

**APLICACIÓN DE TICS PARA EL CONTROL DE
ACTIVIDADES EN OBRA CASO: CONVEL S.A.S.**

Miguel Arango Márquez

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Camilo Gómez Aguirre
Arquitecto Constructor**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
INGENIERÍA CIVIL
ENVIGADO
2015**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
1. PRELIMINARES.....	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.1.1 Contexto y caracterización del problema	11
1.1.2 Formulación del problema	11
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Marco de referencia.....	13
Proyectos de construcción	13
Sistemas de gestión.....	14
Programación (sistemas)	17
Las TIC	17
2. METODOLOGÍA.....	20
3. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	22
3.1 ACTIVIDADES DE OBRA EN LA FASE DE ACABADOS A CONTROLAR CON LA APLICACIÓN TIC.	22
3.1.1 <i>Actividades que se realizan en la fase de acabados y selección de 5 de estas.</i> 22	
3.1.2 Investigar y recoger información de obra sobre los procesos constructivos de las 5 actividades seleccionadas.....	23
Mortero de piso	23
Estampillado de baldosa de grano.	24

Revoque.....	26
Estucado.....	27
Construcción de cielo falso	28
3.2 Definir los requerimientos y parámetros del proceso de control.....	30
3.2.1 Medición y recopilación de datos.....	30
3.2.2 Analizar y comparar.....	31
3.2.3 Realizar acciones correctivas	32
3.3 Desarrollar los formularios para la aplicación TIC, necesarios para recopilación y visualización de la información de las actividades de obra por medio de los smartphones o tabletas.	33
3.4 Proponer el entorno visual de la aplicación TIC, que permita al usuario desplazarse a través de los elementos de navegación de la aplicación, haciendo posible el ingreso y visualización de la información de las actividades de obra.	39
3.4.1 Definir la apariencia y los botones que tendrá la aplicación TIC y	39
3.4.2 Describir que se mostrará al hacer click en cada uno de los botones de la aplicación TIC.....	43
3.4.3 Definir las conexiones que habrá entre la información recogida con la aplicación TIC y la plataforma virtual.	44
3.5 Determinar las características de las TICs a utilizar en las obras de Convel.	44
3.5.1 ¿Definir qué tipo de red se utilizará?	44
3.5.2 Definir cuáles dispositivo serán utilizados para la recopilación de información	44
3.5.3 ¿En qué formato será guardada la información recopilada en los formularios?.....	44
3.5.4 Definir el tipo de seguridad que se manejará para controlar el acceso a información confidencial y manipulación de la información recopilada.....	45
3.6 Implementar el sistema propuesto por medio de una prueba piloto que no implique la utilización de la red.....	45
3.7 Definir plan de mejoramiento y mantenimiento del sistema a realizar.....	45

3.7.1	Definir cada cuanto sería recomendado hacer mantenimiento y corregir los errores que se presenten en la aplicación.	45
3.7.2	¿Programar cada cuánto se deben hacer actualizaciones y mejoras a la aplicación?	46
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
5.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	49
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
	ANEXO 1	52

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Formulario de la actividad cielo falso	34
Tabla 2. Formulario de la actividad revoque	35
Tabla 3. Formulario de la actividad estucado.....	36
Tabla 4. Formulario de la actividad mortero	37
Tabla 5. Formulario de la actividad baldosa en grano	38

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Ilustración 1. Página principal	39
Ilustración 2. Avance de obra.....	40
Ilustración 3. Presupuesto	40
Ilustración 4. Fase en que se encuentra la estructura.....	41
Ilustración 5. Fase de acabados	42
Ilustración 6. Controles técnicos	42
Ilustración 7. Interconexiones entre cada uno de los botones.....	43

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo1. Archivo de Excel en el que se encuentra la simulación de la aplicación.

RESUMEN

Debido a que el control de las actividades de obra y su información no se lleva de una única manera, surge la necesidad de mejorar el método con el cual se llevan los controles, mediante un método que recoja la información de manera única y automatizada, la cual lleve el control de las actividades de forma organizada y eficiente.

Este problema puede ser solucionado con una plataforma virtual que permita un manejo de información centralizada de los avances de la obra, en tiempo real, a la cual se le ingresará inicialmente cierta información en la oficina central de Convel S.A.S y posteriormente alimentada en cada uno de los recorridos que se realizan en la obra, utilizando un teléfono inteligente o una tableta, que envíe y almacene la información recopilada a la nube en formato PDF.

El uso de una aplicación web que utiliza TIC, creada para el control de las actividades con las características anteriormente mencionadas, es una posible solución. Por esto nace la necesidad de diseñar una aplicación específicamente para las necesidades de Convel S.A.S., que recopile imágenes e información detallada sobre las actividades en obra y envíe dicha información de manera ordenada en tiempo real a una plataforma virtual en la nube.

Para poder diseñar dicho aplicativo, de acuerdo al alcance de este trabajo, la aplicación solo abarcará el diseño de los formatos de control, la metodología del avance en obra y el presupuesto de 5 actividades previamente seleccionadas. Estas 5 actividades fueron estudiadas, y con base en el conocimiento adquirido se desarrollarán unos formularios para la recopilación de información de estas mismas, siguiendo unos parámetros y requerimientos para su proceso de control. También es necesario definir las características TIC a utilizar en el aplicativo, la apariencia y las interconexiones o hipervínculos que habrá en el aplicativo, para finalmente desarrollar una simulación en Excel del funcionamiento de este mismo. Al igual se propondrá un plan de mantenimiento y mejoramiento de dicho aplicativo.

Palabras clave: Aplicativo, control, Herramienta, TIC, presupuesto.

ABSTRACT

Construction activities and its information are not carried in a unique way, creating the necessity to improve the method by which those are taken by a method that collects information in a unique and automated way, which take control of the activities in an organized and efficient way.

This problem can be solved with a virtual platform that allows centralized management of information and work progress in real time, fed on each walk through the construction using a smartphone or tablet and sending and storing the collected information into the cloud.

Using a web application that uses ICT, created to control the previously mentioned activities is a possible solution. That's why the necessity to design an application for Convel specific needs, to collect images and detailed information activities on site and send that information in a tidy way to the virtual platform on the cloud in real time.

To design this application with the scope of this paper, the application will only cover the quality control formats, work advance and budget of 5 activities. These five activities should be studied, and based on the knowledge gained from this study forms should developed following certain parameters and requirements for the process control. It is also necessary to define the ITC characteristics of the app, the appearance and interconnections or hyperlinks that will be in the app, to finally develop a simulation of the app operation using Excel. There should too, a proposal scheme for maintaining and improving this application.

Keywords: App, Tool, control, TIC, budget.

INTRODUCCIÓN

Debido a que el control de las actividades de obra y su información no se lleva de una única manera en las obras de Convel, surge la necesidad de mejorar el método con el cual se llevan estos. De aquí nace la necesidad de desarrollar una aplicación web que utiliza las TIC para la recopilación y visualización de la información de obra.

En este documento se encontrará, primero un planteamiento del problema, el cual nos muestra que la forma en que se están llevando los controles de las actividades de obra en Convel S.A.S, no es la forma más eficiente ni apropiada, luego se formuló como objetivo general para darle solución a esta problemática, el cual propone, formular un sistema para controlar las actividades de obra específicamente de la fase de acabados, por medio de una aplicación TIC. Luego se formularon unos objetivos específicos para poder cumplir dicho objetivo general, los cuales nos hablan de: las actividades que van a ser controladas con el aplicativo, la definición del proceso de control a diseñar, la creación de los formularios necesarios para recopilar y visualizar la información, el entorno visual de la aplicación, una prueba piloto del aplicativo desarrollada en Excel y por último el plan de mantenimiento y actualizaciones del aplicativo. Después encontraremos el marco de referencia el cual sirve de apoyo para entender determinados aspectos del desarrollo del trabajo, en este se encuentran los siguientes temas: Proyectos de construcción, etapas de una construcción, actividades de obra, controles (técnicos, administrativos, entre otros), ¿qué es un sistema de gestión?, gestión de la construcción, gestión en Convel S.A.S, planeación de actividades, control de actividades y programación, métodos de ordenamiento, Plan de calidad en Convel S.A.S., planeación de actividades en Convel S.A.S., importancia de programación, control presupuestal en Convel S.A.S., Programación (sistemas), las TIC, las TICs en Medellín, las TICs en el ámbito laboral, las BIM y de los aplicativos para la construcción. Posteriormente se muestra la metodología utilizada para desarrollar los objetivos específicos anteriormente mencionados; después podemos encontrar el desarrollo de la aplicación. En esta encontramos la definición e investigación de 5 actividades, la definición del proceso de control en la cual se definen los requerimientos y parámetros para una adecuada recopilación de información, la cual permite ingresar información de forma rápida y sencilla, permitiendo a cualquiera de los residentes hacer uso de esta y controlar diferentes parámetros. Luego se pueden apreciar los formularios desarrollados para recopilar la información, seguido por el entorno visual del aplicativo, después se ven las características de las TIC a utilizar en las obras de Convel S.A.S., tales como el tipo de red a utilizar, tipo de seguridad y los dispositivos a utilizar, posterior mente el plan de mejoramiento y mantenimiento de la aplicación y por último se encuentran los resultados y conclusiones de este trabajo. La prueba piloto del funcionamiento de la aplicación se encuentra en un archivo de Excel en los anexos.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Contexto y caracterización del problema

En Convel S.A.S. el documento donde se encuentra el método de control de las actividades claves para la ejecución de las obras se denomina Plan de Calidad; en muchas ocasiones cada persona lleva el control de la actividad de la que está encargado a su propia conveniencia y facilidad. Manifiesta Camilo Gómez, Director de Gestión Integral de esta compañía, que desde el plan de calidad se pueden hacer modificaciones para establecer el canal de control que se va a ejecutar en las diferentes actividades. El director manifiesta, que la base de esta planificación en las obras es el “Control en las actividades”, el medio o formato a utilizar puede ser de la empresa, del contratista o cualquier documento que tenga los diferentes criterios que se van a revisar; en conclusión, lo importante es que exista dicho control, que se lleve en cada actividad y que quede evidencia que éste se está llevando. Así mismo, es importante unificar una metodología para la empresa, evitando que en cada obra se lleven controles diferentes. Esto en muchos casos hace que el control de las actividades sea menos eficiente y, debido a la gran cantidad de información y papeleo que hay en estas, muchas veces es difícil llevarlo de manera ordenada, dificultando el acceso a la información, a los detalles y al seguimiento de esta misma. Lo anteriormente dicho se presenta actualmente en las obras de Convel, pero también se presenta en otras constructoras de la ciudad.

Por esta misma razón surge la necesidad de llevar las actividades con su respectiva información de una manera única, la cual sea más automatizada y que lleve el control de las actividades de forma organizada y eficiente.

1.1.2 Formulación del problema

Debido a que el control de las actividades de obra y su información no se lleva de una única manera, surge la necesidad de mejorar el método con el cual se llevan estos, por un canal que recoja la información de manera única y automatizada, la cual lleve el control de las actividades de forma organizada y eficiente.

Este problema puede ser solucionado con una plataforma virtual que permita un manejo de información centralizada de los avances de la obra, en tiempo real, alimentada en cada uno de los recorridos que se realizan, utilizando para ello un teléfono inteligente o tableta, que envíe y almacene la información recopilada; de esta manera todo el personal de la obra podrá tener acceso a dicha información en cualquier momento y saber el estado de cada actividad hasta la última revisión. La información recogida será únicamente de los ítems y la pertinencia de cada actividad previamente definida, con la cual se pretende tener la información recogida en un formato único y estandarizado.

El uso de una aplicación web que utiliza TIC, creada para el control de las actividades con las características anteriormente mencionadas, podría ser una solución viable, ya sea utilizando aplicaciones que existen en la actualidad o diseñar una específicamente para las necesidades de Convel S.A.S.; con esta herramienta se podrá recopilar imágenes e información detallada sobre las actividades en obra y enviar dicha información de manera ordenada en tiempo real a una plataforma virtual en la nube.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un sistema para el control de actividades para la fase de obra de acabados, específicamente seguimiento de avance, presupuesto y calidad, que posteriormente pueda ser implementado a través de una aplicación web que utilice TICs en las obras de Convel.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el proceso y las actividades a controlar a partir de recolección y análisis de información de las obras de Convel S.A.S.
- Definir los requerimientos del proceso de control a diseñar.
- Desarrollar los formularios para la aplicación web utilizando TICs, necesarios para recopilación y visualización de la información de las actividades de obra por medio de los Smartphone o tabletas.
- Proponer el entorno visual de la aplicación web que va a utilizar TIC, que permita al usuario desplazarse a través de los elementos de navegación de la aplicación, haciendo posible el ingreso y visualización de la información de las actividades de obra.
- Determinar las características de las TICs a utilizar en las obras de Convel S.A.S., y que sea adecuada al sistema de control propuesto (tipo de red, tipo de dispositivo y otros).
- Implementar el sistema propuesto por medio de una prueba piloto que no implique la utilización de la red.
- Definir plan de mejoramiento y mantenimiento del sistema a realizar.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

Proyectos de construcción

La construcción es el arte de construir edificaciones o infraestructuras haciendo uso de los recursos disponibles. Hay diferentes tipos de obras y proyectos de construcción, los cuales dependen del objetivo para el cual estén hechos. Estas pueden ser obras Residenciales, Comerciales, Industriales, públicas e Institucionales (Census, 2014; Health and Safety Authority, 2014). Para llevar a cabo un proyecto de construcción se deben hacer ciertos estudios técnicos y financieros en el cual se estudia la viabilidad del proyecto teniendo en cuenta todos los detalles y variables que pueden presentarse en el proyecto.

La estructura

El alma de toda edificación es la estructura, la cual consta de un ensamble de elementos que mantiene su forma y su unidad, esta se encarga de soportar todas las cargas y transmitir las a las fundaciones, las cuales son transmitidas al suelo posteriormente (Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2014). Las estructuras pueden ser construidas de diferentes tipos de materiales, lo cual hace que se comporten de diferente manera y brindan diferentes ventajas dependiendo del material que se use. El acero, el hormigón y la madera son algunos de los materiales comúnmente utilizados como estructura de las edificaciones. Dependiendo del tipo de proyecto o construcción, se pueden tener diferentes etapas en una obra.

Etapas de una construcción

Normalmente en las obras de edificaciones se pueden encontrar 6 grandes etapas. Estas son: preparación del terreno, excavaciones y fundaciones, estructura de la edificación, cerramientos perimetrales, redes y acabados. Cada una de estas etapas está constituida por una cantidad determinada de actividades, las cuales deben ser controladas y ejecutadas con ciertos parámetros de calidad.

Actividades de obra

Son el conjunto de tareas y acciones que se desarrollan para realizar un objetivo constructivo, en una determinada etapa. Cuando el conjunto de tareas son completadas se dice que la actividad está terminada. Las diferentes actividades varían dependiendo de la etapa constructiva en la que se encuentre la obra. La construcción de vigas y columnas son un ejemplo de las actividades que se realizan en la etapa de construcción de la estructura en una edificación.

Controles (técnicos, administrativos, entre otros)

Estos son un conjunto de mecanismos y acciones que tienen como objetivo detectar errores y dejar registro de que las actividades se hicieron con la calidad y los parámetros requeridos. La mayoría de veces estos controles se hacen llenando un formulario a medida que se hacen los recorridos por la obra y se anotan las observaciones de las irregularidades encontradas, con el fin de ser corregidas y revisadas nuevamente antes de dar el visto bueno en la actividad que se revisó.

Sistemas de gestión

¿Qué es un sistema de gestión?

Es una Estructura o conjunto de procedimientos previamente definidos que sirven como guía para buscar determinados objetivos como la fluidez en el trabajo, la practicidad, la calidad, la eficiencia y otros objetivos que se quieran lograr con este, evitando al máximo la improvisación y las consecuencias que esta conlleva, valiéndose de la estandarización de los procedimientos.

Este se basa en un ciclo retroactivo de planeación, implementación y control, el cual hace que haya una mejora constante en el área que se esté implementando dicho sistema.

Estos sistemas hacen uso de diferentes herramientas, las cuales ayudan al cumplimiento de sus objetivos. Algunas de estas herramientas son: documentación, procedimientos técnicos, protocolos, registro y control de datos, planeación y mejora de procesos.

Los sistemas de gestión han tenido un gran crecimiento, en parte por las Arquitecturas orientadas en los servicios (SOA: Service Orientated Arquitectura) la cual es una arquitectura de diseño vaga, la cual permite programar en diferentes lenguajes, utilizando cada lenguaje de programación según las necesidades de las plataformas, permitiendo así crear diferentes módulos con las características necesarias para cada área de la empresa y de esta manera interconectar todas estas con un solo sistema de gestión integral (Microsoft; Service Orientation).

Gestión de la construcción

Esta puede ser definida como la forma de administrar los proyectos de construcción para ayudar a los propietarios e inversionistas a establecer objetivos claros y medibles, los cuales se pueden ir modificando y adaptando a medida que surgen cambios e imprevistos. Con esto se pretende llevar a cabo exitosamente un proyecto el cual está expuesto a constantes cambios. De esta manera se establecen metas a largo y corto plazo, con los parámetros de calidad, tiempo y presupuestos establecidos (Dessau, 2014; Gestión de Proyectos de Construcción, 2014).

Una buena gestión de un proyecto implica una estrecha relación entre todas las partes involucradas. Si se logra que haya una buena comunicación entre el gerente del proyecto, el constructor, el cliente y el arquitecto, estos podrán trabajar como un grupo

interdisciplinario, lo cual permitirá que el proyecto avance de una manera fluida sin perder el enfoque y los objetivos (Dessau, 2014; Gestión de Proyectos de Construcción, 2014).

El gerente del proyecto debe asesorar técnicamente al constructor durante todas las etapas, teniendo en cuenta todos los aspectos claves, este siempre debe tener en mente el control de actividades y la gestión de costos, estableciendo presupuestos realistas desde el inicio del proyecto y monitoreando todos los costos y cambios que se vayan presentando a medida que este avanza (Dessau, 2014; Gestión de Proyectos de Construcción, 2014).

Gestión en Convel S.A.S

Convel S.A.S tiene un sistema de gestión integral el cual está certificado. En gestión de calidad está certificado desde el año 1997 bajo la norma ISO 9001; en gestión del medio ambiente está certificado desde el 2011 bajo la norma ISO 14001 y en seguridad industrial y salud ocupacional está certificado bajo la norma OHSAS 18001 también desde el 2011.

Planeación de actividades

Tiene como objetivo desarrollar un plan de trabajo para las diferentes etapas que se presentan en un proyecto y asignar los recursos necesarios para llevar a cabo dicho plan. Este se preocupa de asuntos como: la preparación previa al inicio de una actividad, como ejecutar las actividades, posibles problemas que se pudieran presentar, posibles soluciones a estos problemas, acciones preventivas para evitar que se presenten estos problemas y programación de las actividades. El propósito de la planeación de actividades es prever problemas que se puedan presentar en las actividades y cómo se deben realizar, buscando el cumplimiento de unos objetivos, anticipándose a los posibles escenarios que pudieran ocurrir y de esta manera poder evitarlos o tener una solución para el momento que estos ocurran. (POCH, 2014)

Control de presupuestos

Es un plan de acción dirigido a cumplir las metas previstas expresadas en dinero y términos financieros, en un espacio de tiempo definido. De esta manera se verifica y compara como están los gastos y costos de la obra en relación con lo estimado en el presupuesto inicial. Si se está por encima del presupuesto, es señal que se está incurriendo en gastos extras, ya sea por cambios en los costos, ineficiencia en las actividades o que se está incurriendo en costos que no estaban presupuestados. Sin importar cuál de las anteriores sea la razón, se debe identificar la causa y los responsables. Una vez identificadas, deben realizarse cambios, ya sea modificar el presupuesto inicial, ser más eficiente con los recursos o tomar acciones correctivas que busquen compensar los gastos extras de alguna manera y redireccionar a la empresa a los objetivos y el presupuesto establecido (Vásquez, 2014; Martín, 2014).

Control de actividades y Programación

La función de este control es medir el avance de las actividades estableciendo metas específicas y medibles en un tiempo determinado, el inicio y fin de cada una de las

actividades está dado por la programación de obra la cual tiene como función dar una noción de la duración de cada actividad teniendo en cuenta las posibles duraciones y fechas de inicio de cada una, mostrando cada actividad con su actividad predecesora y sucesora, mostrando así cuales son las actividades críticas las cuales tienen que ser realizadas a tiempo para no afectar el tiempo total de duración del proyecto. El avance de estas puede ser medido porcentualmente y su objetivo es mostrar que tan adelantadas están en el tiempo para la cual fueron programadas para ser realizadas.

Métodos de ordenamiento

Otra definición de programación es el ordenamiento de las actividades de un proyecto. Existen varios métodos ordenamiento para la programación de actividades como el Método PERT, CPM, LPU, FONDHAL, KMPA, estos pueden representarlos gráficamente por diagramas de flechas o diagramas de precedencia.

Plan de calidad en Convel S.A.S.

La empresa Convel S.A.S. estableció dentro de su planificación de obra la elaboración de Planes de Calidad, bajo los lineamientos de la norma internacional ISO 10005 Directrices para los planes de la calidad. Con este documento busca establecer los controles (Técnicos, administrativos, ambientales, Seguridad Industrial, entre otros), recursos, procesos y procedimientos a utilizar con el fin de cumplir los requisitos del contrato, de ley, de la propia organización para el proyecto específico. Así mismo, estableció bajo este documento el cumplimiento voluntario de las normas internacionales ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 (Convel).

Planeación de actividades en Convel S.A.S.

En las obras de Convel S.A.S. las actividades son planeadas desde varios conceptos, uno es desde el Plan de Calidad descrito anteriormente, y el otro es por el programador de obra, el cual se basa en un principio con la programación inicial planeada para la obra. Este documento va teniendo ajustes a medida que avanza la obra, de acuerdo a situaciones o imprevistos que se van presentado durante la construcción del proyecto.

Importancia de Programación

Una buena programación brinda información esencial para un plan de financiamiento, ayuda a controlar el avance de las actividades, da noción al ingeniero para generar un plan de ejecución de obra y tener control sobre el suministro de materiales, de personal y de equipos (FAJARDO).

Control presupuestal en Convel S.A.S.

El control presupuestal de las obras de Convel S.A.S. se hace mensualmente y directamente por un encargado del área de presupuesto de la compañía, este chequea que el presupuesto vaya según lo planeado, y en caso de encontrar desviaciones en el presupuesto, ya sea porque varían las cantidades, especificaciones, en el precio, entre otras situaciones, se debe reajustar el presupuesto.

Programación (sistemas)

Es el proceso de diseñar y codificar instrucciones básicas llamadas algoritmos con el fin de crear un programa que al ejecutarse muestre un comportamiento deseado, Generalmente se siguen unos pasos determinados para programar. Estos son los siguientes: Definición del problema, Análisis de los datos, Diseño de la solución, Codificación, Prueba y depuración, Documentación y Mantenimiento (Estrada).

Algoritmos

Es un conjunto de pasos o etapas las cuales llevan un orden determinado y conllevan a la obtención de un resultado (Estrada).

Aplicaciones móviles

Es una aplicación diseñada para ser manipulada por Smartphone o tabletas. Estas se encuentran disponibles en plataformas de distribución en línea, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos de los Smartphone. Para el diseño y creación de estas aplicaciones al igual que otro tipo de programas, se debe tener un amplio conocimiento en programación e informática.

Las TIC

La palabra TIC es la abreviación del conjunto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas son un conjunto de recursos y procedimientos utilizados para el almacenamiento, procesamiento, gestión, protección, localización y transmisión de todo tipo de información, el cual genera comodidad y eficiencia en los usuarios, permitiéndoles realizar las tareas del diario vivir de una manera más cómoda y rápida, haciendo que la información sea accesible para las personas en todo momento. Estas abarcan un sinnúmero de aparatos electrónicos como computadoras, Smartphone, tabletas, aplicaciones, entre otros.

El internet hace parte de las TIC y es una parte vital para el procesamiento y transmisión de la información de forma remota ya que diferentes tipos de dispositivos pueden acceder a este de manera inalámbrica, facilitando el acceso a la información ya sea en forma de texto, por medio de imágenes, por sonido, animaciones o video en cuestión de segundos. Gracias a este, las personas pueden planear y revisar sus actividades diarias en sus agendas digitales, enviar correos y monitorear las actividades de su trabajo desde sus computadoras o celulares.

Las TICs en Medellín

En la actualidad en Medellín las TICs son utilizadas por un gran número de personas, muchas de estas sacan provecho de sus Smartphone y a sus aplicaciones para el uso personal, pero aún no se explota gran parte del potencial que estos podrían traer a las compañías en la parte laboral. La realidad es que en la mayoría de los casos los Smartphone son utilizados únicamente para mandar y recibir mensajes o correos, sin utilizar su función principal que es llamar y recibir llamadas.

Las TICs en el ámbito laboral

Existe gran variedad de aplicaciones de uso profesional para Smartphone y tabletas en diferentes áreas del saber, estas se están volviendo cada vez más populares y están siendo utilizadas más a menudo conforme pasa el tiempo. El uso de esta tecnología está ayudando a sus usuarios a realizar sus quehaceres de una manera más rápida y fácil, ya que estas son diseñadas en gran parte para realizar labores y actividades específicas, permitiendo ingresar información, realizar cálculos, tomar fotos, abrir planos, sacar informes y realizar muchas otras funciones; todo esto desde una misma aplicación, de esta forma se reducen tiempos y el trabajo se hace más productivo, con la ventaja que el trabajo realizado y la información recopilada está al alcance de los demás miembros de la empresa en cuestión de instantes. Esta es una de las grandes bondades de las TIC, pues rompe las barreras generadas por la distancia entre el trabajador y su área de trabajo.

Las TICs en el uso diario laboral pueden ayudar a agilizar gestiones y tareas administrativas, estas pueden ser realizadas de forma automatizada y sin el requerimiento de desplazarse, la capacidad de trabajar a distancia y el mayor grado de conectividad que se alcanza debido a estas tecnologías, ayuda a mejorar la productividad y a la reducción de costos debido a la facilidad en el manejo de documentación y la disminución de papeleo físico generado por la digitalización de archivos

El uso de las TICs en los procesos de una empresa no necesariamente significan un aumento en la productividad en esta misma, para que se generen efectos positivos haciendo el uso de las TIC es necesario tener identificadas las necesidades y planificar detalladamente como suplir estas. Para lograr esto hay que tener un profundo conocimiento sobre los procesos en los cuales se van a implementar los cambios e incorporar la tecnología de manera paulatina empezando por los procesos más básicos. Las organizaciones que han tenido la capacidad de beneficiarse de las TIC, antes de incorporar estas en algunos de sus procesos, previamente detallan cuál será la repercusión u objetivo que con esta se quiere suplir ya sea aumentar la productividad y/o mejorar la organización dentro de la compañía.

Las BIM

las BIM (building information modeling) son modelos de información inteligentes que controlan diferentes procesos de la construcción, con estos se busca almacenar grandes cantidades de información en un solo archivo dinámico, en el cual se modela la estructura entera en 3 dimensiones, se almacenan cantidades de materiales, se previenen posibles conflictos o interferencias a la hora de construir y se pueden adquirir los planos convirtiendo elementos de 3D a 2D generando los cortes y vistas deseados.

Existen diversas plataformas BIM las cuales se especializan en diferentes áreas de la construcción como el diseño arquitectónico, estructurales y de redes, ya sean hidrosanitarias, contra incendios o eléctricas.

Aplicativos para la construcción

En la actualidad la universidad Eafit en conjunto con Cidico vienen trabajando en el tema de gestión integrada en proyectos de construcción utilizando TIC (Tecnología de la

Información y la Comunicación). Estos llevan trabajando en el tema aproximadamente 5 años y tienen como objetivo mejorar las prácticas en el sector constructor en Colombia (Eafit y Cidico, 2014).

También existe una aplicación llamada Prontoforms la cual ayuda a recopilar información en campo y sube dicha información a la nube, ayuda a reducir el papeleo y a recoger la información de una forma estandarizada. Además de lo anteriormente dicho esta aplicación tiene un portal web desde el cual se pueden ver reportes de la información recopilada.

Muchas otras aplicaciones con diferentes enfoques y objetivos están siendo utilizadas en la actualidad como BuildCalc, Fast Concrete Pad Calculator, Control Center, Construction Master Pro, BIMx, entre otras (10 Of The Best Apps For Construction Projects, 1014). Todas estas aplicaciones han tenido una gran acogida y son utilizadas por muchos profesionales en la actualidad, prueba de esto son los miles de descargas que han efectuado usuarios con Smartphone y tabletas personales, los cuales posteriormente al uso califican y dejan comentarios sobre la aplicación y la utilidad de estas en su trabajo.

2. METODOLOGÍA

1. De todas las actividades de obra en las cuales es necesario llevar control se debe identificar y dejar especificado de manera clara cuáles van a ser controladas. La empresa Convel S.A.S. tiene como metodología establecer en sus Planes de Calidad las diferentes fases del proyecto, incluyendo la de acabados. De esta fase se harán las siguientes actividades para implementar la aplicación TIC. Para esto será necesario lo siguiente:
 - Investigar cuales son las actividades que se realizan en la fase de acabados y seleccionar 5 de estas.
 - Investigar y recoger información de obra sobre los procesos constructivos de las 5 actividades seleccionadas.
2. Definir los requerimientos y parámetros del proceso de control.
3. Se diseñarán los formularios que serán utilizados en la aplicación TIC necesario para recopilar y posteriormente visualizar la información de las actividades de obra por medio de los Smartphone o tabletas. Para esto es necesario:
 - Especificar cuáles serán las preguntas de cada una de las 5 actividades y el tipo de información a introducir como respuesta, ya sea de tipo textual, imágenes, videos, o respuestas predefinidas como opción múltiple.
 - Crear una muestra de cada uno de los 5 formularios en Microsoft Excel.
4. Proponer el entorno visual de la aplicación web que va a utilizar TIC, que permita al usuario desplazarse a través de los elementos de navegación de la aplicación, haciendo posible el ingreso y visualización de la información de las actividades de obra. Para esto es necesario:
 - Definir la apariencia y los botones que tendrá la aplicación web.
 - Describir que se mostrará al hacer clic en cada uno de los botones de la aplicación.
 - Definir las conexiones que habrá entre la información recogida con los botones de la aplicación en la web.
5. Determinar las características de las TIC a utilizar en las obras de Convel S.A.S.
 - Definir qué tipo de red se utilizará.
 - Definir cuáles dispositivo serán utilizados para la recopilación de información y otros.
 - En que formato será guardada la información recopilada en los formularios

- Definir el tipo de seguridad que se manejará para controlar el acceso a información confidencial y manipulación de la información recopilada.
6. Implementar el sistema propuesto por medio de una prueba piloto que no implique la utilización de la red.
 - Hacer una simulación del funcionamiento de la aplicación por medio de algún programa (Excel).
 7. Definir plan de mejoramiento y mantenimiento del sistema a realizar.
 - Definir cada cuánto sería recomendado hacer mantenimiento y corregir los errores que se presenten en la aplicación.
 - Programar cada cuanto se deben hacer actualizaciones y mejoras a la aplicación

3. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

3.1 ACTIVIDADES DE OBRA EN LA FASE DE ACABADOS A CONTROLAR CON LA APLICACIÓN TIC.

3.1.1 *Actividades que se realizan en la fase de acabados y selección de 5 de estas.*

- Pintura
- Estucado
- Revoque
- Carpintería metálica
- Carpintería de madera
- Pisos en vinilo
- Vidriería
- Pisos
- Morteros
- Cielos falsos
- Persianas
- Sanitarios
- Lavamanos
- Puertas
- Enchapes
- Cerramientos

Selección de 5 de estas actividades: morteros, pisos (estampillado de baldosa de grano), revoques, estucado, cielos falsos.

En la investigación realizada en la empresa Convel S.A.S. se observó históricamente que en los últimos cinco (5) años estas actividades son las que han tenido mayor incidencia en reclamaciones por el cliente, debido a que los controles en la ejecución de las mismas no fueron realizados con las técnicas adecuadas y no se encontró evidencia clara del control durante su ejecución. Es importante mencionar, que en la mayoría de los casos son subcontratos que la empresa celebró con terceros y que debido a la gran rotación de personal que tienen estas empresas, no se tiene en muchas ocasiones trabajadores calificados para la ejecución de estas actividades en obra.

3.1.2 Investigar y recoger información de obra sobre los procesos constructivos de las 5 actividades seleccionadas.

A continuación se muestra la información recopilada, fruto del conocimiento adquirido del trabajo en Convel S.A.S., de la información recogida con personal de obra como maestros y encargados de los contratistas y de un documento de calidad de Convel S.A.S. específicamente, del procedimiento para la instalación de pisos (estampillado de baldosa de grano), haciendo uso del documento de calidad "colocación de piso en baldosa de grano" edición 5 (Código CPO-002).

Mortero de piso

Condiciones generales

El mortero debe cumplir con una resistencia mínima requerida de 175 kg/cm² y que tenga una plasticidad y consistencia adecuada para el asentamiento y colocación de la baldosa (Convel S.A.S, s.f.).

Se debe utilizar malla electrosoldada para el mortero de pega, esta puede ser una malla D-50 o la sugerida por el ingeniero calculista. La función de esta es guiar las fisuras causadas por la contracción y expansión del módulo de piso hacia las juntas (Convel S.A.S, s.f.).

El espaciamiento entre las juntas de contracción son determinadas por el espesor del mortero más la baldosa, el espaciamiento entre estas debe ser entre 20 y 25 veces dicho espesor. El espesor mínimo de dicho conjunto debe ser de 0.10 m de los cuales 0.08 m corresponden a la pega y 0.02 m al espesor de la baldosa o piso que el mortero vaya a soportar (Convel S.A.S, s.f.).

También se deben prever juntas donde la estructura lo exija.

Requisitos previos a la instalación

Se debe verificar que toda la ductería de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias que van por debajo del mortero ya estén instalada.

La losa sobre la cual va a ser aplicado el mortero debe estar limpia.

Aplicación

Primero debe ponerse una capa de geotextil sobre la superficie sobre la que va ir el mortero, de tal manera que este quede independizado de la losa de concreto (Convel S.A.S, s.f.).

Se debe poner la malla electrosoldada sobre la superficie en la cual va a ser aplicado el mortero (Convel S.A.S, s.f.).

Se deben poner maestras de mortero hasta la altura que se tiene previsto y se verifican con un nivel y el metro.

Se procede a realizar las fajas maestras. Para hacer estas se debe lanzar mortero entre las maestras relleno el espacio que hay entre estas y puliéndolas por medio de un codal usando como guía las maestras formando fajas horizontales o con la inclinación que se indique en los planos.

Se riega revoque entre las fajas maestras hasta llenar los espacios entre estas completamente, luego se esparce y se quita el material sobrante por medio del codal. Las fajas maestras deben servir de guía para el codal, de manera que el material esparcido por medio de este conforme una superficie totalmente plana.

Estampillado de baldosa de grano.

Objetivo

Describir la manera adecuada de instalar la baldosa de grano.

Condiciones generales

La baldosa debe cumplir ciertos requisitos y someterse a los ensayos de calidad requeridos por la obra

El mortero de apoyo de la baldosa debe cumplir con una resistencia mínima requerida de 175 kg/cm² y que tenga una plasticidad y consistencia adecuada para el asentamiento y colocación de la baldosa (Convel S.A.S, s.f.).

Se debe utilizar malla electrosoldada para el mortero de pega, esta puede ser una malla D-50 o la sugerida por el ingeniero calculista. La función de esta es guiar las fisuras causadas por la contracción y expansión del módulo de piso hacia las juntas (Convel S.A.S, s.f.).

El espaciamiento entre las juntas de contracción son determinadas por el espesor del mortero más la baldosa, el espaciamiento entre estas debe ser entre 20 y 25 veces dicho

espesor. El espesor mínimo de dicho conjunto debe ser de 0.10 m de los cuales 0.08 m corresponden a la pega y 0.02 m al espesor de la baldosa (Convel S.A.S, s.f.).

También se deben prever juntas donde la estructura lo exija.

Requisitos previos a la instalación

A la hora de recibir la baldosa se debe revisar que esta llegue en buenas condiciones y que las dimensiones de estas sean las correctas, teniendo una tolerancia de 2 mm en la suma de dos dimensiones y una tolerancia de 6 mm para el espesor en dos puntos diferentes de la baldosa.

Se deben realizar pruebas de estanqueidad y presión en las tuberías de abastos, aguas lluvias, aguas negras y ventilación antes de iniciar la instalación de la baldosa.

Instalación

Se deben definir y marcar los niveles de piso acabado.

Se verifica que la superficie de la losa este limpia.

Se coloca geotextil o plástico perforado.

Se distribuye la malla electrosoldada de acuerdo a la modulación de la baldosa y la localización de las juntas (Convel S.A.S, s.f.).

Se colocan las hiladas de baldosas madrinas sobre la mezcla de concreto con la consistencia adecuada la cual conserve su nivel una vez asentada y se verifica que las escuadras se cumplan perfectamente.

Se colocan el resto de baldosas asentándolas de igual manera al paso anterior, respetando las pendientes y las juntas.

Una vez colocada las baldosas, se colocan todas las platinas en los las juntas estructurales y de dilatación. Esta platina debe atravesar el concreto de pega hasta la losa, garantizando la no continuidad de este. Es muy importante que se levante la malla electrosoldada hasta aproximadamente la mitad de la altura del concreto de pega antes de asentar la baldosa.

El piso ya colocado se debe proteger del tráfico y se debe esperar un mínimo de 10 días para poder proceder a lechar el piso en baldosa (Convel S.A.S, s.f.).

Transcurridos estos 10 días se debe limpiar la superficie de las baldosas y las juntas, retirando cualquier residuo o material extraño. Estando limpia la superficie se procede a lechar con un material que garantice la uniformidad del color en el acabado final. Primero

se extiende una lechada líquida por medio de una escoba y luego una lechada de consistencia más pastosa por medio de una llana (Convel S.A.S, s.f.).

No antes de 10 días de haber echado la lechada se procede a destroncar la baldosa con piedra No. 80, protegiendo previamente las paredes, zócalos, puertas y marcos. Los bordes y zócalos deben ser trabajados con pulidora manual (Convel S.A.S, s.f.).

Una vez realizado el destronque y limpiada la superficie se extiende de nuevo una lechada y se deja secar por 24 horas (Convel S.A.S, s.f.).

Una vez transcurridas las 24 horas se procede a pulir la baldosa con piedra entre No. 80 y piedra No. 200. Posteriormente se deben retirar los residuos (Convel S.A.S, s.f.).

Transcurridas 72 horas se procede a realizar una pulida final con tacos de madera y tela de fique o tapete con una solución de agua con ácido al 12 % (Convel S.A.S, s.f.).

Luego, si se quiere dar brillo a la baldosa, se pule nuevamente con piedra No. 200 y se repule No. 400 y disco de plomo (Convel S.A.S, s.f.).

Protección

Se debe proteger el piso con una capa de carnaza o con cartón y plástico. Antes de la entrega final la protección debe ser retirada y el piso debe ser lavado con agua y jabón neutro, se debe cambiar el agua hasta remover totalmente el jabón.

Mantenimiento y brillo

Para hacer mantenimiento y conservar el brillo de la baldosa, se deben seguir las recomendaciones que se dejara por escrito por el fabricante de la misma.

Revoque

Objetivo

Describir la manera adecuada de revocar un muro.

Condiciones generales

La superficie del muro a revocar debe estar limpia y libre de contaminantes, el polvo y todo tipo de material que impida la correcta adherencia del revoque debe ser limpiado y retirado.

Si el revoque se va a hacer sobre ladrillo estos deben ser humedecidos previamente para que no roben humedad a la mezcla de revoque.

El revoque debe tener un espesor entre 1.5 cm 2 cm.

El mortero debe ser preparado según la dosificación especificada en el plan de calidad

Aplicación

Se deben ubicar las maestras en las esquinas superiores del muro, dejando aproximadamente unos 50 cm entre el borde del muro y la maestra y unos 15 cm entre el techo maestra.

Las maestras deben estar distanciadas aproximadamente 1.7 m entre ellas si se utiliza un codal de 2 m de largo. Si el muro es lo suficientemente largo, se deben ubicar maestras en entre las maestras de las esquinas, para ubicar estas se hilan las maestras de las esquinas y se ubica o se ubican las maestras intermedias a hilo de las maestras orilleras.

Se deben ubicar las maestras en la parte inferior y central del muro a plomo con las maestras previamente ubicadas en la parte superior.

Se procede a realizar las fajas maestras. Para hacer estas se debe lanzar mortero entre las maestras rellenando el espacio que hay entre estas y puliéndolas por medio de un codal usando como guía las maestras de forma que se formen fajas verticales, las cuales están a plomo.

Se lanza por medio de un palustre revoque entre las fajas maestras hasta llenar los espacios entre estas completamente, luego se esparce y se quita el material sobrante por medio del codal. Las fajas maestras deben servir de guía para el codal, de manera que el material esparcido por medio de este conforme una superficie plana y a plomo.

Estucado

Objetivo

Describir la manera adecuada estucar un muro.

Condiciones generales

La superficie debe estar limpia y libre de todo material o impureza que impida la adecuada adherencia del estuco sobre la superficie como el polvo, la grasa, etc. De no ser así se deberá limpiar la superficie con un cepillo y posteriormente lijarse.

En caso de existir huecos o fisuras en la superficie, deben ser resanadas.

La superficie debe estar constituida con un fraguado de al menos 20 días.

No deben existir humedades remanentes en la superficie a estucar.

Aplicación

Tras verificar las condiciones adecuadas de la superficie para la aplicación del estuco, se debe asegurar que el ambiente donde se aplicara el estuco no este expuesto a humedad y este fuera del alcance de lluvias en las horas posteriores de la aplicación de este mismo.

Preparar los utensilios y herramientas a utilizar para la aplicación del estuco, estos son: llana, llana, espátula, lija de agua numero 200 o mayor y estopa.

Preparar la cantidad necesaria de estuco, de manera que no quede ninguna zona de la superficie sin aplicar el producto. Revolver el producto en un envase hasta lograr una textura homogénea y uniforme.

Esparcir el estuco con la llana sobre la superficie combinando los sentidos de aplicación del producto, alternando entre sentido vertical y horizontal, de esta manera se lograra una buena nivelación de la superficie.

Se deben aplicar tantas manos como sea necesario para alcanzar la textura y el acabado que se desee, esto sin dejar secar el estuco. Por lo general se requieren entre 3 y 4 manos.

Entre cada mano de aplicación del producto se debe limpiar la superficie de excesos y acumulación de producto en zonas determinadas, de tal manera que cada mano sea lisa y uniforme.

Se deja secar el estuco y se procede a lijar la superficie.

Se retira de la superficie con una estopa, el polvo generado por la lijada.

Se procede a dar la primera mano de pintura

Se da una segunda de pintura.

Construcción de cielo falso

El cielo falso es un conjunto de placas rígidas que están soportados sobre una retícula metálica la cual a su vez está anclada a la losa de concreto. El objetivo de esta es tapar la losa y las tuberías de las redes que quedarían a la vista, mejorando de esta manera la estética del lugar haciéndolo ver más limpio.

Objetivo

Describir la manera adecuada de instalar el cielo falso.

Requisitos previos a la instalación

A la hora de recibir los paneles se debe revisar que estos lleguen en buenas condiciones y que las dimensiones de estas sean las correctas, estos deben llegar secos, exentos de grumos, con una superficie uniforme y sin de fisuras.

Se debe verificar que todas las redes y todas las actividades previas a la instalación del cielo falso ya hayan finalizado.

Instalación

Se deben definir y marcar los niveles del cielo falso.

Se ancla la retícula metálica según los planos, respetando las medidas, cumpliendo con los niveles y las alturas que se especifican en este mismo.

Se verifica la que la retícula esté debidamente asegurada y se verifica su rigidez.

Se anclan las placas de yeso a la estructura metálica con tornillos autoperforantes siguiendo la geometría de la retícula metálica y fijándonos que los paneles queden todos a nivel y que cumplan la plenitud entre placas con el codal.

Se aplica con una espátula masilla sobre la cabeza de los tornillos y las juntas que quedan entre las placas.

Se pega una cinta de papel sobre las juntas y se retira el exceso de masilla con la espátula desde el centro hacia los bordes y se deben retirar las rebabas en caso de que quede alguna. Al terminar de aplicar la masilla se debe dejar secar.

Se da una segunda mano de masilla con una espátula de mayor tamaño (30 cm) y esparciendo una mayor área. Al terminar de aplicar esta segunda mano se deja secar la masilla.

Se da una mano con algún sellante antes de pintar

Se procede a dar la primera mano de pintura

Se da una segunda de pintura.

3.2 DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS DEL PROCESO DE CONTROL.

La aplicación debe permitir el ingreso de información rápidamente y de forma sencilla, de tal manera que esta pueda ser utilizada por cualquiera de las obras y permita controlar diferentes parámetros de la obra.

Dichos parámetros son

- Calidad de construcción en la ejecución de la actividad
- Presupuesto
- Avance de obra
- Tiempos de ejecución
- Control de materiales

Para poder controlar estos es necesario

- Medir y recopilar datos
- Analizar y comparar
- Realizar acciones correctivas

Por efectos del alcance de este trabajo de grado la propuesta de la aplicación tic solo controlará la calidad técnica, presupuesto y avance de obra de las 5 actividades seleccionadas.

3.2.1 Medición y recopilación de datos

3.2.1.1. Calidad técnica de construcción: Se debe supervisar los procesos constructivos de las actividades, tomar nota de la forma en cómo se están ejecutando y de la calidad del acabado final de estas mismas.

3.2.1.2. Presupuesto: Se debe identificar cual es el presupuesto que hay para cada una de las actividades.

- 3.2.1.3. Avance de obra:** Se debe identificar cuales actividades de obra se han ejecutado y que tanto se ha avanzado en cada una de ellas. Se debe pintar en un plano que ítems se han realizado en cada actividad. Actualmente este control se lleva de esta manera pero de forma física en papel y funciona muy bien, pero tiene un inconveniente, se requieren muchas hojas con diferentes planos para poder hacer el control de las diferentes actividades. La idea es dejar de hacer este control manualmente y hacerlo de forma virtual.
- 3.2.1.4. Tiempos de ejecución:** Cada residente debe medir una serie de tiempos para poder estimar un tiempo promedio de ejecución de cada una de las actividades que se quiera controlar, esto debe hacerse en cada obra ya que estos tiempos varían dependiendo de la experiencia y habilidad del trabajador. Si dicha actividad consta de varias etapas deben tomarse varias medidas de tiempo de cada una de sus etapas, con el objetivo de establecer un tiempo promedio de ejecución de cada una de estas.
- 3.2.1.5. Control de materiales:** Debe medirse o cuantificarse el consumo promedio de materiales en cada actividad. Este dato sería ingresado con anterioridad en la aplicación desde la oficina central de Convel S.A.S.

3.2.2 Analizar y comparar

- 3.2.2.1. Calidad de construcción:** Se deben analizar la información obtenida en la medición y recopilación de datos y debe verificarse la calidad de los acabados de la actividad ejecutada, identificando las falencias o errores que en esta se puedan presentar.
- 3.2.2.2. Presupuesto:** Con base en el presupuesto que hay para cada una de las actividades, se debe analizar que el porcentaje de avance en las actividades ejecutadas equivalga a la cantidad de plata imputada a dicha actividad.
- 3.2.2.3. Avance de obra:** Se debe analizar y planear cual es la siguiente actividad a realizar, buscando construir los ítems que estén en la ruta crítica, de tal manera que se construyan primero los ítems que liberen más actividades y abran más tajo a la obra. Se aclara que la opción "avance de obra" de la aplicación no busca que esta misma sirva para programar las actividades, sino como apoyo para ver el avance de obra y facilite la programación de las tareas. En las obras de Convel se hace comité de programación semanalmente, es por esto que remplazar esta con la aplicación no sería de gran ayuda, debido a que en estos comités se discuten múltiples temas, con los cuales se llegan a soluciones que ayudan al avance de la obra.
- 3.2.2.4. Tiempos de ejecución:** Se debe verificar que los avances de las actividades estén acorde con el cronograma y a los rendimientos promedios de esta misma.
- 3.2.2.5. Control de materiales:** Se debe analizar si el consumo de materiales de las actividades está de acuerdo con el rendimiento de materiales promedio. El presupuesto realizado por Convel S.A.S para cada una de sus obras tiene incluido los desperdicios y los reprocesos, en caso de estar gastando más

material del presupuestado, es posible que se esté malgastando el material e incluso que se estén robando este mismo.

3.2.3 Realizar acciones correctivas

3.2.3.1 Calidad de construcción: En caso que se encuentre algún error constructivo o inconformidad en el acabado de alguna actividad se debe corregir hasta obtener un acabado que satisfaga los estándares de calidad exigidos por Convel.

3.2.3.2 Presupuesto: Si se presenta el caso en que la cantidad de plata imputada en la actividad equivale a un porcentaje de avance menor que lo previsto, es posible que se esté incurriendo en un porcentaje mayor de desperdicio que el calculado inicialmente, por lo tanto se tiene que controlar más a detalle la actividad para poder identificar el causante del aumento en los desperdicios y realizar los cambios necesarios para acoplarse a los gastos inicialmente calculados en el presupuesto. Si la cantidad de plata imputada en la actividad equivale a un porcentaje de avance mayor que el teórico es posible que se esté omitiendo algún costo o que se esté omitiendo algún paso en la realización de la actividad, por lo tanto se tendría que incluir el costo si este fuera el caso o realizar la actividad como realmente debe ser ejecutada.

3.2.3.3 Avance de obra: Se deben construir los ítems que fueron planeados en el análisis del avance de obra.

3.2.3.4 Tiempos de ejecución: En caso que los tiempos de ejecución sean mayores a los estimados se debe identificar la causa o motivo de retraso en los tiempos de ejecución de la actividad y tomar las medidas para que esto no siga pasando y se cumplan los tiempos estimados en el cronograma inicial, ya que este no solo atrasa las actividades posteriores sino que también aumenta los costos.

3.2.3.5 Control de materiales: El consumo de materiales debe estar muy aproximado del consumo promedio, de no ser así se debe prestar atención y buscar el porqué de la desviación del consumo con respecto al consumo promedio, y tomar las medidas necesarias para acercarnos lo más posible a este, ya que un mayor consumo implica un aumento en el desperdicio, o incluso puede significar que estén sacando material sin autorización de la obra, y un consumo muy por debajo puede darnos indicios que no están haciendo la actividad correctamente.

Para concluir los temas planteados en la en los requerimientos y parámetros de control, se debe medir y recopilar datos, luego se analizan y se comparan los datos obtenidos y por último se toman las acciones correctivas pertinentes. Luego se vuelve a empezar de nuevo con el mismo proceso formando así un ciclo. Es importante que este proceso sea constante y se haga periódicamente, de esta manera no se acumularán errores y se podrá tener control de los anteriores parámetros.

3.3 DESARROLLAR LOS FORMULARIOS PARA LA APLICACIÓN TIC, NECESARIOS PARA RECOPIACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA POR MEDIO DE LOS SMARTPHONES O TABLETAS.

A continuación se muestran cada una de las preguntas de los formatos de control y la forma como se visualizará en el computador. En los dispositivos móviles, debido a su reducido espacio en la pantalla, irán apareciendo cada uno de los campos de cada pregunta a medida que están van siendo llenados.

Tabla 1.

Formulario de la actividad cielo falso

	Actividad: Cielo falso						
	Fecha revisión			Ver ejemplo de como debe funcionar la foto del detalle y la ubicación del plano			
	Ubicación general				Verejemplo		
	Estado de inspección	Área	Ubicación	Observaciones	Acción correctiva	Foto del detalle	Ubicación en plano
Antes de iniciar instalación del cielo falso en drywall							
Antes de iniciar instalación del cielo falso en drywall							
Verificar que la instalación de redes y otras actividades previas a la instalación del cielo falso ya hayan finalizado	Pendiente	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Los paneles de drywall están en buenas condiciones	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Se verifica que los niveles estén bien marcados?	Pendiente	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Después de instalar el cielo falso en drywall							
Después de instalar el cielo falso en drywall							
El cielo quedó al nivel adecuado?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
La superficie del cielo falso quedó plana? Cumple con el codal?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Se verifica que la retícula este debidamente asegurada y rígida	Reprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Se dejaron las dilataciones en la unión del cielo con la pared?	Pendiente	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
No hay rebabas ni exceso de masilla?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Se verifica que la masilla este bien esparcida y tape bien las juntas y la cabeza de los tornillos	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
Antes de pintar							
Antes de pintar							
Se dejó secar totalmente la masilla?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
después de pintar							
después de pintar							
Queda la superficie con un color uniforme?	Pendiente	Texto	Texto	Texto	Texto	Abre cámara	Abre carpeta de imágenes
←							
Página principal							
		Firma residente o código			Firma interventor o código		
Botón guardar (después de guardado no se puede modificar la información ingresada)							

Tabla 2.

Formulario de la actividad revoque

	Actividad: Revoque				
	Fecha revisión				
	Ubicación general				
	Estado de inspección	Área	Ubicación	Observaciones	Acci
Antes de iniciar el revoque	Antes de iniciar el revoque				
La superficie del muro se encuentra limpia y libre de rebabas?	Pendiente	Texto	Texto	Texto	
El muro fue humedecido antes de aplicarse el revoque. Aplica si el muro es de ladrillo	Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Después de revocar	Después de revocar				
El revoque tiene un espesor entre 1 y 2 cm	Reprobado	Texto	Texto	Texto	
La superficie del muro quedó plana? Cumple con el codal a 45°?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	
La superficie queda uniforme	Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se verifica que el revoque quede adecuadamente adherido al muro	Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Se dejaron dilataciones en las zonas que lo requerían	Aprobado	Texto	Texto	Texto	
el revoque fue curado durante los primeros 3 días	Aprobado	Texto	Texto	Texto	
					
Página principal	Firma residente o código			Firma interventor	

Botón guardar (después de guardado no se puede modificar la información ingresada)

Tabla 3.

Formulario de la actividad estucado

	Actividad: estucado				
	Fecha revisión				
	Ubicación general				
	Estado de inspección	Área	Ubicación	Observaciones	Acción correctiva
Antes de iniciar el estucado	Antes de iniciar el estucado				
La superficie del muro se encuentra limpia y libre de rebabas?	Pendiente	Texto	Texto	Texto	Texto
El ambiente se encuentra libre de humedad y del alcance de lluvias	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto
Después de haber aplicado el estuco	Después de haber aplicado el estuco				
La superficie del muro quedó plana? Cumple con el codal?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto
La superficie queda lisa y uniforme	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto
Antes de pintar	Antes de pintar				
Se dejó secar totalmente el estuco y se lijó?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto
después de pintar	Después de pintar				
Queda la superficie con un color uniforme?	Aprobado	Texto	Texto	Texto	Texto
					
Página principal	Firma residente o código			Firma interventor o código	
Botón guardar (después de guardado no se puede modificar la información ingresada)					

Tabla 4.

Formulario de la actividad mortero


	Actividad: Mortero					
	Fecha revisión					
	Ubicación general					
	Estado de inspección	Área	Ubicación	Observaciones	Acciones	
Antes de iniciar el revoque	Antes de iniciar el revoque					
La superficie se encuentra limpia y libre de rebabas?	Pendiente	Texto	Texto	Texto		
Se coloca el geotextil sobre la superficie	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
Se tienen todas las redes?	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
Después realizar la actividad	Después realizar la actividad					
El mortero tiene un espesor mínimo de 8 cm	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
La superficie del mortero quedó plana? Cumple con el codal?	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
La superficie queda uniforme y con la textura adecuada	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
El mortero quedó al nivel adecuado	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
El piso tiene la pendiente adecuada	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
Se dejaron dilataciones en las zonas que lo requieran	Aprobado	Texto	Texto	Texto		
						
Página principal						
		Firma residente o código				Firma interventor o
Botón guardar (después de guardado no se puede modificar la información ingresada)						

Tabla 5.

Formulario de la actividad baldosa en grano

Actividad: baldosa en grano						
Fecha revisión						
Ubicación general						
		Estado de inspección	Área	Ubicación	Observaciones	Acción
Antes de iniciar instalación de piso en baldosa		Antes de iniciar instalación del cielo falso en drywall				
Se reviso la calidad del material de instalación y el lote de este mismo		Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Se realizó un aseo riguroso?		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se tienen todas las redes?		Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Se instaló geotextil o plástico perforado?		Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Se coloca la maya electrosoldada		Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Se verifica que los niveles estén bien marcados?		Pendiente	Texto	Texto	Texto	
Después de instalar el piso en baldosa		Después de instalar el cielo falso en drywall				
Se verifica que no hayan piezas cocas		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se verifica que no hayan piezas despicadas		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se verifica ortogonalidad entre piezas		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
El piso tiene la pendiente adecuada		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Correcta ubicación de dilataciones		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
El piso quedó al nivel adecuado		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Aplicación de la lechada		Antes de pintar				
Se realizó un aseo y limpieza de juntas		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se esperan 10 días antes de la aplicación de la lechada		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Se distribuye la lechada de manera uniforme sin dejar partes sin lechar		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Pulido de baldosa		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Repulido de baldosa		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
Brillo de baldosa		Aprobado	Texto	Texto	Texto	
←						
Página principal						
				Firma residente o código		
				Firma interventor o		

3.4 PROPONER EL ENTORNO VISUAL DE LA APLICACIÓN TIC, QUE PERMITA AL USUARIO DESPLAZARSE ATRAVÉS DE LOS ELEMENTOS DE NAVEGACIÓN DE LA APLICACIÓN, HACIENDO POSIBLE EL INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA.

3.4.1 Definir la apariencia y los botones que tendrá la aplicación TIC y



Ilustración 1. Página principal



Imagen sacada de <http://www.layfiac.com/wp-content/uploads/sectores-construccion-1002.jpg>

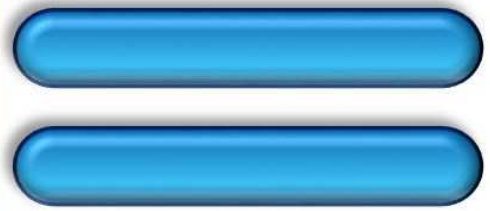


Imagen sacada de <http://convel.com.co/>

Ilustración 2. Avance de obra



Imagen sacada de http://1.bp.blogspot.com/-2ln8ISZJrMI/U5bHZ1q8cYI/AAAAAAAAAFdg/BX1gLR-zs/s1600/budget_1.jpg



Imagen sacada de <http://convel.com.co/>

Ilustración 3. Presupuesto

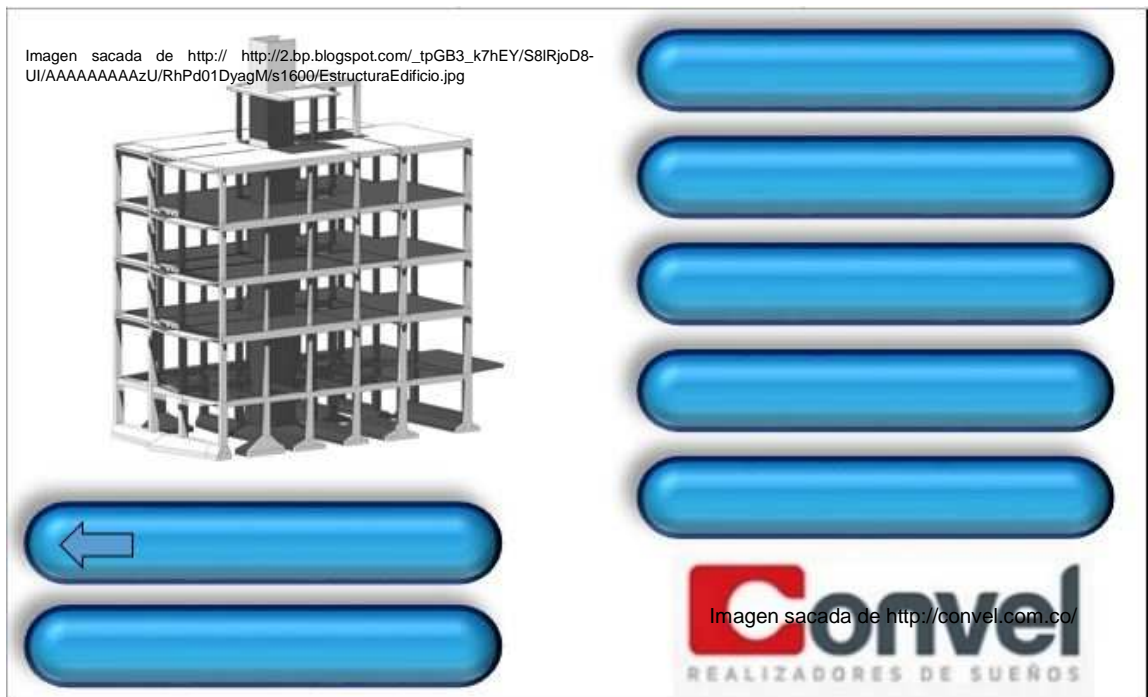


Ilustración 4. Fase en que se encuentra la estructura

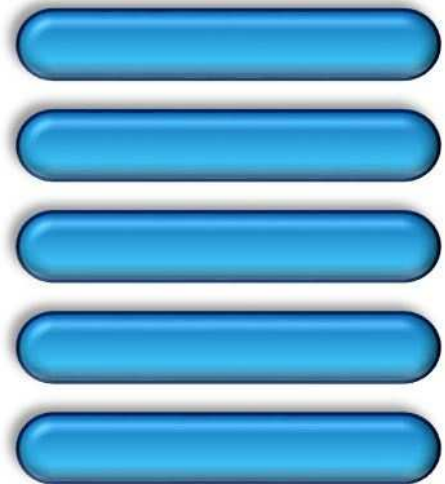


Imagen sacada de <http://convel.com.co/>

Ilustración 5. Fase de acabados

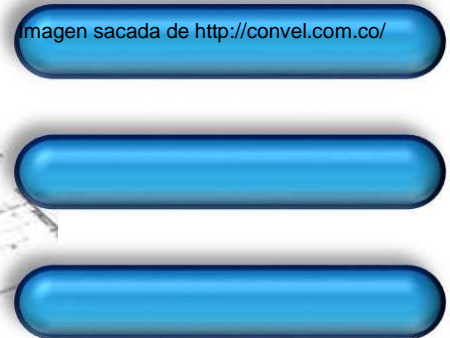
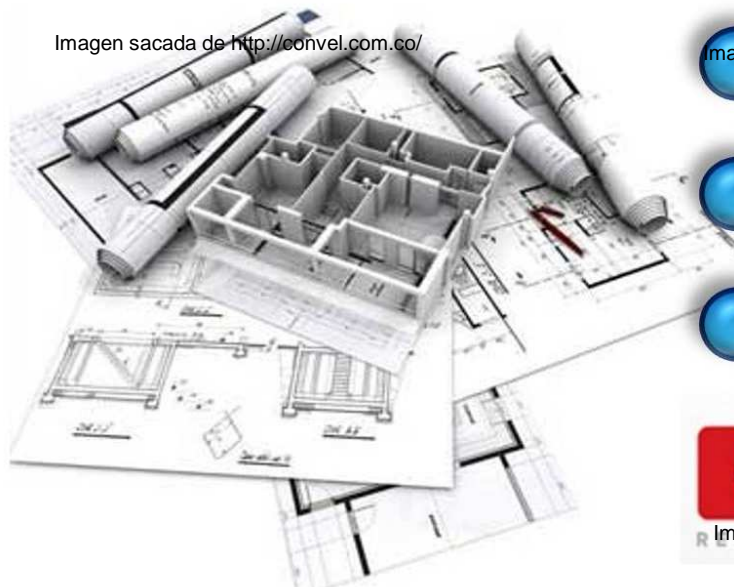


Imagen sacada de <http://convel.com.co/>

Ilustración 6. Controles técnicos

3.4.2 Describir que se mostrará al hacer click en cada uno de los botones de la aplicación TIC.

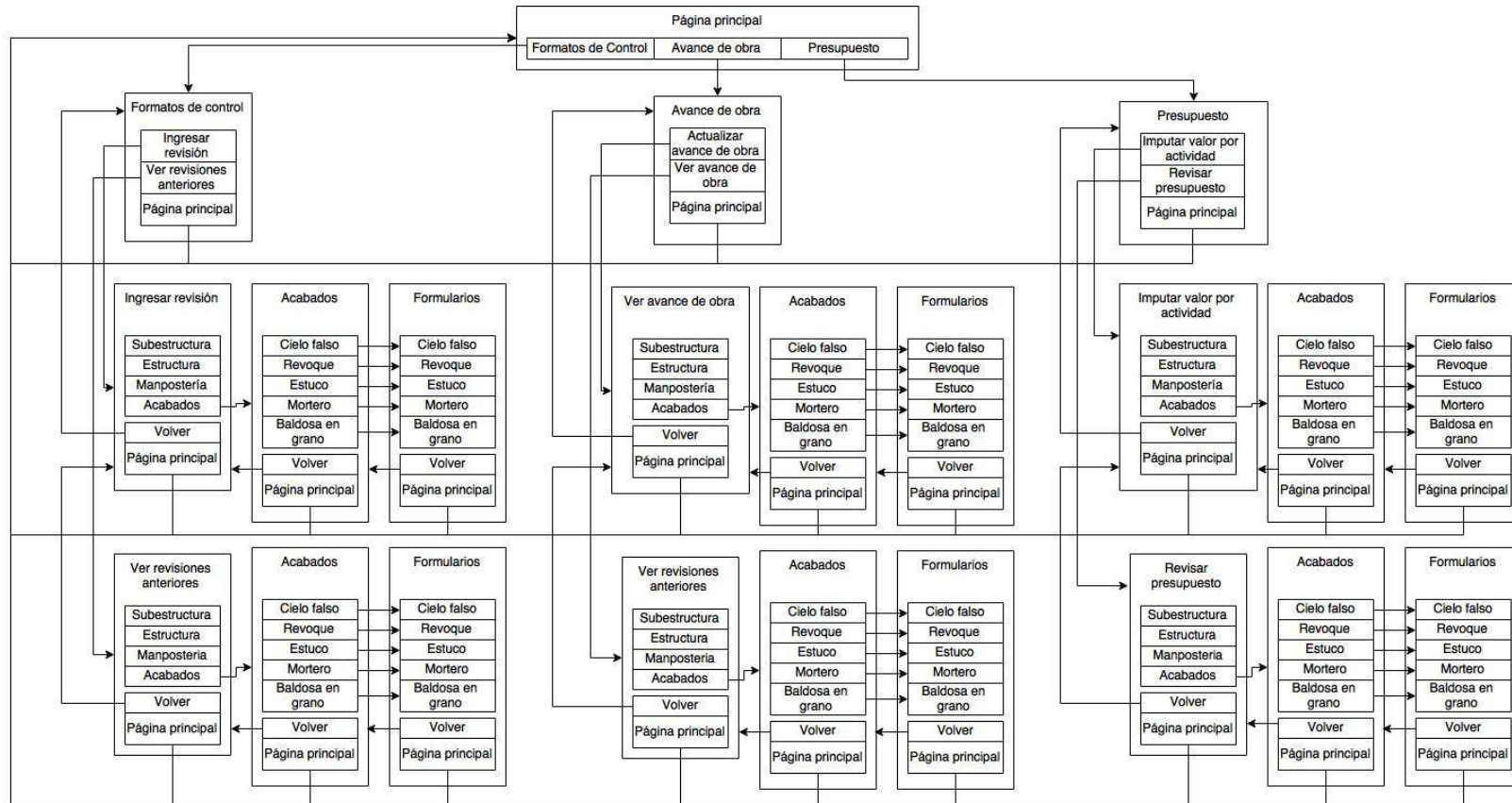


Ilustración 7. Interconexiones entre cada uno de los botones

3.4.3 Definir las conexiones que habrá entre la información recogida con la aplicación TIC y la plataforma virtual.

Inicialmente se pensaba utilizar el aplicativo en tableta o celular solamente para recopilar la información y que posteriormente se visualizará desde una plataforma virtual, pero por efectos de practicidad se decidió que era mejor que todo esto se pudiera hacer desde el mismo aplicativo. El aplicativo también puede ser abierto desde un computador utilizando internet.

3.5 DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS TICS A UTILIZAR EN LAS OBRAS DE CONVEL.

3.5.1 ¿Definir qué tipo de red se utilizará?

Dentro de la obra y para los equipos fijos se usará conexión de banda ancha con proveedores locales (UNE-CLARO-TELMEX).

Para los equipos portátiles se usará la misma conexión de banda ancha pero a través de enrutadores WiFi.

Para los equipos móviles se usará la red WiFi cuando esté disponible, la red 3G de los equipos cuando el WiFi no tenga cobertura y adicionalmente se desarrollará un módulo para ingresar la información "sin conexión", lo que nos permitirá sincronizar los datos una vez tengamos señal de internet.

3.5.2 Definir cuáles dispositivo serán utilizados para la recopilación de información

La recopilación de datos se podrá realizar mediante cualquier dispositivo móvil (Tableta, Celular, Portátil), y con cualquier sistema operativo (iOS, Android, Windows Mobile).

Preferiblemente se utilizarán tabletas Samsung por su alto rendimiento, bajo costo a comparación de Apple y por su versatilidad en comparación con los portátiles o computadores de mesa.

3.5.3 ¿En qué formato será guardada la información recopilada en los formularios?

La información recopilada será guardada en formato PDF.

3.5.4 Definir el tipo de seguridad que se manejará para controlar el acceso a información confidencial y manipulación de la información recopilada.

Inicialmente se implementará un sistema de seguridad que valida usuarios y contraseña, de ser necesario se recurrirá al uso de token virtual (Código de seguridad adicional enviado al celular para poder iniciar sesión en el aplicativo).

Adicionalmente, el acceso al servidor de datos donde se encuentra alojado el aplicativo, puede estar condicionado al paso por un sistema de seguridad tipo VPN (Virtual Private Network) a través de un servidor de seguridad local.

Por último, el sistema lleva un registro de actividad permanente, lo que facilita los informes de rastreo de eventos. Lo anterior significa que el administrador, ante una eventualidad puede: rastrear qué usuario realizó qué movimiento en el aplicativo, en qué fecha y a qué hora y desde qué dirección IP.

El aplicativo será alojado en un HOSTING DEDICADO. Este es un servidor alojado en un proveedor de servicios internacional, cuyas características básicas pueden ser: Procesador Intel Xeon de 2.4ghz, RAM de 32GB, Disco de 2TB. Esta alternativa libera de configuraciones locales, permitiendo que una empresa especializada y con las medidas de seguridad y redundancia adecuadas, administre la información y el aplicativo. Se exigirá una disponibilidad del servicio del 99.9%. Este sistema exige conexión a internet permanente.

3.6 IMPLEMENTAR EL SISTEMA PROPUESTO POR MEDIO DE UNA PRUEBA PILOTO QUE NO IMPLIQUE LA UTILIZACIÓN DE LA RED.

Se hizo una simulación del funcionamiento de la aplicación Excel, la cual sirve como guía para que un programador desarrolle la aplicación para Smartphone o tableta.

3.7 DEFINIR PLAN DE MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA A REALIZAR.

3.7.1 Definir cada cuanto sería recomendado hacer mantenimiento y corregir los errores que se presenten en la aplicación.

El ingeniero informático Weimar Pavas, el cual tiene un amplio conocimiento en el diseño y desarrollo de aplicaciones TIC debido a su trabajo en "Pavas tecnología", considera que se debe hacer un plan de mantenimiento de bases de datos cada 3 meses. En caso de un mal funcionamiento de la aplicación o que se presenten conflictos con el dispositivo móvil o tableta, la aplicación enviará información detallada directamente al programador sobre los errores para solucionar estos lo más pronto posible. La solución del error dependerá de que tan grave sea este, si el problema es muy grave o difícil de solucionar se cree que 3 días es el tope máximo que se demorarán en solucionarlo, si los errores son de solución sencilla se podrán solucionar el mismo día.

3.7.2 ¿Programar cada cuánto se deben hacer actualizaciones y mejoras a la aplicación?

Según Weimar pavas, se considera que:

El sistema debe contar con revisiones y mejoras periódicas en la fase inicial, la cual durara 3 meses, en esta se recibirán nuevas ideas que surjan por parte de los usuarios.

Se deben programar actualizaciones cada 6 meses, basadas en las sugerencias de los usuarios para el mejoramiento de la aplicación en general y de su rendimiento.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se determinó cuales actividades iban a ser controladas por la aplicación web para el alcance de este trabajo. Se encontró que las actividades que incurrían en más reclamaciones y postventas eran las de mortero, instalación de piso (baldosa en grano), revoque, estuco y cielo falso. Es por esto que estas 5 actividades que fueron escogidas para su investigación y desarrollo de formatos de control.

Se investigó sobre cada una de las actividades seleccionadas, las cuales iban a ser utilizadas dentro del aplicativo. Esto para poder realizar posteriormente los formularios para el control de calidad de las actividades.

Se definieron los parámetros y requerimientos del proceso de control con el cual iba a estar enfocado la recopilación y análisis de datos, de tal manera que la información recogida fuera útil para los usuarios del aplicativo.

Con el conocimiento obtenido en la investigación, se desarrollaron los formularios necesarios para recopilar la información de las 5 actividades seleccionadas. Los formularios que se desarrollaron sirven tanto para tabletas y smartphones como para computadores, la diferencia reside en la forma como es vista en cada uno de los dispositivos. En los smartphones debido a su reducido tamaño de pantalla las preguntas irán apareciendo una por una en la pantalla, a diferencia de cómo se visualiza en los computadores, ya que en estos se ve todo el formulario completo en la pantalla.

Se propuso el entorno visual de la aplicación web que va a utilizar TIC, el cual permite al usuario desplazarse a través de los elementos de navegación de la aplicación, haciendo posible el ingreso y visualización de la información de las actividades de obra.

Se determinaron las características de las TICs a utilizar en las obras de Convel S.A.S., las cuales fueran adecuadas y se ajustaran a las necesidades del aplicativo. Se definió el tipo de red, los tipos de dispositivos a utilizar y el tipo de seguridad que debe usar el aplicativo. Con la ayuda del ingeniero de sistemas Weimar Pavas, fue posible recoger información para el desarrollo del aplicativo, la cual no hace parte del conocimiento de un ingeniero civil, es por esto que su ayuda fue de gran importancia para definir características del aplicativo, como el almacenamiento del aplicativo en un hosting dedicado el cual estuviera condicionado a pasar por un sistema de seguridad virtual tipo VPN.

Se desarrolló la simulación del funcionamiento del aplicativo en Excel, en el cual se pudo apreciar la interacción del usuario en este mismo. Este sirve como ayuda para mostrar a la persona que vaya a desarrollar el aplicativo como se espera que funcione este mismo.

Se definió el plan de mejoramiento y mantenimiento del sistema el cual fuera adecuado para el óptimo funcionamiento del aplicativo.

En la simulación del aplicativo se puede ver que este es una herramienta muy intuitiva y de fácil manejo, la cual sería de gran ayuda para los profesionales de obras que llevan el control de las actividades.

Poder llevar registro fotográfico y la reducción de papeleo, inducida por el cambio de la forma de llevar los formatos, pasando de un formato físico a uno virtual, son de gran ayuda para una buena gestión de los formatos de control de calidad.

Aunque el alcance del trabajo de grado solo incluía la fase de acabados de obra, se seguirá desarrollando el aplicativo para que este sirva de ayuda en las demás etapas constructivas. Se ve mucho potencial en este aplicativo, es por esto que se iniciará el desarrollo de este mismo y se empezará a utilizar en una de las obras de Convel S.A.S. específicamente en la obra torre Punto Clave.

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Se lograron los objetivos planteados para una necesidad de llevar los controles en obra de manera virtual, pero se puede seguir trabajando en el desarrollo del aplicativo para profundizar aún más en determinados ítems de este mismo.

El control de ciertas funciones de la obra se vuelve más práctico debido a las bondades y facilidades que nos brinda la tecnología. Es por esto que el aplicativo se desarrollara y será implementado en la obra Punto Clave, pero no solo en las actividades de acabado sino también en el resto de actividades del plan de calidad de Convel S.A.S.

El estudio e investigación sobre ciertos temas de informática y programación son esenciales para el desarrollo de un aplicativo.

Para un posterior trabajo, se podría buscar la vinculación del aplicativo con otras plataformas virtuales de las cuales hace uso Convel S.A.S.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 10 Of The Best Apps For Construction Projects. (11 de 3 de 1014). Obtenido de FiTCoM : <http://fitcom.co/2013/05/20/10-of-the-best-apps-for-construction-projects/>
- Alejandro Ramón, & Rodríguez , M. (2 de Abril de 2014). *Expansión*. Obtenido de Control presupuestario: <http://www.expansion.com/diccionario-economico/control-presupuestario.html>
- Alliey, A. M. (Agosto de 2009). DISEÑO DE LA INTERFAZ GRAFICA WEB EN FUNCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de http://www.palermo.edu/dyc/maestria_diseno/pdf/tesis.completas/43.luzardo.pdf
- Balbi , C., & González, M. (31 de 08 de 1999). Sistema de Gestión para la Construcción de Obras. Chaco, Argentina.
- Bureau Veritas. (2 de Abril de 2014). Obtenido de World Leader in Testing, Inspection and Certification Services: http://www.bureauveritas.com.mx/wps/wcm/connect/bv_commx/local/services+sheet/service_sheet_10423
- Census. (22 de Abril de 2014). *Census*. Obtenido de <https://www.census.gov/const/C30/definitions.pdf>
- Dessau. (2 de Abril de 2014). Obtenido de Ingenieria y construccion: <http://www.dessau.com/es/servicios/gestion-y-construccion>
- Eafit y Cidico. (11 de 03 de 2014). *Eafit y Cidico trabajan en la gestión de la construcción*. Obtenido de Culturaemedellin: http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/MiEmpresa/Noticias/Paginas/Cidico_construccion_100423.aspx
- Escuela de Ingenieria de Antioquia. (22 de Abril de 2014). Obtenido de <http://estructuras.eia.edu.co/estructurasl/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>
- Escuela de Ingenieria de Antioquia. (28 de Abril de 2014). Obtenido de classrooms saber eia: <http://classrooms.saber.eia.edu.co/20141/pregrado/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=2784>
- Estrada, G. G. (s.f.). Gregorio García Estrada.
- Health and Safety Authority. (22 de Abril de 2014). *Health and Safety Authority*. Obtenido de http://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Construction/Definition_of_Construction_Final.pdf

- POCH. (2 de Abril de 2014). *Construction managment, Supervisión y Control de Obras*. Obtenido de <http://www.pochcorp.com/main/get/83>
- Quality in construction*. (11 de 3 de 2014). Obtenido de <http://www.qualityinconstruction.com/9-apps-for-inspections-on-site/>
- Vasquez, A. (2 de Abril de 2014). *Slideshare*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/anthuanabad/elaboracin-y-control-de-presupuesto>
- Escuela de Ingenieria de Antioquia*. (22 de Abril de 2014). Obtenido de <http://estructuras.eia.edu.co/estructuras/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>
- Estrada, G. G. (s.f.). Gregorio García Estrada.
- Convel S.A.S. (s.f.). *Colocacion de piso en baldosa de grano*. Medellin.
- EMB CONSTRUCCIÓN. (Agosto de 2012). *EMB CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=1157>
- Molinare, A. (21 de Junio de 2015). *Archdaily*. Obtenido de <http://www.archdaily.co/co/02-156508/las-ventajas-mas-importantes-del-bim#>
- FAJARDO, W. J. (19 de Junio de 2015). *Universidad Javeirana*. Obtenido de <http://portales.puj.edu.co/wjfajardo/ADMINISTRACION%20DE%20OBRAS/PROGRAMACION/Programacion%20de%20Obra.pdf>
- Microsoft Developer Network. (s.f.). *Service Oriented Architecture (SOA)*. Recuperado el 20 de Junio de 2015, de Microsoft: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb833022.aspx>
- Service Orientation. (20 de Junio de 2015). *Service-Oriented Principles*. Obtenido de Service Orientation: <http://serviceorientation.com/index.php/serviceorientation/index>

ANEXO 1