altos que sobrepasan valores de 0.98, lo cual indica que los MDE's obtenidos por sensores remotos tienen una relación lineal directa versus los valores derivados de instrumentos topográficos.

Si se hace una comparación visual, se puede observar claramente que ambos MED's, tanto el de Cartografía como el ASTER se ajustan a las características topografías del área de estudio; sin embargo para el caso del MDE Cartografía en la zona Carlazo el RMSE es de 22.15 m. y está fuera de los rangos teóricos de precisión, esto se puede deber a la existencia de variadas geoformas como serranías de pendiente alta, pero el error es mucho menos en la zona de Junacas con 12.83 m. producto de la topografía homogénea que presenta esta zona y la presencia de crestas de relieve irregular con variaciones de pendiente sobrestimando los valores del MDE Cartografía.

Otro factor que se debe tomar en cuenta es la distancia horizontal que tienen las curvas de nivel que no es de manera constante como la distancia vertical de elevación que es de 20m, esto se debe al cambio de pendiente que tiene la curvas de nivel para determinar la elevación produciendo de esta manera errores en la determinación de la superficie continua sin tomar en cuenta algunas geoformas existentes en la superficie entre esa distancia.

Para el caso del MDE ASTER vemos que claramente en ambas zonas el valor de la elevación ha sido subestimado, para la zona Carlazo se tiene un RMSE de 10.04 m. y para Junacas de 8.87 m. las cuales se encuentran dentro de los rangos teóricos de precisión.

Del análisis espacial, para el caso de la Cartografía casos se puede observar que los mayores errores altitudinales, se presentan en la parte alta de la zona

de Carlazo que llega a los 51 metros, donde se puede observar claramente una topografía accidentada, con formaciones rocosas y pendientes mayores a 70%, sin embargo, en los lugares como Junacas presentan una topografía con pendientes regulares inferiores al 70% el error altitudinal vertical no supera los 25 metros.

En las observaciones de posicionamiento con GPS-Diferencial el resultado del Error Medio Cuadrático RMSE para el ASTER es de 3.19 m para la Cartografía de 10.98 m, que dentro de las especificaciones se considera ± 12 m. como aceptable para paisajes de geofomas variadas como son las serranías de pendiente alta, estando casi al límite en los rangos teóricos de precisión.

En la extracción del parámetro del Índice de Posición Topográfica derivados de los MED's fuente, el ASTER presenta una buena correspondencia con las obtenidas con el MDE base Mensura directa, tanto en la representación de geofomas, sin embargo El MDE Cartografía la correspondencia es sobreestimada por tanto la información generada tanto del MDE ASTER es de gran utilidad para tener una clasificación adecuada y representativa de las geofomas.

Finalmente se puede mencionar que MDE ASTER puede ser utilizado para determinar y estimar parámetros morfométricos a pequeñas escalas y con características topográficas diferentes, debido a que este MDE muestran un comportamiento semejante y las variaciones de la superficies topográficas de mayor elevación y su menor error medio cuadrático RMSE, sin embargo cabe mencionar que el MDE/ ASTER es el que presenta mayor detalle en la variabilidad del terreno debido que sus valores altimétricos son las que menos difieren de la realidad topográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barling, R., Moore, I., Grayson, R. 1994. A quasi-dynamic wetness index for characterizing the spatial distribution of zones of surface saturation and soil water content. *Water Resources Research*.
- Beven K., Kirkby, M. 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Science Bulletin*
- BOSQUE, J. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialp S.A., Madrid, 1992
- Burroughs & McDonnell, P. 1998. *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press. New York.
- Espinoza, A. 2005, *Generación de un Modelo Digital del Terreno con la utilización tesis de Maestría, CLAS - Universidad Mayor San Simón*.
- Felicísimo, A.M., 1994a *Modelos Digitales del Terreno: introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. (Visitado 2013-11-06) <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>.
- Felicísimo, A.M. 1994. Parametric statistical method for error detection in digital elevation models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*.
- Figueredo, H. 2006. *Generación de modelo digital de elevación de tres métodos y su aplicación en las variables topográficas. Tesis Maestría CLAS - Cochabamba. UMSS, 2006*.
- Felicísimo, A. 2005. www.etsimo.uniovi.es.
- Guisan A, SB Weiss & AD Weiss 1999 GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*.
- Tokunaga, M. and S.Hara (1996). "MDE Accuracy Derived from ASTER data" Accessed on lines <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1996/ts10/ts100007pf.htm> in december 2005
- Vásquez J., 2011, *Comparación de Modelos de Elevación Digital*.

TECNOLOGÍA, MORFOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD DE LA VIVIENDA SOCIAL EN UN CONTEXTO CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD PAICHO DE LA PROVINCIA MÉNDEZ DEL MUNICIPIO EL PUENTE DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA

HERNANI QUINTEROS ALDO NINO¹

¹ Docente de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la UAJMS Tarija- Bolivia

Correo electrónico: aldonhq@hotmail.com

RESUMEN

La construcción de viviendas sociales presenta dificultades como la utilización de “materiales locales y no locales” para mejorar las viviendas, las que tienen la limitación de presupuesto para la ejecución de los proyectos de construcción sobre todo en áreas rurales con el propósito de mejorar la calidad de vida de las familias beneficiarias.

Con el objetivo de cumplir con estos propósitos, se han estudiado diferentes alternativas de solucionar estos problemas, de la disminución del déficit habitacional cualitativo mediante la implementación de programas y/o proyectos de mejoramiento, ampliación, mejoramiento más ampliación, o renovación de viviendas, en el marco de la demanda de vivienda social.

Paralelamente a esta problemática en el transcurrir de la evolución y los años de ejecución de estos proyectos se presenta la problemática de la influencia del CAMBIO CLIMÁTICO en la vivienda en los siguientes aspectos:

La *Tecnología*, como son los diferentes sistemas constructivos que van variando y modificándose ya sea por la falta de insumos o materiales como los áridos (piedra arena, ripio), la tierra (arcillosa para un buen adobe), el agua, las vigas o palos de rollizo para los techos, etc., y para solucionar estos problemas se hace uso de tecnologías nocivas al medio ambiente con la explotación inescrupulosa de yacimientos de materias primas.

Lo *Morfológico* la forma de estas viviendas, en el cambio de pendiente de techos, la temperatura de los ambientes varía y se tiene que generar una redistribución de la orientación de los ambientes y cambian la forma de los espacios alrededor de los patios, la ubicación de los espacios de servicio como baños, cocina, almacenaje de agua.

En lo *Funcional* por que la actividad funcional de la familia varía constantemente en razón al uso de patio central como espacio de reunión o encuentro, ahora se prioriza la construcción de más espacios de resguardo o solo descanso.

Este estudio y diálogo con la comunidad de intervención surge como respuesta a dicha limitación, dado que existen diferentes estrategias y técnicas de diseño, construcción y selección del lugar de emplazamiento, y con el diálogo de saberes buscar generar dar respuestas favorables a esta afectación y apoyar mecanismos que promuevan su aplicación a toda la región.

La selección de materiales de bajo nivel de energía cautiva es crucial para garantizar que en todo el ciclo de construcción se reduzca el consumo de energía,

Además, se deben analizar y revisar la reglamentación de forma regular en función de los cambios en las condiciones socioeconómicas y de los avances tecnológicos, esto se debe hacer a medida que se conocen los avances en cuanto a mitigación e impactos del cambio climático.

PALABRAS CLAVE

Tecnologías, morfologías y funciones de la Vivienda Social; técnicas constructivas; deforestación yacimientos de materias primas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En los diferentes proyectos de construcción de viviendas sociales que se han desarrollado desde hace más de treinta años, ya sea con financiamiento exterior ONGs. o del estado, una de las mayores dificultades que ha enfrentado ha sido la utilización de materiales para mejorarla con la limitación de presupuesto para la ejecución de los proyectos de construcción sobre todo en áreas rurales y sobre todo porque muchas familias deben cumplir con contraparte sean estas en efectivo y/o especie, aspecto que limita su acceso a los beneficios que promueven estos proyectos.

Estos casos se presentan por diferentes factores: económicos, sociales (Madres solteras, abandonadas y con muchos hijos/as, pareja de ancianos), y la discapacidad en algunos casos

Se atiende también el déficit habitacional cuantitativo enfocado en aquellas familias que no cuentan con una vivienda propia, como el déficit habitacional cualitativo que está orientado a familias que poseen viviendas que no cuentan con las condiciones óptimas de habitabilidad.

Pero paralelamente a esta problemática en el transcurrir de la evolución y los años de ejecución de estos proyectos se presenta la problemática de la influencia del CAMBIO CLIMATICO en la vivienda en los siguientes aspectos:

En la *Tecnología* como son los diferentes sistemas constructivos que van variando y modificándose ya se por la falta de insumos o materiales como los áridos (piedra arena, ripio), la tierra (arcillosa para un buen

adobe), el agua, las vigas o palos de rollizo para los techos, etc. por la tendencia a la influencia de la moda o las tecnologías actuales que en algunos casos generan en los dueños una falsa imagen de estatus por ser el material más costoso o más nuevo.

La necesidad de almacenaje de agua hace que se tengan que construir con tecnologías como el Hormigón armado para lozas o columnas de elevación de plataformas para tanques de agua o cosecha de agua, y a su vez por la falta de este elemento para los baños se tienen que aplicar soluciones tecnológicas como los baños ecológicos, aboneros, secos, etc., o tener que construir ductos de extorción de humo al interior de las cocinas porque en muchos lugares no se cuenta con gas y solo se cocina con bosta o yareta, optimizando la ejecución de chimeneas.

Lo *Morfológico* la forma de estas, porque las viviendas que hace años tenían una determinada pendiente de techos van variando porque en sectores donde antes no llovía los techos eran casi planos y ahora se presentan precipitaciones pluviales intensas que obligan a el cambio de pendientes más pronunciadas, la temperatura de los ambientes varia y genera una redistribución de la orientación de los ambientes y cambian la forma de los espacios alrededor de los patios, el tamaño de los vanos o ventanas y puertas, que antes tenían dimensiones reducidas ahora réquiem ser más grandes, la ubicación de los espacios de servicio como baños, cocina, la necesidad de tanques elevados de almacenaje de agua requiere variar los techos de los baños, etc.

En lo *Funcional* por que la actividad funcional de la familia que habita las vivienda está variando constantemente en razón a que antes se tenía el uso de patio central como espacio de reunión o encuentro, ahora se prioriza la construcción de más espacios de resguardo o solo descanso y se van perdiendo estos patios, las galerías que las usaban para comedor diario o espacio de encuentro ahora van desapareciendo y el

comedor se lo traslado al interior de la cocina, el grosor de los muros varia por la eliminación del adobe, tapial, muros de piedra a los de ladrillo por la necesidad de optimizar , espacios y ampliarlos , pero sin tomar en cuenta que son soluciones superficiales que no solucionan problemas de calidad de vida como es la temperatura al interior de estos espacios como son los dormitorios porque con el adobe o tapial se almacenaban el calor al interior por las propiedades de estos materiales.

También el requerimiento de espacios de almacenamiento de productos agrícolas generados por las familias con la necesidad de aireación o requerimiento de temperaturas óptimas para su almacenaje requiere de espacios adicionales y funcionales y en los últimos años también maquinaria, o motorizados, electrodomésticos, etc. Influyen en el modo de vida funcional en la vivienda social y requieren su función y espacio adicional.

1.1.1. Proyectos de Vivienda social del estado boliviano – Agencia Estatal de Vivienda

Se creó la Agencia Estatal de Vivienda - AEVIVIENDA, bajo tuición del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda – MOPSV, cuya finalidad es diseñar y ejecutar todos los proyectos estatales de vivienda y hábitat del nivel central del Estado, así como aquellos en los que concurra con las entidades territoriales autónomas.

Con el objetivo de incidir en la disminución del déficit habitacional cualitativo mediante la implementación de proyectos cualitativos de vivienda social.

Dentro de la ejecución de Proyectos Cualitativos de Vivienda Social se entiende como capacitación, al proceso inductivo y aplicación de métodos adecuados realizados por el personal de la Entidad Ejecutora, ítems de construcción, mantenimiento y correcto uso de la vivienda en las distintas modalidades de intervención

(mejoramiento, ampliación, mejoramiento + ampliación, renovación). Asimismo, la Asistencia Técnica se entiende como el acompañamiento especializado e individualizado, que se realiza a los beneficiarios de Proyectos Cualitativos de Vivienda Social, durante la ejecución de las actividades de autoconstrucción asistida, que garantice la correcta utilización de los materiales de construcción

1.2. Justificación

En los países en desarrollo como en los desarrollados, la construcción de viviendas sociales sustentables es considerada una solución práctica a los desafíos actuales de mejorar la calidad de vida, enlazadas con técnicas apropiadas para construir vivienda pública sostenible dentro de los programas nacionales, ofrecen la posibilidad de aliviar en parte estas tremendas dificultades, cada vez más notorias en América Latina y el Caribe. La construcción de viviendas sociales beneficiará a largo plazo tanto los aspectos económicos como los sociales de sus poblaciones, además de cubrir la problemática medioambiental. Sin embargo, es preciso subrayar que los medios para lograr esta solución son complejos, limitados y están en constante evolución.

En la actualidad se vienen ejecutando proyectos de viviendas sociales con financiamiento del estado a cargo de la Agencia estatal de vivienda, la que no toma en cuenta en la etapa de diseño la afectación real del cambio climático en las viviendas a ejecutar por falta de conocimientos el cual puede solucionarse con el intercambio de buenas prácticas entre profesionales de urbanismo y arquitectura y mediante ciclos de entrenamiento tanto para la industria como para los habitantes de las viviendas, teniendo en cuenta las políticas propias sobre vivienda social de cada lugar de intervención .

Este estudio y dialogo con la comunidad de intervención surge como respuesta a dicha limitación, dado que

existen diferentes estrategias y técnicas de diseño, construcción y selección del lugar de emplazamiento, el propósito de este proyecto mostrar la influencia del cambio climático en los ejes de la ejecución de la vivienda como son el tecnológico, morfológico y funcional y con el dialogo de saberes buscar generar dar respuestas favorables a esta afectación y apoyar mecanismos que promuevan su aplicación a toda la región.

Se toma a la vivienda social no solo a raíz de su importancia de respuesta a la necesidad de mejorar la calidad de vida de las familias y también por su valor económico sino también de su impacto ambiental proporcionalmente alto, por qué estos proyectos requieren cantidades grandes de recursos naturales como insumos materiales; consume una cantidad considerable de energía tanto en la construcción misma como en sus operaciones a largo plazo, e impacta el uso de la tierra de una región, al necesitar terrenos para su emplazamiento físico. A ello se agrega que requiere una considerable red de transportes, la que conlleva un mayor consumo de combustibles fósiles.

Los avances logrados en los reglamentos de construcción demuestran la viabilidad de este enfoque. Además, los reglamentos se deben analizar y revisar de forma regular en función de los cambios en las condiciones socioeconómicas y de los avances tecnológicos. Particularmente, esto se debe hacer a medida que se conocen los avances en cuanto a mitigación e impactos del cambio climático.

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General.

Promover la implementación de tecnologías, morfologías y funciones de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático, considerando el impacto de la deforestación, de los yacimientos de materias primas para la elaboración de materiales de

construcción.

1.3.2. Objetivos Específicos

Revisar la pertinencia de las técnicas constructivas de vivienda social y uso de materiales tradicionales del lugar de ejecución, que no afecten el medio ambiente.

Determinar el impacto de la deforestación, de los yacimientos de materias primas para la elaboración de materiales constructivos como el cemento (piedra caliza, tala de árboles, y la extracción de áridos)

Analizar la tecnología, morfología y función de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático.

1.3.3. Preguntas de investigación

1. Cuáles son los factores que inciden en la variación de la tecnología, morfología y función de la construcción de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático
2. ¿Cuál es el nivel de impacto provocado por la deforestación y la extracción de materiales de construcción?
3. ¿Qué técnicas constructivas de vivienda y uso de materiales tradicionales del lugar de ejecución, se realizarán para que no afecten el medio ambiente?

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Vivienda

El origen del término, se visualiza que deriva del verbo “vivir” por lo que se puede entender por vivienda, el ámbito en el cual el hombre realiza gran parte de su existencia.

Este objeto, sistema, y proceso, tiene una determinada escala; está inserto en un contexto ya sea urbano o rural.

En una aproximación al tema central de preocupación

de esta investigación, se debe reflexionar sobre lo que se entiende por “interés social”. La vivienda de interés social se entiende aquel tipo de respuesta orientada a mejorar la situación habitacional de los sectores económicamente más precarios de la sociedad. En nuestro país, parte importante de la experiencia acumulada en vivienda social tiene que ver con el uso de las tecnologías apropiadas, a veces de tipo tradicionales y convencionales, en contraposición con las tecnologías convencionales y modernas, adquiridas o transferidas del mercado internacional, que es necesario registrar y evaluar. Por otra parte, dentro de una concepción de tipo instrumental, a la tecnología se la considera un medio para alcanzar ciertos fines. Si prestamos atención a eso, entonces se nos abriría un ámbito distinto para la esencia de la técnica. Este planteamiento, sitúa a la técnica en lo que consideramos medular: la relación del hombre con la naturaleza y la búsqueda constante del “estar bien”, es decir, de la satisfacción integral de sus necesidades. Es importante tener en cuenta la relación entre cultura y tecnología, cuando la primera se manifiesta simbióticamente con el carácter de un lugar específico, lo que viene a constituir la idiosincrasia, que ya no es solo un saber, sino una manera específica de “ser”, lo cual condiciona a su vez, una forma determinada de ver e interpretar la realidad y por consecuencia, conduce a una manera de comportarse.

En forma complementaria surge el concepto de “tecnologías socialmente apropiadas” cuando se enfatizan los efectos que su aplicación pueda tener para el entorno humano, tales como: respeto por la realidad socio-cultural del contexto donde se insertan, que faciliten la organización y el trabajo solidario y usen principalmente recursos locales. Entonces la tecnología se transforma en un ente activo en dicha comunidad.

2.2. Bases para un instrumento de registro.

Del marco teórico, se infiere que existen ciertas capacidades y propiedades que hacen que dichas

tecnologías sean operables en su concepto y aplicación práctica, definiendo así su carácter de “apropiadas”, lo cual posibilita su éxito. Esto se entiende en relación a un contexto determinado, que es variable. A continuación, se expone a modo de síntesis los elementos que nos permitirán establecer, en función de los criterios mencionados, tomando en cuenta algunos aspectos de orden metodológico.

a). Capacidades de una tecnología virtualmente apropiada.

1. Satisfactor sinérgico de necesidades humanas.
2. Estimular la participación en la selección, manejo y control de métodos, sistemas y equipos.
 - Vincularla interacción social (desarrollo y consolidación comunitaria, estímulo de solidaridad y cooperación).
 - Autodiagnóstico de necesidades (a lo largo del proceso).
 - Ejercicio democrático y transparente (en sus relaciones y consecuencias).
 - Innovación endógena y creación.
3. Inserción a lo largo del proceso habitacional
 - Respuesta sistémica.
 - Dinamismo y flexibilidad
4. Estrategia propia de desarrollo
 - Autodeterminación tecnológica y Autosuficiencia
 - Intencionalidad (aspecto no neutro)
 - Independencia de otras tecnologías.
 - Estimular la estructura institucional (Estado, empresa, otros).
5. Mejorar la calidad de vida.
 - Disminuir los problemas y patologías del contexto.
6. Viabilidad económica.

- Optimización en la utilización de recursos
- Bajo costo en el flujo de producción (relación costo-beneficio)

7. Sustentar un equilibrio ecológico.

b) Propiedades de una tecnología virtualmente apropiada

En función del contexto socio-cultural:

1. Identificables por la comunidad
2. Transferibles a la comunidad: Conocimiento, Comprensión y Aceptación
3. Aprehensibles por la comunidad (tiene como consecuencia productividad; mantenimiento o continuidad; eficiencia en el uso de los recursos disponibles):
a) Manejo, b) Dominio, y c) Adaptabilidad.

2.3. Variables contextuales

En términos metodológicos, existe a nuestro juicio dos formas de enfocar el diseño de una ficha de registro. A partir del sistema tecnológico, ello supone la identificación de sistemas definidos previamente como apropiados (independientes de él o los contextos donde se inserten) en donde se le asigna al contexto determinadas características y requisitos que hagan posible esta condición de probabilidad, para cada uno de los sistemas. Este enfoque es funcional en un contexto con condiciones variables de tiempo y espacio.

2.3.1. A partir del contexto.

Supone la identificación y caracterización de un contexto real en todos sus ámbitos, y permite registrar el impacto de aquellas tecnologías o sistemas tecnológicos definidos, sobre las condiciones de una comunidad concreta. Ello implica un estudio de casos de aplicación, donde este enfoque es funcional según un contexto determinado.

En ambos casos, el instrumento de registro tiene un carácter neutro y su objetivo es recoger y verificar información a través de una ficha que contiene un conjunto de factores directos (de orden físico, explícitos) e indirectos (de orden socio-cultural, implícitos), información que será posteriormente contrastada y evaluada en terreno. El instrumento de registro se está aplicando en el contexto del Área Rural de Paicho, con una selección tipológica de casos, que combina el material (madera, ladrillo, hormigón, etc.) y el sistema constructivo (tradicional, prefabricado, industrializado, etc.)

El instrumento de registro se estructura en base a tres áreas para la obtención de información.

Parte A. Identificación del Sistema constructivo

- a). Identificación del nombre del sistema, breve descripción y ejemplos de aplicación.
- b). Identificación gráfica por medio de un logotipo para cada sistema registrado.
- c). Identificación por la imagen del producto terminado.
- d). Identificación en el mapa del área donde se ha experimentado el sistema (Comunidad de Paicho)
- e). Identificación de la zonificación climática.

Parte B. Elementos de descripción del sistema

- a). Tipo de vivienda: Sitio y servicios, tipo de caseta sanitaria (baño), vivienda progresiva, vivienda sin terminar, vivienda terminada.
- b). Tipología edificatoria: Unidad aislada, pareada, continua, block.
- c). Caracterización sistema constructivo: Madera, concreto, metal, barro, asbesto cemento.
- d). Condición de localización : Área urbana, peri-urbana, rural.

- e). Acción urbana: Expansión urbana, relleno de trama, reno-vació urbana.
- f). Modalidad tecnológica: Tradicional, sistema abierto fabricación in situ, sistema abierto fabricación en planta, racionalizado, sistema cerrado fabricación in situ, sistema cerrado fabricación en planta.
- g). Flexibilidad: Capacidad de aceptar componentes de otro sistema.
- h). Área del lote.
- i). Conexión a redes: Nivel de dependencia de las redes formales de servicios (agua luz alcantarillado), autosuficiencia, dependencia.
- j). Gestión-Promotor: Institución Privada, Institución Privada sin fines de lucro, institución Estatal, Institución Estatal con participación del usuario, cooperativa.
- k). Flujo de producción del sistema constructivo.
- l). Precio, m² de vivienda.
- m). Costos directos, mano de obra-materiales directos e indirectos.
- n). Planimetría general de la aplicación del sistema constructivo

Parte C. Relaciones sistema tecnológico-contexto.

- a). Socio-cultural: Nivel de organización del grupo. Relación mano de obra autoconstrucción / contratada.
 - Capacidad de incorporar a la población.
 - Requerimientos de mano de obra.
 - Capacidad de aprehensión del sistema.
 - Ampliación de la experiencia.
 - Capacidad de gestión autónoma.
 - Nivel de ingresos.
- b). Geográfico-morfológico:
 - Resistencia a sismicidad
 - Adaptación a topografía Tipología climática.
 - Tipo de suelo.
 - Resistencia a viento.
- c). Tecnológico:
 - Accesibilidad a equipos y máquinas.
 - Destreza mano de obra. Ecológico:
 - Capacidad de incorporar recursos locales.
 - Característica de fuentes energéticas.
 - Finalmente se completa la ficha con otras observaciones y una bibliografía breve.

RESULTADOS

Los resultados a obtener en esta primera etapa son los siguientes:

- Aclarar, profundizar y hacer operacionalizables ciertos conceptos en relación a las tecnologías apropiadas y los cambios que sufre la vivienda.
- Fijar las bases teóricas-conceptuales en las cuales se sustentan los instrumentos de registro y de evaluación a aplicar en una fase posterior.
- Dar inicio al Inventario sistematizado de sistemas tecnológicos aplicados en vivienda social en el contexto de Sistemas Tecnológicos con el objetivo de generar una autoconstrucción progresiva y participativa, cuya finalidad es la elaboración de un Pre-Catálogo de Sistemas Constructivos, cuyos destinatarios serán técnicos involucrados en programas de vivienda social.

Esta etapa tiene como resultado, un carácter descriptivo y sistematizador de la información en relación al tema, que ha contribuido al objetivo general

2.4. Vivienda sostenible.

Se fundamenta en: “la necesidad de recuperar el concepto de ciudad próspera y cohesionada de forma que mejorando su integración en el territorio y el medio natural se reduzca su impacto ambiental”.

Se debe también considerar la vivienda, no como un elemento aislado, sino intrínsecamente inseparable de su entorno e interrelacionada con la política de suelo, en el marco de la construcción de la ciudad donde se debe hacer hincapié en los siguientes puntos:

Planeamiento Urbano.

- Reducción de las demandas derivadas del transporte.
- Ahorro de agua.
- Ahorro energético.
- Tratamiento de los desechos, de forma especial los materiales de construcción.
- Mejora del clima interior de los edificios.
- Desarrollo de la implicación local en los procesos de planeamiento y gestión de la vivienda.
- Mantenimiento y más rehabilitación de las viviendas existentes.
- Utilización de nuevos materiales constructivos bajo el concepto de Sostenibilidad.
- Libertad de circulación de los materiales.

Donde los principales objetivos son:

- Intercambio de información sobre las investigaciones relevantes.
- Análisis sobre el Ciclo de Vida.
- La normalización sobre los desempeños energéticos.

- La cooperación internacional sobre los sistemas estadísticos y en indicadores claves.
- Información sobre la iniciativa nacional.

2.5. La calidad del ambiente interior.

Se pueden considerar los siguientes aspectos en cuanto a la calidad del ambiente interior:

- Caracterizar las fuentes de contaminación y los elementos contaminantes del aire.
- Optimización de los equipos de ventilación.
- Clarificar los aspectos sociológicos relacionados con la calidad del aire.
- Controlar los elementos contaminantes del aire.
- Desarrollar una estandarización en este aspecto.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio.

Se trata de una investigación cualitativa descriptiva porque se aplicarán técnicas de investigación cualitativas para la construcción de conocimientos de manera participativa, es decir entre el investigador y los actores locales involucrados en el proyecto.

3.2. Ubicación del área de estudio

Las comunidades de Paicho a intervenir se encuentran en el municipio de El Puente, Segunda Sección de la provincia Méndez al Noroeste del departamento de Tarija, se accede por medio de camino de tierra en mal estado desviándose de la Ruta Fundamental “R_01” la carretera Tarija – Potosí. Latitud 21

3.3. Metodológica de la investigación.

3.3.1. Enfoque Metodológico.

Para efectuar un trabajo de la generación de conocimiento, se plantea efectuar este estudio en base al conocimiento previo del lugar de intervención como es la comunidad de Paicho del Municipio de El Puente del departamento de Tarija, sobre el análisis de la vivienda en todo su proceso de evolución, tecnológica, funcional y morfológica de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático.

La metodología tomará en cuenta la recuperación y sistematización de los sistemas tecnológicos propios de los lugares de intervención, el trabajo de autoconstrucción de los habitantes desde su propia perspectiva, culturales, económicos y sociales hasta la actualidad.

Por la naturaleza y los objetivos de la investigación trazados, además de contar con la posibilidad de efectuar la investigación desde las mismas viviendas se considerará como una fuente de información los testimonios de las familias que habitan en la comunidad con la finalidad de efectuar un análisis más real.

El presente trabajo de investigación tendrá una perspectiva teórico-multimetodológico a partir de un enfoque Histórico-Lógico-Cultural y socioeconómico, de Investigación Participativa, Observación de los elementos físicos de la vivienda, del usuario participante y estudio de Casos a partir de fuentes documentales y orales. Se aplicará también el enfoque de la investigación transdisciplinar.

La metodología empleada, en el nivel teórico-conceptual, clarifica conceptos básicos y fija las bases teóricas, en que se sustentan los instrumentos de registro y evaluación. En el nivel práctico-operativo, se da inicio a un inventario sistematizado de casos en el Área establecida, para su posterior evaluación y propuesta de Recomendaciones de Diseño.

3.3.2. Investigación participativa revalorizadora. (IPR)

Se aplicara realizando inicialmente un diagnóstico de la situación de las viviendas de manera conjunta con los actores sociales, recogiendo información de su contexto particular, valorando los conocimientos en la ejecución de las tipologías de construcción, como ellos construyen con los materiales del lugar lo cual nosotros debemos adecuar las tecnologías ya existentes.

Con los conocimientos generados de investigación se recomendará opciones tecnológicas nuevas o adecuadas para la construcción de viviendas sociales, las cuales deben ser valoradas con la ejecución previa y con la posibilidad de que estos trabajos sea ejecutados por los mismos pobladores con la capacitación como eje de la sustentabilidad del proyecto y estos saberes queden en las comunidades y los mismos beneficiarios luego tengan un oficio e ingresos económicos y se genere la sustentabilidad basada el respeto al medio ambiente en el que viven las familias.

Con esta metodología se contribuye a solucionar problemas Locales mediante la socialización de saberes, sin olvidar que en este trabajo también participan técnicos investigadores en salud, en construcción (Ingenieros y Arquitectos), y en ramas afines a la auditoria y administrativa y la parte social.

Los requisitos fundamentales que se debe considerar para que a través del dialogo de saberes y la transdisciplinariedad se pueda implementar en este proyecto serán:

- Trabajar sobre Niveles de Realidad concretos (objetivos y “subjetivos”)
- La lógica del medio incluido
- La pluralidad de las formas de conocimiento, de las visiones de mundo y los valores éticos que se conectan a ellos dentro de distintos grupos sociales y culturales.

- Hallar formas de estimular un diálogo y una cooperación entre grupos heterogéneos de actores sociales con distintas formas de conocimiento, en vez de imponer una sola visión ‘coherente’ del mundo, a través de un discurso hegemónico que silencie a todos los demás discursos y se coloque fuera del objeto del análisis.
- Negar la separación entre investigación, extensión o interacción social y fortalecer la aplicación del conocimiento para que se convierta en un espacio continuo de la coproducción de conocimientos con relevancia para la sociedad.
- La conexión entre valores que nacen del conocimiento obtenido de la existencia diaria y de los valores que tienen orígenes académicos.
- La coordinación horizontal disciplinar hasta llegar a niveles de coordinación transdisciplinar.

3.3.3. Métodos y técnicas de investigación.

3.3.3.1. Estudio de casos

Es un método de investigación cualitativa y cuantitativa que se asocia a un determinado lugar de intervención no solo en el aspecto tecnológico, funcional, y morfológico sino también en el socioeconómico y cultural. Este método hace referencia al estudio dirigido de un elemento físico espacial que sirve como refugio como es la vivienda, pero con la transversalidad de la afectación del medio ambiente en la utilización de las materias primas u los procesos de construcción y uso de material en su construcción y uso.

Para este trabajo de investigación se eligió a una comunidad caso como es Paicho que se encuentran en el municipio de El Puente, Segunda Sección de la provincia Méndez al Noroeste del departamento de Tarija, porque todas las viviendas que la conforman están afectadas por los yacimientos de materia prima que existen en la comunidad. También porque la deforestación sufrida es también significativa en

Paicho.

Para este trabajo se tomará en cuenta la equidad de género en el proceso de investigación.

3.3.3.2 La Observación participante

Método de investigación participante en el cual el observador se involucra en los procesos y eventos que definan la realidad estudiada. Mediante la observación participante se intentan captar aquellos aspectos que son más significativos de cara al fenómeno o hecho a investigar para recopilar los datos que se estiman pertinentes. Su observación abarca también todo el ambiente (físico, social, cultural, etc.), donde las personas desarrollan su vida.

Se aplicará la metodología de la Observación Participante a través de la intervención directa del investigador, en este caso para conversar y observar participativamente sobre la influencia o la importancia del estado de su vivienda en su vida en todos los aspectos inherentes al desenvolvimiento de este.

3.3.3.3 Entrevista semi estructurada

Es una técnica en la obtención de la información especialmente cuando se trabaja con organizaciones campesinas. En esta técnica, el investigador no utiliza la entrevista para enterarse de la vida privada de las personas, sino más bien para entender el comportamiento de los grupos sociales, lo que puede pensar o sentir el individuo no cuenta sino en la medida en que sus pensamientos y sentimientos se acercan más o menos o se desvíen de los pensamientos y de los sentimientos de los demás.

Para el presente estudio se efectuarán entrevistas centrales desde dos ángulos: desde la actividad de trabajo cotidiano de los pobladores y desde su necesidad de vivienda, vinculada a su realidad de ingresos económicos y la afectación de los cambios climatológicos y el aporte con su visión sobre el

desenvolvimiento de las organizaciones sociales en relación a las variables consideradas en la investigación; por otra parte, se entrevistarán también a las autoridades de las organizaciones cantonales.

3.3.3.4. Grupos de discusión o Talleres comunales de socialización.

Los talleres campesinos comunales consisten en espacios para la planificación, evaluación del trabajo, socialización e intercambio de experiencias que tiene la finalidad de recoger a partir de un proceso de discusión las percepciones acerca de las realidades particulares de estudio.

Se tiene previsto efectuar tres talleres uno al inicio otro a medio término de proyecto y un final de evaluación de resultados.

3.3.3.5. Análisis documental

Es una técnica que se utiliza para encontrar una contextualización de carácter documental de datos técnicos, socio-económica y cultural de las tipologías de referencias en base a la recopilación de información secundaria recabada en los documentos donde se encuentran los datos estadísticos e históricos de las variaciones o cambios de la problemática de estudio.

3.3.3.6. Las historias de vida

A partir de ella se encontrarán testimonios vivos del pasado más reciente. Del modo de vida funcional, como se habitaba la vivienda y como se construía, es una forma de discurso de vida ya que el investigador no puede vivir la vida del otro, pero puede escuchar lo que, en palabras, en imágenes, en acciones, dice la gente sobre sus vidas y acciones cotidianas. Esta técnica se aplicará especialmente a los más ancianos de la comunidad por tener mucha experiencia de vida en la comunidad.

3.4. Diseño metodológico de la investigación

Objetivos específicos	Resultados Esperados	Productos esperados
Revisar la pertinencia de las técnicas constructivas de vivienda social y uso de materiales tradicionales del lugar de ejecución, que no afecten el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> Se ha identificado los factores de afectación tecnológica, morfológica y funcional. Se ha logrado la creación de sistemas constructivos con la recuperación de conocimientos tradicionales y tecnologías actualizadas. Se han identificado materiales locales que no afectan el medio ambiente en el uso de la construcción de la vivienda. 	<ul style="list-style-type: none"> Nuevo Sistema Constructivo para Viviendas Sociales validado. Catálogo de valoración materiales locales para la construcción de viviendas.
Determinar el impacto de la deforestación, de los yacimientos de materias primas para la elaboración de materiales constructivos como el cemento (piedra caliza, tala de árboles, y la extracción de áridos)	<ul style="list-style-type: none"> Se ha determinado en superficie las áreas de deforestación. Tipos de yacimientos de materias primas para la elaboración de materiales de construcción identificadas. Impacto ambiental determinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Informe técnico publicado Artículo de prensa elaborado. Documento del impacto ambiental
Analizar la tecnología, morfología y función de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Se ha determinado la tecnología a aplicar por ítems. Han sido desarrolladas las evaluaciones y comparaciones de tecnologías, morfologías y funciones de la vivienda social afectado por el cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentos de técnicas innovadoras Artículo científico publicado

4. RESULTADOS ESPERADOS

4.1. Resultados esperados a nivel marco

Se ha identificado los factores de afectación tecnológica, morfológica y funcional de la vivienda social y en base a estos se crearán sistemas tecnológicos, que tomen en cuenta el impacto de la deforestación de los yacimientos de materias primas en la elaboración de materiales de construcción.

Se ha socializado y sensibilizado a las familias de la comunidad de Paicho sobre la afectación de su

contexto por el cambio climático, considerando la deforestación por la devastación de los yacimientos de materias primas.

Se ha recuperado técnicas constructivas tradicionales y se ha capacitado a las familias en la construcción de las viviendas con técnicas y materiales amigables con la madre tierra y que sean ahorradoras de materia y energía.

Se han elaborado manuales de capacitación para ejecución de los sistemas tecnológicos constructivos bajo la modalidad de autoconstrucción.

4.2. Resultados esperados por objetivos planteados

Objetivos	Niveles de Análisis	Categorías de análisis	Técnicas de investigación
Revisar la pertinencia de las técnicas constructivas de vivienda social y uso de materiales tradicionales del lugar de ejecución, que no afecten el medio ambiente.	Componentes de las técnicas constructivas de vivienda	Viviendas Sociales rurales y urbanas Técnicas Constructivas tradicionales. • -Cubiertas • Muros • Revestimientos-- Pisos	<ul style="list-style-type: none"> • Taller de capacitación • Relevamiento de lugar de intervención • Observación directa • Observación participante • Revisión documental • Grupos de discusión • Estudio de caso • Entrevistas • Análisis del material. • Valoración de muestras
	Uso de materiales tradicionales del contexto.	Tipología de uso de materiales Adobe, tapial, piedra laja, etc.	
Determinar el impacto de la deforestación, de los yacimientos de materias primas para la elaboración de materiales constructivos como el cemento (piedra caliza, tala de árboles, y la extracción de áridos)	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación de Áreas deforestadas • Niveles d impacto o por los yacimientos de extracción de las materias primas 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Áreas deforestadas. • Tipos de árboles talados • Tipos de erosión provocados. • Tipologías de Yacimientos de materias primas (piedra caliza, Extracción de áridos 	<ul style="list-style-type: none"> • Relevamiento de lugar de intervención • Observación directa • Revisión documental • Entrevistas • Análisis del material.
Analizar la tecnología, morfología y función de la vivienda en un contexto afectado por el cambio climático.	Tecnología aplicada para no afectar el medio ambiente.	Sistemas constructivos <ul style="list-style-type: none"> • Tradicionales (Técnicas constructivas con identidad). • Innovadoras (Modelos validados en ejecución) • Tipificación de Materias según propiedades. • Procesos de ejecución de técnicas constructivas (Autoconstrucción) 	
	Morfología innovadora para mitigar el cambio climático	Tipologías de innovación. Apertura de vanos (Puertas, ventanas)	
	Análisis funcional interior y exterior de la vivienda.	Valoración de Áreas <ul style="list-style-type: none"> • Servicio, descanso, recreación, producción otros. • Mobiliario Ergonometria 	

5. ACCIONES PARA LA DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Manual y Catálogo de Sistemas Constructivos y materiales recuperados como modelo académico, para la biblioteca de la Carrera de Arquitectura

- Difusión por televisión canal Universitario mostrando el tipo de metodología que se utilizará para la ejecución de sistemas constructivos generados logrados.
- Se realizará un artículo científico para la Facultad de Ciencias y Tecnología con los resultados obtenidos.
- Se creará cartillas, trípticos de procedimientos de intervención con ítems detallados y especificados del Tecnologías a aplicar.
- Manual de procesos de ejecución de sistemas constructivos bajo la modalidad de autoconstrucción.

ACCIONES PARA LA INTERACCIÓN Y COORDINACIÓN CON POBLADORES DE PAICHO Y CON LA ACADEMIA.

Para iniciar este trabajo primero se coordinara con las autoridades sindicales de Paicho para explicar los alcances del proyecto así como para coordinar las acciones conjunta a desarrollar y determinar el nivel de participación y tomas de decisiones que requiere el proyecto. Será fundamental participación de hombre, mujeres y autoridades comunales que son beneficiarios de las viviendas sociales financiados por el gobierno actual.

A nivel académico se coordinara con autoridades de la facultad de tecnología y de la carrera de arquitectura para la difusión de los resultados de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Delgado Freddy, "Ciencias, diálogo de saberes y transdisciplinariedad. Aportes teórico metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo"Stephan Rist (editores) © AGRUCO, 2016
- Escobari Jorge , Caro Viviana , Malky Alfonso "Problemática Ambiental en Bolivia" Documento de Trabajo La Paz, diciembre de 2004
- Martínez Casado, N "Edificios de alta calidad ambiental" (Ibérica, Alta Tecnología ISSN 0211-0776(1996)
- Kibert Charles, "First International Conference on Sustainable Construction",Florida (1994 et al.) CIB-TG16,
- Landabaso, Ángel "Eficiència Energètica a l'edificació; Estat actual de les diferents tecnologies" (I Jornades: Construcció i Desenvolupament Sostenible, Barcelona,16, 17 i 18 de maig de 1996
- Herrera Felipe "Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca del Banco Interamericano de Desarrollo Banco Interamericano de Desarrollo" 2013



ARTÍCULOS ACADÉMICOS

APLICACIONES WEB PROGRESIVAS

CAIHUARA SOSSA FABIAN DARIO ¹

¹ Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Correo electrónico: fabiancaihuarasossa@gmail.com

RESUMEN

Las aplicaciones web progresivas combinan las ventajas de la web y las aplicaciones móviles nativas ofreciendo al usuario casi la misma funcionalidad de una aplicación con mayor accesibilidad de navegación, cabe diferenciar con una aplicación híbrida, que utiliza tecnologías web envuelta en una aplicación nativa. En el presente artículo se describen las características técnicas, un conjunto de conceptos y tecnologías desde un punto de vista de unificar el desarrollo de aplicaciones web-nativas.

PALABRAS CLAVE

Web móvil, Aplicaciones Web Progresivas(PWA), Service Workers, aplicaciones interpretadas, aplicaciones híbridadas, aplicaciones multiplataforma.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente en el desarrollo de aplicaciones móviles, la reusabilidad de código fuente entre aplicaciones nativas y web no es posible generando como resultado proyectos y entornos de desarrollo diferentes cuando se desea que un aplicativo soporte diferentes plataformas móviles y sistemas operativos.

Las aplicaciones web progresivas, es un término de un nuevo tipo de aplicaciones que acerca a la unificación de aplicaciones web-nativas, incrementando su funcionalidad, conforme las capacidades del dispositivo en el que se ejecuta, de ahí la palabra progresiva, web por qué se hace referencia a su desarrollo basado en tecnologías web.

Existen muchos enfoques para el desarrollo multiplataforma, además de una gran cantidad de frameworks o plataformas bajo licencia de código abierto como productos patentados. Ejemplo de frameworks populares están Ionic, PhoneGap, ReactNative y Xamarin, los frameworks anteriormente mencionados representan tres enfoques tecnológicamente distintos.

Ionic y PhoneGap representan el enfoque híbrido, basado en la web (PhoneGap) y en Cordova (Ionic), donde los componentes de la interfaz del usuario son exclusivamente desarrollados con tecnología web. ReactNative representa el enfoque de interpretación, donde los componentes son desarrollados con ReactJs y aprovecha de un intérprete de JavaScript lo que se obtiene como resultado componentes nativos en lugar de componentes web. El enfoque de Xamarin se conoce como compilación multiplataforma, puesto que compila código fuente en C# y lo convierte en binarios nativos para cada plataforma compatible generando aplicaciones nativas que no dependen de intérpretes o componentes web.

Un nuevo conjunto de estándares propuestos por un grupo de investigación de Google busca unificar, mediante la introducción de funciones, como soporte sin conexión, sincronización en segundo plano e instalar el home-screen en el navegador, este enfoque se conoce como aplicaciones web progresivas (PWA), un término acuñado por Russel y Berriman (2015) en un artículo que cubre ideas de diseño iniciales. La contribución de las PWA en la unificación de

la experiencia móvil y la visión multiplataforma es posible al Service Worker API.

2. CARACTERISTICAS

Una aplicación web progresiva es:

- **Estándar:** utiliza la misma plataforma y tecnología que se utiliza para crear páginas web: HTML, CSS y Javascript.
- **Progresiva:** funciona para todos los usuarios, independientemente de cuál navegador web o sistema operativo utilice, porque está construida para mejorar progresivamente desde el principio.
- **Responsiva:** se ajusta a cualquier resolución y formato de pantalla: escritorio, móviles, tabletas o televisiones.
- **Independiente de la conexión:** está mejorada con service workers para funcionar sin conexión o en redes lentas con conexiones intermitentes.
- **Como una aplicación nativa:** el usuario la usará como una aplicación, con soporte para navegación e interacción con gestos.
- **Fresca:** siempre estará actualizada gracias al proceso automático de actualización del service worker.
- **Segura:** trabaja sobre HTTPS para prevenir que alguien intercepte datos y para asegurarse de que el contenido no ha sido manipulado por otros.
- **Descubrible:** es identificable como una “aplicación” gracias al manifiesto de la W3C y al registro de funciones del service worker, permitiendo a los buscadores web encontrarlas.
- **Interactiva:** hace fácil interactuar con ella incluso cuando está cerrada con características como notificaciones tipo “push”.

- **Instalable:** le permite a sus usuarios crear accesos directos en la pantalla de su teléfono.
- **Enlazable:** se pueden compartir fácilmente usando su dirección en la web (URL) y no requiere procesos de instalación complejos.

3. SERVICE WORKERS

Los Service workers son una tecnología interesante y a la vez compleja que nos permite ejecutar servicios en segundo plano en los navegadores.

Van más allá de lo que ofrece un Web Worker. Éstos últimos nos permiten ejecutar código pesado en segundo plano (en un subproceso dedicado) y comunicarnos con ellos, de modo que una o varias tareas largas no bloqueen la interfaz de usuario. Pero los Service Workers son más potentes y complejos, puesto que pueden ejecutarse de manera independiente a la aplicación (es decir, estar en ejecución aunque la página de la aplicación web esté cerrada) y ofrecen capacidades avanzadas como la intercepción de las comunicaciones, el cacheado de información, la descarga en segundo plano de contenidos, el trabajo sin conexión o la posibilidad de enviar notificaciones.

En realidad para algunas cosas no es necesario utilizar un Service Worker. Por ejemplo, es posible crear aplicaciones web que funcionen off-line (sin conexión) utilizando la API de AppCach, pero un Service Worker nos puede dar más funcionalidad, sobre todo si necesitamos tomar decisiones a la hora de cachear la información y no solo asegurar que se encuentra almacenada.

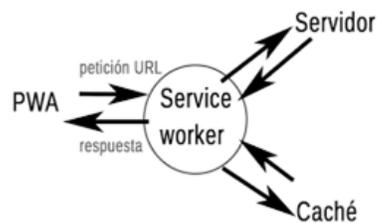


Figura 1: Funcionamiento Service Worker

Actualmente los únicos navegadores que permiten el uso de Service Workers son Chrome (el promotor de los mismos) y Firefox. El primer navegador móvil que ofrece soporte para esta tecnología es Chrome 51, recientemente el navegador Safari está implementando el soporte de esta tecnología.

Ciclo de vida del service worker

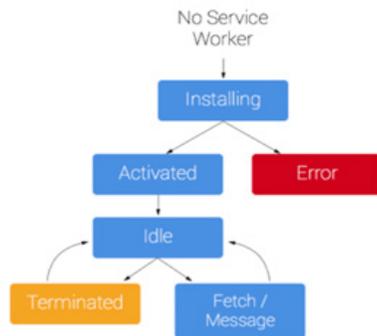


Figura 2: Ciclo de vida de un service worker

Install: Este es el primer evento, ocurre solo una vez por Service Worker. Si la función que se llama en este evento falla, el navegador no lo registra y no deja que el Service Worker tome control del cliente.

Activate: Cuando el Service Worker está controlando al cliente y está listo para usar y manejar eventos, se pasa al estado Activate. Se podría entender como que el Service Worker está activo.

Terminated, Fetch: Una vez se toma el control de las páginas, el service worker podrá estar en uno de estos dos estados. Terminated se aplica para ahorrar memoria. Por otro lado, si está haciendo manejo de peticiones de red, su estado será Fetch.

4. APP SHELL

Una arquitectura de app shell (app shell) es una forma de crear una aplicación web progresiva que se carga al instante y de manera confiable en la pantalla del usuario, en forma similar a lo que se observa en una aplicación nativa.

La “shell” es la mínima cantidad de HTML, CSS y JavaScript requeridos para activar la interfaz de usuario, y cuando se almacena en caché sin conexión puede asegurar un rendimiento instantáneo y de alta confiabilidad para los usuarios que realizan visitas repetidas veces. De esta manera, la app shell no se carga desde la red en cada visita del usuario. Solo se carga el contenido necesario de la red.

Para aplicaciones de una sola página con mucho código JavaScript, una app shell es un enfoque acertado. Este enfoque se basa en almacenar la shell agresivamente en caché (utilizando un service worker para lograr que la aplicación funcione). Luego, el contenido dinámico carga cada página a través de JavaScript. Es útil para enviar el HTML inicial a la pantalla de forma rápida y sin generar tráfico en la red.

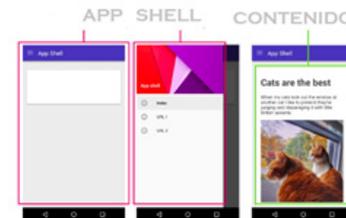


Figura 3: App shell

En otras palabras, la app shell es similar al paquete de código que se publicaría en una tienda de aplicaciones al compilar una aplicación nativa. Es el esqueleto de la interfaz de usuario y contiene los componentes principales necesarios, pero probablemente no contenga los datos.

Una arquitectura de app shell es realmente útil para las aplicaciones y los sitios con navegación relativamente sin cambios pero con contenido cambiante. Cierta número de bibliotecas y marcos JavaScript modernos ya promueven la división de la lógica de su contenido, ya que de esta manera la arquitectura se aplica más directamente. Para cierto tipo de sitios web que solo tienen contenido estático, también puedes seguir el mismo modelo, pero el sitio es 100% shell de aplicación.

Algunos de los beneficios de una arquitectura de app shell con un service worker son:

- **Rendimiento confiable y rápido en todo momento:** Las visitas repetidas son extremadamente rápidas. Los recursos estáticos y la interfaz de usuario (p. ej. HTML, JavaScript, imágenes y CSS) se almacenan en caché en la primera visita, y luego se cargan instantáneamente en las visitas repetidas. El contenido se puede almacenar en caché en la primera visita, pero generalmente se carga cuando se necesita.
- **Interacciones similares a las aplicaciones nativas:** Al adoptar un modelo de app shell, puedes crear experiencias con navegación e interacciones completas con soporte sin conexión.
- **Uso económico de datos:** Diseñado para hacer un uso de datos mínimo y con criterio en lo que almacena en caché, ya que guardar archivos que no son esenciales (imágenes grandes que no se muestran en todas las páginas, por ejemplo) provocará que los navegadores descarguen más datos de lo estrictamente necesario.
- **App Shell no es una tecnología:** sino un modelo o patrón a la hora de crear las aplicaciones. La idea es muy sencilla: separar la aplicación entre funcionalidad y contenido y cargarlos por separado.

5. MANIFIESTO DE APLICACIÓN

Desde los primeros teléfonos inteligentes, ha sido posible anclar al inicio una página web desde el navegador para luego poder ir directamente a ella. Para controlar el aspecto que tendrá el icono que los usuarios van a anclar es posible utilizar diversas técnicas

dependiendo del navegador y el sistema operativo. Así, en iOS o Windows Phone eso se controla a través de unas cabeceras de tipo “meta” que podemos añadir a la página principal de la aplicación web. En el caso de Android y Chrome se utiliza un archivo llamado “Manifiesto” cuyo nombre es manifest.json (que funciona hace años, desde la versión 38 de Chrome en 2014).

Hace poco Google ha hecho que cuando se añade una aplicación al menú de inicio de Android salga una pantalla de instalación como el de una aplicación real, todo ello conducente a que la experiencia cada vez sea más parecida a la de las aplicaciones nativas.

El manifiesto de las aplicaciones web es un archivo JSON simple que permite que el desarrollador, pueda controlar cómo se muestra su aplicación al usuario en áreas donde normalmente ven aplicaciones nativas (por ejemplo, la pantalla de inicio de un dispositivo móvil), además de indicar lo que el usuario puede ejecutar y definir parámetros de apariencia al iniciarse.

Los manifiestos permiten guardar un marcador de sitio en la pantalla de inicio de un dispositivo. Cuando un sitio se inicia de esta manera:

Tiene un ícono y un nombre único para que los usuarios puedan diferenciarlo de otros sitios.

Muestra una interfaz al usuario mientras se descargan los recursos o se restauran a partir del caché.

Proporciona características predeterminadas de visualización al navegador para evitar una transición demasiado brusca cuando los recursos del sitio se encuentren disponibles.

Hace todo esto a través del simple mecanismo de metadatos en un archivo de texto.

```

{
  "short_name": "AirHorner",
  "name": "Kinlan's AirHorner of Infamy",
  "icons": [
    {
      "src": "launcher-icon-1x.png",
      "type": "image/png",
      "sizes": "48x48"
    },
    {
      "src": "launcher-icon-2x.png",
      "type": "image/png",
      "sizes": "96x96"
    },
    {
      "src": "launcher-icon-4x.png",
      "type": "image/png",
      "sizes": "192x192"
    }
  ],
  "start_url": "index.html?launcher=true"
}

```

Figura 4: Ejemplo manifiesto de aplicación

6. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y METRICAS ENTRE LOS DIFERENTES ENFOQUES

La Tabla 1 muestra una comparación de características disponibles en las aplicaciones web progresivas, interpretadas, híbridas y nativas.

Característica	Nativa	Interpretada	Híbrida	PWA
Instalable	Si	Si	Si	Si (a)
Uso sin conexión	Si	Si	Si	Si
Usable antes de la instalación	No	No	No	Si
Disponibile en tiendas de aplicación	Si	Si	Si	Si (b)
Notificaciones Push	Si	Si	Si	Si (c)
Multiplataforma	No	Si	Si	Si
Acceso al hardware y sistema operativo mediante APIs	Si	Si	Si (e)	Limitado (d)
Sincronización en segundo plano	Si	Si	Si	Si

Tabla 1: Comparación características de enfoques

- La instalación es mediante la creación de Home-screen, un acceso directo que permite el uso sin conexión.
- Las aplicaciones web progresivas actualmente pueden ser buscados en la tienda de aplicaciones de windows 10, por el momento no cuenta con una propia.

- Las notificaciones están disponibles por intermedio de Push API
- Las aplicaciones web progresivas pueden usar APIs basadas en HTML5 en conjunto con características y funcionalidades posibles por service workers.
- Las aplicaciones híbridas obtienen acceso a hardware y al sistema operativo mediante la librería Cordova

De la tabla se puede destacar las diferencias en las características de compatibilidad entre los enfoques para el desarrollo de aplicaciones. Hay diferencias bien marcadas, algunas son características inherentes.

Los PWA son la única opción entre los enfoques mencionados que, naturalmente, permiten probar una aplicación antes de la instalación, debido a que es accesible en los navegadores web. Si es necesario estar disponible en tiendas de aplicaciones, los otros tres enfoques son recomendables, sin embargo con una posible entrada de PWA en la tienda de aplicaciones de Microsoft abre la posibilidad de posicionar al enfoque de igual manera que los anteriores.

Las capacidades de trabajo sin conexión, las notificaciones push y la sincronización en segundo plano están disponibles independientemente del enfoque. La compatibilidad entre plataformas se encuentra en los enfoques interpretado, híbrido y de PWA, el último con algunas limitaciones. Como se mencionó, esta es una de las razones principales por las cuales los enfoques multiplataforma se han convertido en alternativas populares al desarrollo nativo.

Para las aplicaciones que dependen de funciones que no se encuentran o que requieren un rendimiento que no se puede alcanzar en un navegador actual, los enfoques alternativos son más adecuados. Las aplicaciones web progresivas están restringidas a las API de las plataformas disponibles a través del

navegador, por lo que dependen del W3C y de los proveedores de navegadores.

Métrica	Interpretada	Hibrida	PWA
Tamaño de instalación	4,53MB	16,39MB	104KB
Tiempo de ejecución	860ms	246ms	230ms

Tabla 2: Métricas comparativas de los enfoques

La tabla 2 presenta una comparación de dos medidas: tamaño de instalación y tiempo de ejecución. El tamaño de instalación de una aplicación web progresiva es aproximadamente 157 veces más pequeño que una aplicación interpretada y aproximadamente 43 veces más pequeño que una aplicación híbrida basada en Ionic.

En tiempo de ejecución la aplicación híbrida tarda casi 4 veces más que una aplicación web progresiva y posee un tiempo similar al de una aplicación interpretada.

CONCLUSIONES

Una evidente diferencia entre aplicaciones web y aplicaciones móviles normales es la experiencia de navegación. Una aplicación móvil regular necesita ser buscada e instalada por una tienda de aplicaciones. Las aplicaciones web progresivas ofrecen lo mejor de ambos enfoques, una interfaz fácil y cómoda, la instalación mediante Home-Screen un acceso directo y que permite el uso de la aplicación en modo sin conexión.

La experiencia de pantalla completa de las aplicaciones web progresivas, la forma de instalación puede considerarse un avance en la unificación de la experiencia y percepción del usuario final con respecto a la web móvil. En lugar de obligar a los usuarios a descargar una aplicación de una tienda de aplicaciones, pueden experimentar el producto en su navegador web como un sitio web regular antes de instalar el Home-Screen.

Desde la perspectiva de la unificación de las aplicaciones web y nativas, hay ciertas limitaciones principales del enfoque de aplicaciones web progresivas comparadas con las híbridas, interpretadas y nativas.

Malavolta menciona que una aplicación web progresiva tiene un acceso limitado a hardware y sistema, el mismo que el navegador web que lo soporta, por ejemplo no se puede acceder al calendario y a la lista de contactos, sin embargo el crecimiento del conjunto de APIs deja abierta la posibilidad de que los navegadores webs tenga acceso sin restricciones a un dispositivo.

La industria está invirtiendo recursos en aplicaciones web progresivas (PWA) y en el desarrollo de material de aprendizaje. La falta de participación académica denota una brecha de conocimiento significativa, pero al mismo tiempo proporciona un potencial de investigación. El grupo Google Web Fundamentals es una de las principales fuerzas impulsoras detrás de la defensa de los PWA. Podrían ser considerados como el principal editor de material de aprendizaje. El estado actual de las aplicaciones web progresivas implica la falta de ciertas API de plataforma y hardware y características a las que solo (ciertas) aplicaciones nativas y multiplataforma pueden acceder. Los avances recientes en los navegadores han sido fuerzas de unificación para la experiencia de la aplicación para el usuario final, incluidas, entre otras, las aplicaciones web instalables y nativas. Si bien Chrome está marcando el camino para la compatibilidad con PWA, los demás están siguiendo los pasos haciendo sus plataformas compatibles con service workers, fundamental para el funcionamiento de las aplicaciones web progresivas.

Descubrimos que existe un gran potencial para que los PWA se vuelvan unificadores para el desarrollo nativo de la web sin el uso de marcos multiplataforma. Como usuario final, el proceso de instalación de PWA se vuelve más similar a las aplicaciones regulares a través

de nuevos avances en los aspectos de experiencia del usuario. Las aplicaciones web pueden verse, sentirse y actuar de forma similar a las aplicaciones nativas, híbridas e interpretadas. Si bien existen limitaciones de APIs de hardware y plataforma para los PWA que no se encuentran en los otros enfoques, los requisitos y las especificaciones del producto al final serán el factor decisivo para la elección del enfoque.

Se concluye con, una cita de Archibald (2016) de la Conferencia Google I/O 2016: “Queremos que la web sea parte de primera clase del sistema operativo, en la mente del usuario”.

BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS

Archibald, J. (2016). Instant loading: Building offline-first progressive web apps.

Ater, T. (2017). Building Progressive Web Apps: Bringing the Power of Native to the Browser. O’Reilly.

Pedersen, M. (2016). Progressive web apps: Bridging the gap between web and mobile.

Perchat, J., Desertot, M., and Lecomte, S. (2013). Component based framework to create mobile cross-platform.

Service Worker Google Developers: <https://developers.google.com/web/fundamentals/primers/service-workers/lifecycle> [consultado 25/05/2018]

Manifiesto Web Google Developers: <https://developers.google.com/web/fundamentals/web-app-manifest/?hl=es> [consultado 25/05/2018]

Rinaldi, B., Holland, B., Looper, J., Motto, T., and VanToll, T. J. (2016). Are progressive web apps the future?

Rossi, J. (2016). The progress of web apps - microsoft edge dev blog.

Russel, A. and Berriman, F. (2015). Progressive web apps: Escaping tabs without losing our soul.

NORMAS DE PUBLICACION DE LA REVISTA CIENCIA SUR

MISIÓN Y POLÍTICA EDITORIAL

La Revista CIENCIA SUR, es una publicación semestral que realiza la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho que tiene como misión, difundir la producción de conocimientos de la comunidad universitaria, académica y científica del ámbito local, nacional e internacional, provenientes de investigaciones que se realiza en las distintas áreas del conocimiento, para contribuir a lograr una apropiación social del conocimiento por parte de la sociedad.

CIENCIA SUR es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de revisión por al menos de dos pares expertos (académicos internos y externos) de reconocido prestigio, pudiendo ser nacionales y/o internacionales, que en función de las normas de publicación establecidas procederán a la aprobación de los trabajos presentados. Asimismo, la revista se rige por principios de ética y pluralidad, para garantizar la mayor difusión de los trabajos publicados.

La revista CIENCIA SUR publica artículos en castellano, buscando fomentar la apropiación social del conocimiento por parte de la población en general.

Tanto los autores, revisores, editores, personal de la revista y académicos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, tienen la obligación de declarar cualquier tipo de conflicto de intereses que pudieran sesgar el trabajo.

TIPO DE ARTÍCULOS Y PUBLICACIÓN

La Revista Ciencia Sur, realiza la publicación de distintos artículos de acuerdo a las siguientes características:

Artículos de investigación científica y tecnológica: Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones concluidas. La estructura generalmente utilizada es la siguiente: introducción, metodología, resultados, Discusión, pudiendo también si así lo desean presentar conclusiones.

Artículo de reflexión: Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Artículo de revisión: Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematiza e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Artículos académicos: Documentos que muestren los resultados de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, o también versan sobre la parte académica de la actividad docente. Son comunicaciones concretas sobre el asunto a tratar por lo cual su extensión mínima es de 5 páginas.

Cartas al editor: Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

NORMAS DE ENVÍO Y PRESENTACIÓN

- a. La Revista CIENCIA SUR, recibe trabajos originales en idioma español. Los mismos deberán ser remitidos en formato electrónico en un archivo de tipo Word compatible con el sistema Windows y también en forma impresa.
- b. Los textos deben ser enviados en formato de hoja tamaño carta (ancho 21,59 cm.; alto 27,94 cm.) en dos columnas. El tipo de letra debe ser Arial, 10 dpi interlineado simple. Los márgenes de la página deben ser, para el superior, interior e inferior 2 cm. y el exterior de 1 cm.
- c. La extensión total de los trabajos para los artículos de investigación, científica y tecnológica tendrán

una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo la bibliografía consultada.

- d. Para su publicación los artículos originales de investigación no deben tener una antigüedad mayor a los 5 años, desde la finalización del trabajo de investigación.
- e. Para los artículos de reflexión y revisión se tiene una extensión de 10 páginas. En el caso de los textos para los artículos académicos se tiene un mínimo de 5 páginas.
- f. Los trabajos de investigación (artículos originales) deben incluir un resumen en idioma español y en inglés, de 250 palabras.
- g. En cuanto a los autores, deben figurar en el trabajo todas las personas que han contribuido sustancialmente en la investigación. El orden de aparición debe corresponderse con el orden de contribución al trabajo, reconociéndose al primero como autor principal. Los nombres y apellidos de todos los autores se deben identificar apropiadamente, así como las instituciones de adscripción (nombre completo, organismo, ciudad y país), dirección y correo electrónico.
- h. La Revista CIENCIA SUR, solo recibe trabajos originales e inéditos, que no hayan sido publicados anteriormente y que no estén siendo simultáneamente considerados en otras publicaciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, los artículos deberán estar acompañados de una Carta de Originalidad, firmada por todos los autores, donde certifiquen la originalidad del escrito presentado.

DIRECCIÓN DE ENVÍO DE ARTÍCULOS

Los artículos para su publicación deberán ser presentados en secretaría de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Campus Universitario El Tejar, Tarija – Bolivia, Tel/Fax 591-46640256 Interno 12 o podrán ser enviados a las siguientes direcciones electrónicas: cienciasur@uajms.edu.bo. También se debe adjuntar una carta de originalidad impresa y firmada o escaneada en formato pdf.

FORMATO DE PRESENTACIÓN

Para la presentación de los trabajos se debe tomar en cuenta el siguiente formato para los artículos científicos:

TÍTULO DEL ARTÍCULO

El título del artículo debe ser claro, preciso y sintético, con un texto de 20 palabras como máximo.

AUTORES

Un aspecto muy importante en la preparación de un artículo científico, es decidir, acerca de los nombres que deben ser incluidos como autores, y en qué orden. Generalmente, está claro que quién aparece en primer lugar es el autor principal, además es quien asume la responsabilidad intelectual del trabajo. Por este motivo, los artículos para ser publicados en la Revista Ciencia Sur, adoptarán el siguiente formato para mencionar las autorías de los trabajos.

Se debe colocar en primer lugar el nombre del autor principal, investigadores, e investigadores junior, posteriormente los asesores y colaboradores si los hubiera. La forma de indicar los nombres es la siguiente: en primer lugar debe ir los apellidos y posteriormente los nombres, finalmente se escribirá la dirección del Centro o Instituto, Carrera a la que pertenece el autor principal. En el caso de que sean más de seis autores, incluir solamente el autor principal, seguido de la palabra latina “et al”, que significa “y otros” y finalmente debe indicarse la dirección electrónica (correo electrónico).

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El resumen debe dar una idea clara y precisa de la totalidad del trabajo, incluirá los resultados más destacados y las principales conclusiones, asimismo, debe ser lo más informativo posible, de manera que permita al lector identificar el contenido básico del artículo y la relevancia, pertinencia y calidad del trabajo realizado.

Se recomienda elaborar el resumen con un máximo de 250 palabras, el mismo que debe expresar de manera clara los objetivos y el alcance del estudio, justificación,

metodología y los principales resultados obtenidos.

En el caso de los artículos originales, tanto el título, el resumen y las palabras clave deben también presentarse en idioma inglés.

INTRODUCCIÓN

La introducción del artículo está destinada a expresar con toda claridad el propósito de la comunicación, además resume el fundamento lógico del estudio. Se debe mencionar las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema investigado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Debe mostrar, en forma organizada y precisa, cómo fueron alcanzados cada uno de los objetivos propuestos.

La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico que ha seguido el proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico (preguntas con hipótesis fundamentadas correspondientes, diseños muestrales o experimentales, etc.), hasta la forma como se analizaron, interpretaron y se presentan los resultados. Deben detallarse, los procedimientos, técnicas, actividades y demás estrategias metodológicas utilizadas para la investigación. Deberá indicarse el proceso que se siguió en la recolección de la información, así como en la organización, sistematización y análisis de los datos. Una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos necesarios para corroborar la pertinencia y el impacto de los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Los resultados son la expresión precisa y concreta de lo que se ha obtenido efectivamente al finalizar el proyecto, y son coherentes con la metodología empleada. Debe mostrarse claramente los resultados alcanzados, pudiendo emplear para ello cuadros, figuras, etc.

Los resultados relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados. No deben repetirse en el texto datos expuestos en tablas o

gráficos, resumir o recalcar sólo las observaciones más importantes.

DISCUSIÓN

El autor debe ofrecer sus propias opiniones sobre el tema, se dará énfasis en los aspectos novedosos e importantes del estudio y en las conclusiones que pueden extraerse del mismo. No se repetirán aspectos incluidos en las secciones de Introducción o de Resultados. En esta sección se abordarán las repercusiones de los resultados y sus limitaciones, además de las consecuencias para la investigación en el futuro. Se compararán las observaciones con otros estudios pertinentes. Se relacionarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones avaladas insuficientemente por los datos.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

La bibliografía utilizada, es aquella a la que se hace referencia en el texto, debe ordenarse en orden alfabético y de acuerdo a las normas establecidas para las referencias bibliográficas (Punto 5).

TABLAS Y FIGURAS

Todas las tablas o figuras deben ser referidas en el texto y numeradas consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Figura 1, Figura 2, Tabla 1 y Tabla 2. No se debe utilizar la abreviatura (Tab. o Fig.) para las palabras tabla o figura y no las cite entre paréntesis. De ser posible, ubíquelas en el orden mencionado en el texto, lo más cercano posible a la referencia en el mismo y asegúrese que no repitan los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

El texto y los símbolos deben ser claros, legibles y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. En caso de emplearse en el artículo Figuras y figuras de escala gris, estas deben ser preparadas con una resolución de 250 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 450 dpi. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para identificar partes de la figura, se debe identificar y explicar claramente el significado de todos ellos en la leyenda.

DERECHOS DE AUTOR

Los conceptos y opiniones de los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores. Dicha responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado por los autores. La concesión de Derechos de autor significa la autorización para que la Revista CIENCIA SUR, pueda hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica.

En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los(as) autores(as). Los autores cuyos artículos se publiquen recibirán un certificado y 1 ejemplar de la revista donde se publica su trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las referencias bibliográficas que se utilicen en la redacción del trabajo; aparecerán al final del documento y se incluirán por orden alfabético. Debiendo adoptar las modalidades que se indican a continuación:

REFERENCIA DE LIBRO

Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Editorial y lugar de edición.

Tamayo y Tamayo, M. (1999). El Proceso de la Investigación Científica, incluye Glosario y Manual de Evaluación de Proyecto. Editorial Limusa. México.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. España.

REFERENCIA DE CAPÍTULOS, PARTES Y SECCIONES DE LIBRO

Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del capítulo de libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Colocar la palabra, en, luego el nombre del editor (es), título del libro, páginas.

Editorial y lugar de edición.

Reyes, C. (2009). Aspectos Epidemiológicos del Delirium. En M. Felipe, y Odun, José (eds). Delirium: un gigante de la geriatría (pp. 37-42). Manizales: Universidad de Caldas

REFERENCIA DE REVISTA

Autor (es), año de publicación (entre paréntesis), título del artículo, en: Nombre de la revista, número, volumen, páginas, fecha y editorial.

López, J.H. (2002). Autoformación de Docentes a Tiempo Completo en Ejercicio. En Ciencia Sur, N° 2. Volumen 1. pp 26 – 35. Abril de 2002, Editorial Universitaria.

REFERENCIA DE TESIS

Autor (es). Año de publicación (entre paréntesis). Título de la tesis en cursiva y en mayúsculas las palabras más relevantes. Mención de la tesis (indicar el grado al que opta entre paréntesis). Nombre de la Universidad, Facultad o Instituto. Lugar.

Salinas, C. (2003). Revalorización Técnica Parcial de Activos Fijos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tesis (Licenciado en Auditoría). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija – Bolivia.

PÁGINA WEB (WORLD WIDE WEB)

Autor (es) de la página. (Fecha de publicación o revisión de la página, si está disponible). Título de la página o lugar (en cursiva). Fecha de consulta (Fecha de acceso), de (URL – dirección).

Puente, W. (2001, marzo 3). Técnicas de Investigación. Fecha de consulta, 15 de febrero de 2005, de <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

Durán, D. (2004). Educación Ambiental como Contenido Transversal. Fecha de consulta, 18 de febrero de 2005, de <http://www.ecoport.net/content/view/full/37878>

LIBROS ELECTRÓNICOS

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Fecha de publicación. Título (palabras más relevantes en cursiva). Tipo de medio [entre corchetes]. Edición. Nombre la institución patrocinante (si lo hubiera) Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Ortiz, V. (2001). La Evaluación de la Investigación como Función Sustantiva. [Libro en línea]. Serie Investigaciones (ANUIES). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual Práctico sobre la Vinculación Universidad – Empresa. [Libro en línea]. ANUIES 1998. Agencia Española de Cooperación (AECI). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

REVISTAS ELECTRÓNICAS

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Título del artículo en cursiva. Nombre la revista. Tipo de medio [entre corchetes]. Volumen. Número. Edición. Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Montobbio, M. La cultura y los Nuevos Espacios Multilaterales. Pensar Iberoamericano. [en línea]. N° 7. Septiembre – diciembre 2004. Fecha de consulta: 12 enero 2005. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/pensariberoamerica/index.html>

REFERENCIAS DE CITAS BIBLIOGRÁFICAS EN EL TEXTO

Para todas las citas bibliográficas que se utilicen y que aparezcan en el texto se podrán asumir las siguientes formas:

- a) De acuerdo a Martínez, C. (2010), la capacitación de docentes en investigación es tarea prioritaria para la Universidad..
- b) En los cursos de capacitación realizados se pudo constatar que existe una actitud positiva de los docentes hacia la investigación (Fernandez, R.

2012).

- c) En el año 2014, Salinas, M. indica que la de capacitación en investigación es fundamental para despertar en los docentes universitarios, la actitud por investigar.