

ANEXOS 1. CORRELOGRAMA DE RESULTADOS

Date: 04/02/18 Time: 21:28
Sample: 1 3555
Included observations: 3555
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob...
1 -0.00...	-0.00...	0.0009			
2 0.003 0.003	0.0291	0.865			
3 0.007 0.007	0.2104	0.900			
4 0.016 0.016	1.1043	0.776			
5 0.005 0.005	1.1891	0.880			
6 0.010 0.009	1.5184	0.911			
7 -0.00... -0.00...	1.5748	0.954			
8 -0.03... -0.03...	4.7863	0.686			
9 0.011 0.010	5.1942	0.737			
1... 0.007 0.007	5.3834	0.800			
1... -0.00... 0.000	5.3835	0.864			
1... -0.01... -0.00...	5.7056	0.892			
1... 0.008 0.008	5.9584	0.918			
1... 0.022 0.022	7.7078	0.862			
1... 0.007 0.006	7.8678	0.896			
1... -0.01... -0.01...	8.5828	0.898			
1... -0.00... -0.00...	8.6952	0.925			
1... 0.005 0.005	8.7967	0.946			
1... -0.00... -0.00...	8.8019	0.964			
2... 0.015 0.014	9.5934	0.962			
2... 0.009 0.010	9.9047	0.970			
2... 0.023 0.025	11.861	0.943			
2... -0.02... -0.02...	13.744	0.910			
2... 0.010 0.008	14.129	0.923			
2... -0.00... -0.00...	14.131	0.944			
2... 0.008 0.008	14.357	0.955			
2... -0.02... -0.02...	16.334	0.928			
2... 0.019 0.018	17.574	0.916			
2... 0.002 0.003	17.589	0.936			
3... 0.019 0.020	18.862	0.925			
3... -0.00... -0.00...	19.011	0.940			
3... 0.009 0.009	19.301	0.950			
3... -0.01... -0.01...	19.687	0.956			
3... 0.008 0.007	19.918	0.965			
3... 0.014 0.011	20.633	0.965			
3... -0.02... -0.01...	22.095	0.956			
3... -0.00... -0.00...	22.346	0.964			
3... -0.00... 0.000	22.350	0.973			
3... -0.01... -0.01...	22.694	0.977			
4... 0.012 0.013	23.240	0.979			
4... -0.00... -0.00...	23.538	0.982			
4... 0.037 0.038	28.568	0.929			
4... 0.034 0.034	32.625	0.850			
4... 0.005 0.002	32.723	0.872			
4... 0.010 0.010	33.059	0.886			
4... 0.033 0.031	36.996	0.796			
4... 0.002 0.002	37.016	0.825			
4... 0.005 0.003	37.117	0.849			
4... 0.008 0.007	37.362	0.866			
5... -0.01... -0.01...	37.717	0.879			
5... -0.00... -0.00...	37.755	0.899			
5... -0.00... -0.00...	37.757	0.916			
5... 0.005 0.006	37.834	0.930			
5... 0.013 0.014	38.481	0.933			
5... -0.02... -0.02...	40.171	0.919			
5... 0.022 0.019	41.866	0.904			
5... 0.019 0.019	43.159	0.896			
5... 0.022 0.022	44.846	0.878			
5... -0.01... -0.01...	46.125	0.870			
6... -0.01... -0.02...	47.131	0.867			
6... -0.00... 0.001	47.131	0.887			
6... 0.008 0.007	47.359	0.900			
6... 0.006 0.003	47.474	0.913			
6... 0.022 0.021	49.196	0.898			
6... 0.036 0.040	54.018	0.809			
6... -0.00... -0.00...	54.221	0.827			
6... 0.023 0.019	56.175	0.800			
6... 0.005 0.001	56.277	0.822			
6... 0.055 0.058	67.204	0.504			
7... -0.00... -0.00...	67.341	0.534			
7... -0.01... -0.01...	67.765	0.553			
7... 0.020 0.019	69.278	0.536			

INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Innovación tecnológica en supervisión de obras

Ing. Luis Alberto Soliz Franco.

Ingeniería Civil, Docente Titular C e Investigador de la Carrera Ingeniería Civil de la Facultad de ciencias Exactas y Tecnología de la U.A.G.R.M.

RESUMEN

Se explica las variaciones del tiempo en exceso Las estadísticas de diferentes entidades e instituciones dan cuenta de un crecimiento sostenido en inversiones inmobiliarias en el país que no solamente son inversiones locales sino también inversiones extranjeras, en hoteles, condóminos, grandes centros comerciales, oficinas y otros. Existe mucha competencia en las inversiones en estos rubros y en muchos casos los inversionistas introducen como parte de su marketing que las construcciones que ofrecen son de alta calidad y serán respaldadas con certificaciones como ISO, LEED u otras. Por tal razón desde los diseños de la arquitectura y las especialidades de las ingenierías se tienen en cuenta las especificaciones técnicas que cumplan las exigencias de las futuras certificaciones para la construcción. El rol fundamental de la supervisión está en el control y seguimiento de la obra para que la construcción cumpla con la calidad exigida en

las especificaciones técnicas, el cumplimiento de los plazos de construcción y cumplimiento de los costos previstos. Por otra parte, cada vez más en la construcción se introducen nuevas tecnologías tanto en materiales como en metodologías constructivas. Un efecto importante de la aplicación de nuevas tecnologías es la reducción de los plazos de la construcción y los costos de la construcción. En la elaboración de los diseños de estas construcciones participan cada vez más especialidades como ser el proyecto de arquitectura, el proyecto estructural, el proyecto hidrosanitario, el proyecto de combate incendio, el proyecto de Corrientes débiles, el proyecto de climatización, el proyecto de fachadas y cerramientos, el proyecto eléctrico, el proyecto de paisajismos, etc. Las nuevas tecnologías en la construcción a su vez exigen una actualización tecnológica permanente de los profesionales que forman parte del equipo de Supervisión de obra. Este equipo de supervisión debe tener también los especialistas de supervisión en cada una de

las especialidades indicadas anteriormente. Acompañando a la parte tecnológica de control de la calidad de obra es necesaria aplicar tecnología en el manejo del gran volumen de información que genera el proceso constructivo y la respectiva supervisión.

En consecuencia, esta investigación está dirigida a presentar las innovaciones tecnológicas que hoy exige una Supervisión de Obra especialmente en la construcción de edificios. Las metodologías utilizadas son el fruto de tecnologías actualmente aplicadas por el autor en la supervisión de varios edificios que suma más de doscientos mil metros cuadrados y que se realiza a través de la empresa Consultora MAC S.A. Ingeniería.

Palabras claves: Tecnología, innovación, supervisión, construcción, obras, diseños, consultoría, inmobiliaria, inversiones.

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción constituye uno de los pilares fundamentales de la economía con un crecimiento sostenible en la ciudad de Santa Cruz y en el eje troncal del país. La gestión 2016 (según datos oficiales del INE) alcanzó un índice de 9,5% hasta octubre, con tendencia a subir por los nuevos emprendimientos públicos y privados de magnitud, algunos en fase inicial y otros que arrancaron entre 2017 y 2018.

La Cámara de la Construcción de Santa Cruz (CADECOCRUZ) a través de su Observatorio Urbano (OBU) que realizó el Sexto Censo de la Construcción, identificó 3.5 millones de m² en construcción en las ciudades del eje troncal del país (Santa Cruz, La Paz y Cochabamba) y mostró una tendencia promedio que supera los 3 millones de m² anuales entre 2014 y 2016, que significa una inversión privada anual cercana a los 2.000 millones de dólares.

Santa Cruz, es el mercado inmobiliario con

mayor rentabilidad. Cada vez más familias optan por invertir en su primera vivienda, las empresas adquieren terrenos, los inversores apuestan por el crecimiento urbanístico de la zona, y las propuestas arquitectónicas no paran de crecer.

a. Las principales características de la construcción del sector inmobiliario son:

- Existe demanda en sectores de vivienda, hoteles, condominios y otros que ha generado la presencia de inversionistas no solo nacionales sino también internacionales a la luz de una macro estabilidad económica del país que hace atractiva la inversión extranjera.
- Franquicias de comercios, marcas, hoteles, empresas multinacionales que proyectan instalarse en este país y que existe mucha competencia entre sí, exige construcciones con sus propios estándares internacionales.
- Además de altos estándares en diseños, exigen altos estándares en calidad de obra lo cual su vez requiere de la introducción de nuevas tecnologías en los procesos constructivos.
- Por otra parte esos altos niveles deben estar certificados, lo que significa requisitos de certificaciones por normativas de reconocimiento mundial como una ISO o una LEED.
- Al ser inversiones inmobiliarias, por supuesto que deben tener la mayor rentabilidad posible en un equilibrio entre calidad y costo.
- Como cualquier inversión requiere de financiamiento lo cual significa que el plazo de construcción es un factor muy importante por los costos financieros que implica.
- Por su parte el sector financiero exigirá garantías y por lo tanto también le interesa saber el estado de avance y cumplimiento del cliente a quien financia.

- Las empresas constructoras a cargo de la ejecución de las obras y las empresas que la supervisan no solamente deben atender los aspectos técnicos en relación al cumplimiento de la calidad establecida en las especificaciones técnicas, sino también de la estructuración y manejo del gran volumen de información técnica y administrativa.
- En nuestro país cada vez existe mayor exigencia de información requerida por instancias gubernamentales que tienen que ver con controles impositivos, laborales y medioambientales que requieren de sistemas completos de información técnica administrativas.
- El control de calidad y seguimiento de obra en la cual debe intervenir una supervisión se refiere tanto a aspectos técnicos, administrativos y también financieros.

b. Los principales aspectos son:

- **Control de Diseños:** Por lo general al inicio de la construcción se tienen los diseños de todas las especialidades, completos y aprobados, sin embargo siempre pueden existir modificaciones de las cuales hay que llevar un registro para que todas las especialidades dispongas de la misma información. En un edificio de mucha superficie y muchos pisos pueden haber más de mil planos. Por otra parte, es necesario que cada cambio que se produce en la modificación de una especialidad requiere de la compatibilización con las demás.
- **Control de Calidad:** En una construcción la calidad debe estar expresamente definida en las especificaciones técnicas de cada una de las especialidades que intervienen en la construcción. En este aspecto el rol fundamental de la supervisión es hacer que el constructor las cumpla. El control de calidad no solo es el cumplimiento de las

especificaciones técnicas de los materiales, sino, también si los mismos son colocados en la forma correcta y en la dimensiones que establecen los planos.

En el caso de estructuras una falla en dimensiones o falta de las cantidades correctas en los diámetros especificados, puede comprometer la estabilidad de la estructura, de la misma manera en las especialidades de hidrosanitaria y electricidad.

Esta es una de las fundamentales funciones de la Supervisión, advirtiendo a tiempo a la empresa constructora en caso que sea necesario realizar las correcciones que correspondan. Cabe mencionar que por las nuevas tecnologías que se aplican en procesos constructivos los tiempos para revisión son muy cortos, por ejemplo, hoy en día se realizan estructuras de hormigón armado construyendo una losa cada diez o quince días, de importantes superficies, lo que requiere de un buen equipo de supervisión para la revisión y poder aprobar los vaciados del concreto.

- **Control de cronogramas y plazo de obra:** Por lo general la empresa constructora tiene un plazo establecido contractualmente y que es el resultado de un cronograma de obra que ha presentado en su propuesta y actualizado al inicio de la construcción. Es responsabilidad de la Supervisión hacer cumplir dicho plazo llevando un control diario del avance de obra para prevenir posibles desviaciones. Es importante mencionar que si bien los atrasos implican multas por día para el constructor, esto no resuelve otros temas como costos financieros o compromisos del inversionista con quienes adquieren parte del inmueble con pagos anticipados.

En la construcción de una edificación, si bien existe inicialmente la construcción

de la obra gruesa, después de un tiempo junto con ella, se ejecutan las obras de las especialidades y después en conjunto con la obra fina, por lo que es necesario compatibilizar el cronograma de todos, y es responsabilidad de la Supervisión el control y seguimiento en conjunto.

- **Control de Volúmenes de Obra:** Por lo general las obras están itemizadas, es decir que su presupuesto consta de una determinada cantidad de ítems de obra con ciertas cantidades o volúmenes, por lo tanto es necesario en forma periódica realizar las mediciones de dichos volúmenes para constituirse en la llamada planilla de avance de obra que además dará curso al certificado de Obra, que es el documento de solicitud de pago por el avance en el período determinado. El contratista o empresas constructora es la encargada de la elaboración de las planillas de avance de obra y es responsabilidad de la Supervisión la verificación que dicho volúmenes correspondan a los realmente ejecutados.
- **Modificaciones de Contrato:** Si bien en una obra, que tiene un proyecto definido, los volúmenes de obra están establecidos, siempre existe la posibilidad de modificaciones. La cantidad de modificaciones es inversamente proporcional a la calidad de los diseños, mientras más estudios y análisis se hubiera realizado en la etapa de los diseños habrá menos modificaciones. Por lo general existe los siguientes tipos de modificaciones: i) Orden de Trabajo cuando se realiza pequeñas modificaciones que no significan variación de costos o modificaciones de plazo, ii) Orden de Trabajo cuando existen modificaciones de volúmenes que implica variación de costo de la obra y posibles modificaciones de plazo y iii) Contratos Modificatorios cuando existen

ítems de nuevos de obra o modificaciones importantes en el diseño de la obra que también implican modificaciones de costos y plazos.

En las obras del sector público estas modificaciones están muy bien establecidas y es responsabiliza de la Supervisión su análisis valoración y aprobación para ponerla en consideración de la entidad contratante.

- **Control de equipo de Obra:** Los equipos de obra son componente del costo directo de un ítem de obra junto con la mano de obra y los materiales. Los equipos tiene una mayor incidencia en obra como la viales, sin embargo en obra de edificios de gran altura, y por la condiciones de suelo de nuestra región, es necesario la construcción de pilotes de fundación que en la actualidad se realizan con equipos de alta tecnología. Se requiere hacer el control de los equipos porque de ellos depende muchas veces parte importante del plazo de construcción. En general en las obras se lleva lo que se llama el Parte Diario de Equipo donde se consigna la obra, el operador, el tipo de equipo y las horas de trabajo diario. Es importante remarcar que los equipos consumen bastante combustible y se vuelve un insumo de gran incidencia cuando en la obra hay muchos equipos. Es responsabilidad de la Supervisión que los equipos de la empresa constructora estén en buenas condiciones de operación controlando el rendimiento de los mismos y en su caso exigir la adecuación de los mismos.
- **Control Contractual:** La relación entre las partes, contratante y contratistas están regidas por un contrato, que es ley entre partes. Muchas veces existen cláusulas contractuales que pueden generar dudas en su interpretación. Las

diferentes interpretaciones algunas veces pueden generar controversias que puede implicar grandes diferencias de costo para la obra. Forman parte de un contrato los planos y las especificaciones técnicas. Es responsabilidad de la Supervisión la buena interpretación equilibrada de los aspectos legales, que no solo están en la redacción del contrato sino también de las especificaciones técnicas, planos y detalles constructivos.

Como se puede observar las funciones de una Supervisión de obra son muy diversas y que tiene que ver con aspecto técnicos, administrativo, legales y financieros.

2. LA INNOVACION TECNOLOGICA

a. Objetivos.-

El **Objetivo General** es mostrar el estado del arte actual de los procesos constructivos en nuestro medio y mostrar metodologías de supervisión de las obras con innovación tecnológica que acompañe a las actuales tendencias.

Los **Objetivos Específicos** son: a) evaluar la eficiencia y eficacia de las metodologías tradicionales de supervisión b) analizar, estructurar y organizar los requerimientos actuales para una supervisión que responda a las exigencias del mercado actual c) identificar los aspectos más importantes para organizar los procesos de supervisión. d) desarrollar metodologías innovadoras para una eficiente y eficaz supervisión de obra. e) Proponer sistemas de Inteligencia de Negocio para la supervisión de obras de acuerdo a las prácticas locales de la ingeniería.

b. Metodología.-

La metodología de análisis utilizada para el desarrollo de la presenta investigación, ha sido fundamentalmente la evaluación del “estado

del arte” de los procesos de Supervisión que se ha realizado en nuestro medio y la experiencia en la introducción de tecnología innovadoras que ha realizado el autor en la Supervisión de varios edificaciones de importancia, a efecto de hacer más eficiente y eficaz dicho proceso.

Se puede observar en la ciudad que existen muchas edificaciones y mucha de gran importancia, sin embargo, haciendo las investigaciones del caso muchas de ellas han sido construidas por empresas constructoras por lo general seleccionadas por el contratante entre empresas que presentaron propuestas a su solicitud. En el proceso constructivo el contratante no ha colocado equipos de supervisión sino en algunos casos algún profesional ingeniero o arquitecto para que le han algún seguimiento de obra.

En muchas construcciones sobre todo aquellas medianas o pequeñas el dueño ha confiado en el profesional que dirige la obra quien a su vez ha realizado la subcontratación de la mano de obra.

También existe en el medio mucha construcción en la cual el dueño contrata directamente a subcontratistas de la mano de obra y él se encarga de la provisión de los materiales. Muchas de estas, son construcciones clandestinas e incluso fuera de norma y sin ninguna supervisión técnica. También se ha conocido de muchos desastres, en especial por mala construcción de la estructura o por malas instalaciones eléctricas.

En el inciso a) del apartado 5 de este documento se ha descrito con bastante detalle las principales características y exigencias del sector inmobiliario actual, lo cual lleva a la convicción de la necesidad de una buena supervisión.

La metodología de la supervisión también ha requerido de un análisis de la normativa actual en relación a las construcciones y que están

establecidas en Código de Urbanismo y Obra del Municipio de Santa Cruz de la Sierra. Con toda la información del estado del arte y las exigencias actuales esta investigación presentará muchas innovaciones tecnológicas para la supervisión de obra producto de la experiencia real supervisiónes de obras.

c. Normativa.-

Como se expresó anteriormente, tanto para obras públicas como privadas el Código de Urbanismo y Obra (CUO) expresa lo siguiente:

“Art. 198 Supervisión Técnica de obra.- Este servicio consiste en el control técnico de la obra, para asegurarse que la ejecución de una obra pública o privada sea realizada de acuerdo con las condiciones del contrato y las especificaciones técnicas, conforme a los proyectos aprobados, que se sigan procesos constructivos acordes con la naturaleza de la obra, y se cumpla con los plazos, cuidando los intereses del propietario.

Si la Supervisión Técnica es realizada por una persona natural, se lo denomina como Supervisor de Obra. Si la Supervisión Técnica fuera una persona jurídica, tiene obligación de contratar a un profesional habilitado y calificado para asumir la responsabilidad de la obra y/o de la especialidad que ejecuta, en nombre de la empresa, como Supervisor de Obra, con la que son solidarios en los aspectos de responsabilidades,

La Supervisión Técnica, debe estar contratada de forma obligatoria para edificaciones medianamente complejas, complejas y molestas/peligrosas.”

La realidad actual es el bajo cumplimiento de esta normativa y el municipio que tiene la obligación de control, no tiene la capacidad operativa para hacerlo, sin embargo es una obligación y quien no cumpla puede tener

sanciones. Para que una construcción obtenga la Licencia de Construcción, previamente los proyectos de ingeniería deben ser presentados en la Sociedad de Ingenieros para su “visado”. Para cada una de las especialidades, Estructuras, Hidráulico, Sanitario, Eléctrico, Combate Incendio, existen normativas de cumplimiento obligatorio para la aprobación de los diseños.

El Código de Urbanismo y Obras tiene una Comisión Permanente que se encarga de la revisión del Código y su actualización. El nuevo Código ha sido aprobado por ley municipal el 2014 y una actualización del 2015. En la actualidad existe en el Consejo Municipal para su aprobación, una nueva actualización.

El autor de este artículo es representante de la Sociedad de Ingenieros en la Comisión Permanente del Código de Obra y se puede informar que cada vez la normativa del control urbano en las construcciones es mayor. El Municipio, por normativa tiene la obligación de realizar por lo menos 3 Inspecciones a las obras, una el inicio de obra, otra intermedia y otra la final de la obra para dar la certificación de habétese.

En conclusión, la Supervisión de obra está normada y es obligatoria, el tema es cuál es el nivel de supervisión que hoy exige la competencia y el mercado.

Como parte central de la investigación sobre el tema a continuación se presentan la más importante innovación tecnológica aplicada en supervisión de obra.

6.1. - CONTROL DE AVANCE DE OBRA.-

El control de avance de obra se lo realiza a partir del presupuesto de obra que contiene la descripción de los ítems de obra, sus cantidades, la unidad de medida, su precio unitario y el precio total del ítem y la suma de estos el presupuesto total de la obra.

Como responsable de control y seguimiento

de obras en algunas empresas, el autor ha desarrollado un sistema informático completo para el control de obra. Este sistema llamado SYCOBRA (con derechos reservados de autor), permite una automatización completa del seguimiento de obra y que contiene dos módulos.

Módulo de obra.

- Datos del proceso de contratación, datos Contractuales, información administrativa del Contratante, del Contratista, del Fiscal, de la Supervisión y del Financiado
- Planilla de Avance de Obras Generación automática de Certificado de Pago
- Control de cumplimiento de garantías.
- Control de materiales en bodega
- Control de otros pagos y otros descuentos
- Control de Órdenes de Trabajo, Órdenes de Cambio y Contratos Modificatorios.
- Cronograma de Obra
- Control de Pagos
- Información de planillas por grupos de ítems
- Resumen de todas las planillas con: Avance físico, avance financiero, pago y descuentos de anticipos, líquidos pagados, saldo por pagar, plazo de ejecución, plazos vencidos y plazos por vencerse.

Módulo Gerencial

- Proceso de toda la información de todas las planillas del Módulo de Obra generando una BASE de DATOS con más de 90 campos de información.
- Reportes de estado de Avance físico y financiero de todas las obras.
- Reporte de plazos cumplidos o por cumplirse de todas las obras
- Reporte pagos y descuentos de anticipos de todas las obras.
- Reporte de Montos y Plazos de las Órdenes de Cambio y Contratos Modificatorios de todas las obras.
- Reporte de estado de cumplimiento de

garantías, por tipos de garantías, entidades financieras, etc.

- Reporte de toda la información económica, financiera, modificaciones, etc. de todas las planillas de todas las obra.

TODOS LOS REPORTES SE GENERAN AUTOMATICAMENTE DE LAS BASE DE DATOS, EN SEGUNDOS

TODOS LOS REPORTES ADEMÁS SE LOS PUEDE SELECCIONAR POR: CONTRATANTE, POR CONTRATISTA, POR FINANCIADOR, POR DEPARTAMENTOS, POR PROVINCIAS, POR MUNICIPIOS, POR LOCALIDADES, POR ESTADO DE LA OBRA, POR EL TIPO DE OBRA, POR SUPERVISORA, POR FISCALIZACIÓN, POR GESTION.

Se muestran un tipo de reporte gerencial:

Obra	CONTRATANTE
PAVIMENTACIÓN KM SSSSSSSSSSS	GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ
PAVIMENTACIÓN TRAMO CARRETERO XXXXXX	ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS
PAVIMENTACIÓN YYYYYYYYYYYYY	ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS
PUENTE SOBRE EL RIO ZZZZZ	ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS
PUENTE SOBRE EL RIO WWWWWW	GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ

Obra	MONTO CONTRATO
VIMENTACIÓN KM SSSSSSSSSSS	44.579.500,00
VIMENTACIÓN TRAMO CARRETERO XXXXXX	12.345.564,00
VIMENTACIÓN YYYYYYYYYYYYY	48.334.288,00
ENTE SOBRE EL RIO ZZZZZ	23.398.000,00
ENTE SOBRE EL RIO WWWWWW	19.594.000,00

TIPO CONTRATANTE

PAVIMENTO ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS

PUENTE PUENTE

Son innumerables de este tipo de reportes que tiene las características que con un solo “click”, se pueden hacer filtros por cualquiera de los criterios definidos.

El mayor valor agregado de estos reportes de información de avance de obra es que totaliza la información de montos, plazos, estados financieros, etc., que da una visión general

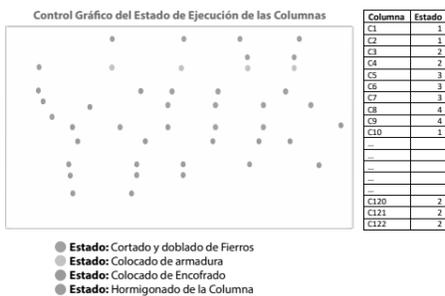
del estado económico y financiero de la obra y de todos los subcontratos de especialidades, es decir una información completa de la obra, pero también de varias obras si es necesario. El sistema ahorra muchas horas de trabajo y reduce al mínimo la posibilidad de errores. Y lo que es más importante que se puede tener la información en tiempo real.

6.2.- SEGUIMIENTO DE OBRA POR ESTADOS.-

Sistema SMARTGRAPH

Para el seguimiento del estado de avance físico de los diferentes elementos constructivos como fundaciones, columnas, vigas, losas, etc., se ha desarrollado el sistema informático SMARTGRAPH que se trata de una estructura en plataforma Excel, que dibuja en escala y automáticamente con distinciones de colores el estado constructivo de cada elemento como por ejemplo en una columna mostrará los estados de i) cortado y doblado de fierros, ii) colocado de las armaduras, iii) encofrado y iv) vaciado del hormigón. El levantamiento de la información será muy fácil a través de "tabletas" que mediante recorrido en obra solo es necesario colocar un número según el estado del elemento.

Se muestra un ejemplo del Estado de Avance de Ejecución de las Columnas de un edificio en el que con solo introducir en una tabla el estado de cada columna se genera automáticamente el dibujo siguiente.



6.3.- CONTROL DE INSUMOS Y MATERIALES.-

En obras de gran magnitud la cantidad de materiales es inmensa y responsabilidad de la Supervisión controlar las cantidades que llegan a obra, las cantidades que se utilizan en la obra, cruzar la información con las guías de entrega de los proveedores y reportar al contratante en caso que sea éste quien realiza la provisión de materiales como en algunos casos de construcción por el modelo de "suma alzada". Este control no sería eficiente y eficaz o requeriría de mucho personal, si no se utiliza una buena tecnología de sistemas de información "en línea" para obtener reportes en forma automática.

Este cuadro muestra un resumen del uso de materiales de acero y hormigón. La información está en Bases de Datos de la cual se generan diversos "dash board" con muchos filtros de información incluso con lo que llama escala de tiempo, es decir obtener la información entre una y otra fecha que desee el usuario.

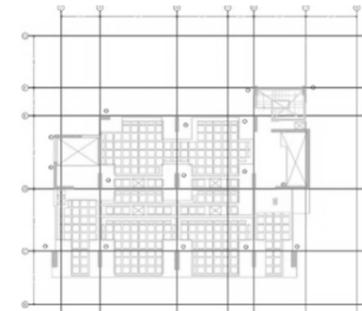
El control de materiales, la Supervisión lo realiza a medida que llega a obra, por lo que en una obra de grandes dimensiones y con muchas especialidades el control es prácticamente diario. Los datos básicos solo se introducen a la base de datos maestra.

Los datos se transforman en información la información se transforma en conocimiento y el conocimiento en lo que se llama Business Intelligence o Inteligencia de Negocios, que es la tendencia corporativa mundial. La aplicación de la Inteligencia de Negocios a la Construcción es toda una ciencia y que será objeto del autor en la Investigación que realizará en el 2019.

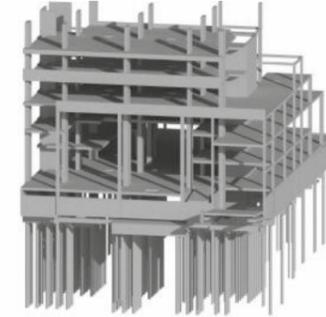
Es posible obtener en forma automática esta información gracias a la tecnología que se ha desarrollado en la empresa MAC S.A. a cargo de la supervisión.

6.4.- SISTEMA BIM.-

Software de Modelado de información de Construcción (BIM, Building Information Modeling). Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. BIM es un paradigma del dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión. De este modo, Revit provee una asociatividad completa de orden bi-direccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. Un modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación. Esto se hace posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura de Revit, a la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos.



Se muestra una vista del estado de avance de una obra en planta y en corte el avance de la obra en color verde, el modelo en tres dimensiones del BIM Es parte del llamado RDO



(Reporte Diarios de Obra) que se elabora todos los días. En el desarrollo se realiza conexiones directas y automáticas con Excel que permiten actualizar cada avance que se realiza en la obra. Esta tecnología se está usando cada vez más desde el diseño de los proyectos.

Este sistema de reporte permite a ejecutivos e inversionista tener al día la información del avance de la obra si requerir de número o cantidades técnicas que a veces no le dan la idea de la realidad.

Se puede disponer en una misma plataforma, y en tres dimensiones, la arquitectura, las estructura y las instalaciones pudiendo observar las interferencias que existen entre ellas.



Esta es una combinación de REVIT (BIM) con Excel para en forma automática desde tablas de Excel se modifica el gráfico en 3 dimensiones en el que se muestra el estado de avance de la estructura por diferentes colores.

6.5. INSTRUMENTACION DE ESTRUCTURAS

Con el avance de la tecnología es posible realizar instrumentación y monitoreo de estructuras por ejemplo para medir deformaciones en pilotes de fundación, control de desplazamientos en vigas de puentes, inclinación de edificios.

Celda de carga en pilote para medir deformaciones



6.7. USO DE MATERIALES LA OBRA

El control del uso de los materiales en la obra es parte fundamental porque pueden afectar al presupuesto de la obra, ya sea por descontrol de desperdicios o por hurtos que se producen y no son detectados a tiempo.

Es de suma importancia tener en obra un buen almacén con los controles de inventarios de ingreso de los materiales y sobre todo que la salida de los mismos se controle hacia que parte de la obra de utilizaran.

Es parte de la supervisión realizar este control ya que se trata también de un tema financieros para saber en qué tiempo se requieren los materiales y cuando se los usa para no tener pasivos en obra que no son utilizados a medida que se compran.

También, si no se introduce tecnología de información para este control puede ser tarde cuando se dan cuenta que ha habido fugas de materiales.

A continuación se muestra un sencillo ejemplo de la construcción de 10 viviendas a las cuales se les lleva el control diario de los insumos que ingresan y donde se ocupan.

DATOS DEL ALMACENERO SOLO ESTAS 4 COLUMNAS				ESTO SE GENERA AUTOMATICAMENTE		
Casa No	Insumo	Cantidad	Fecha	Unidad	Pu	Pt
1	Cemento	100,00	1/8/2016	Bolsa	60,00	6.000,00
2	Cemento	50,00	2/8/2016	Bolsa	60,00	3.000,00
1	Ripio	10,00	3/8/2016	m3	120,00	1.200,00
3	Arena	5,00	2/8/2016	m3	100,00	500,00
5	Ayudante	8,00	4/8/2016	Dia	100,00	800,00
4	Ladrillo	1.000,00	5/8/2016	pza	1,00	1.000,00
1	Ladrillo	2.000,00	6/8/2016	pza	1,00	2.000,00
2	Ladrillo	500,00	6/8/2016	pza	1,00	500,00
5	Cemento	200,00	7/8/2016	Bolsa	60,00	12.000,00
2	Ripio	10,00	8/8/2016	m3	120,00	1.200,00
4	Cemento	200,00	8/8/2016	Bolsa	60,00	12.000,00
1	Piomo	20,00	8/8/2016	Dia	200,00	4.000,00
2	Albañil	30,00	8/8/2016	Dia	200,00	6.000,00
3	Ayudante	20,00	9/8/2016	Dia	100,00	2.000,00
1	Fierro 12mm	10,00	10/8/2016	Barra	50,00	500,00
2	Fierro 12mm	20,00	11/8/2016	Barra	50,00	1.000,00
3	Ladrillo	2.000,00	11/8/2016	pza	1,00	2.000,00
1	Albañil	30,00	11/8/2016	Dia	200,00	6.000,00
3	Ayudante	8	11/8/2016	Dia	100,00	800,00
4	Fierro 12mm	5,00	11/8/2016	Dia	50,00	250,00
4	Albañil	20	11/8/2016	Dia	200,00	4.000,00
3	Albañil	20,00	12/8/2016	Dia	200,00	4.000,00
4	Albañil	10,00	12/8/2016	Dia	200,00	2.000,00
5	Albañil	20,00	12/8/2016	Dia	200,00	4.000,00
6	Ayudante	15,00	13/8/2016	Dia	100,00	1.500,00
2	Arena	10,00	14/8/2016	m3	100,00	1.000,00
3	Arena	10,00	15/8/2016	m3	100,00	1.000,00
4	Arena	15,00	16/8/2016	m3	100,00	1.500,00



Strain gage en puente

6.6. TECNOLOGIA DRON.-

La utilización de DRON en la supervisión permite no solo tener fotos sino un MODELO DIGITAL con el cual se pueden obtener distancias, superficies y volúmenes.



Se están haciendo conexiones e interrelaciones entre la tecnología dron y la tecnología BIM con lo cual se podrán obtener planos "as built" de precisión y en tres dimensiones.

Se tiene estructurada la base de datos de la información básica. El almacenero solo introduce los datos resaltados en naranja y se general el control automáticamente.

Casa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totales
Cemento	100,00	50,00		200,00	200,00						550,00
Ripio	10,00	10,00									20,00
Arena		10,00	15,00	15,00							40,00
Ayudante			28,00		8,00	15,00					51,00
Ladrillo	2.000,00	500,00	2.000,00	1.000,00							5.500,00
Piomo	20,00										20,00
Albañil	30,00	30,00	20,00	30,00	20,00						130,00
Fierro 12 mm	10,00	20,00		5,00							35,00

Se genera automáticamente la cantidad de insumos para cada casa y los respectivos totales.

Porcentaje de \$ por casa	24,10 %	15,54 %	12,60 %	25,38 %	20,55 %	1,83 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	Totales
Plata Gastada Por Casa	19.700,00	12.700,00	10.300,00	20.750,00	16.800,00	1.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81.750,00
Cemento	6.000,00	3.000,00		12.000,00	12.000,00						33.000,00
Ripio	1.200,00	1.200,00									2.400,00
Arena		1.000,00	1.500,00	1.500,00							4.000,00
Ayudante			2.800,00		800,00	1.500,00					5.100,00
Ladrillo	2.000,00	500,00	2.000,00	1.000,00							5.500,00
Piomo	4.000,00										4.000,00
Albañil	6.000,00	6.000,00	4.000,00	6.000,00	4.000,00						26.000,00
Fierro 12 mm	500,00	1.000,00		250,00							1.750,00
Fierro 10 mm											0,00

También se genera automáticamente los gastos en cada casa y los porcentajes respectivos.

CRONOLOGIA DE LOS GASTOS		
Fecha	Gasto Total	%
1/8/2016	6.000,00	7,67%
2/8/2016	3.500,00	4,47%
3/8/2016	1.200,00	1,53%
4/8/2016	800,00	1,02%
5/8/2016	1.000,00	1,28%
6/8/2016	2.500,00	3,19%
7/8/2016	12.000,00	15,34%
8/8/2016	23.200,00	29,65%
9/8/2016	2.000,00	2,56%
10/8/2016	500,00	0,64%
11/8/2016	14.050,00	17,96%
12/8/2016	10.000,00	12,78%
13/8/2016	1.500,00	1,92%
Total general	78.250,00	100,00%

Se pueden apreciar los gastos en forma cronológica que se generan automáticamente con sus respectivos porcentajes.

6.8.- PATOLOGIAS.-

En algunos casos, durante la construcción se pueden producir defectos por ejemplo en las estructuras, con la aparición de fisuras en algún elemento estructural como viga, muro, columna u otros.

En estos casos es necesario realizar estudios de la patología de la estructura debiendo recurrir a tecnologías e instrumentaciones especiales. Se describen algunos de ellos:

Pachómetro o localizador de barras, que nos permitirá obtener información de la estructura de concreto, pudiendo determinar con elevado índice de precisión, los espesores del recubrimiento, la determinación de los diámetros de las barras, claro que su eficiencia la obtiene para recubrimientos de 30 mm.



Esclerómetro o Hammer Schmidt. Se trata de un martillo mecánico de pistón que permite mediante la aplicación de impactos calibrados, determinar la resistencia del hormigón sobre el que se está aplicando.



Higrómetro: Medidor de humedad o higrómetro es siempre útil, los hay para concreto y para madera.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

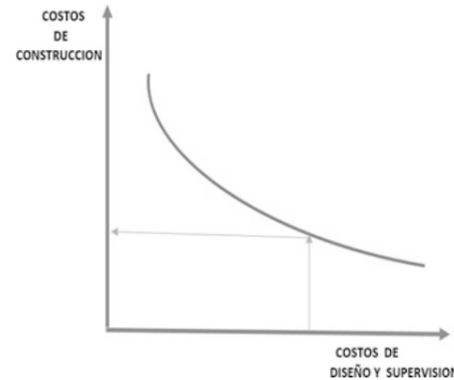
Se ha realizado una descripción del estado del arte de los procesos constructivos de edificaciones, las características y exigencias de inversionistas que están en el negocio inmobiliario que ha tenido un gran crecimiento en los últimos años.

Se ha descrito los principales aspectos y responsabilidades que tiene una Supervisión de Obras.

La competencia del sector inmobiliario ha exigido al medio la introducción de nuevos métodos constructivos con la utilización de materiales nuevos que en muchos casos redundan en tiempos más cortos de construcción.

Con todo esto se ha demostrado que también las exigencias de la Supervisión de obras requiere, por una parte una permanente actualización de los profesionales y un conocimiento de las nuevas tecnologías además del manejo y organización de la información estructurada en bases de datos y “en línea” lo que a su vez requiere de conocimiento de los nuevos software de cálculo, diseños y control.

Es necesario que los inversionistas entiendan que el ahorro en costos de diseño y supervisión significa mayores costos a la hora de la construcción.



Mientras más se invierta en estudios y supervisión seguro que se ahorrará dinero en la construcción.

Se recomienda utilizar la tecnología existente, desarrollar nueva tecnología local y aplicarla en nuestros procesos, con nuestros propios sistemas a nuestra propia realidad para acompañar los avances tecnológicos.

Se recomienda que en las universidades se realicen actualizaciones permanentes del conocimiento docentes sobre nuevas tecnologías de construcción para introducirlas en la enseñanza para que el estudiante una vez sea profesional esté actualizado con dichas tecnologías con las que deberá trabajar.

Se recomienda que las empresas constructoras entren a la tendencia actual corporativa de la Inteligencia de Negocios que es toda

una estructura de sistemas informáticos no solamente de la información de obra, sino también de toda la información administrativa, contable y financiera de la empresa.

El autor realizará en 2019 una investigación sobre las aplicaciones de Inteligencia de Negocios para el sector de la construcción.

8. BIBLIOGRAFIA.-

No se colocan referencias bibliográficas porque esta investigación se refiere a la descripción del estado del arte de procesos constructivos, exigencias del mercado y porque todas innovaciones tecnológicas de sistemas de información para la Supervisión han sido desarrolladas por el autor, volcando más de 30 años de experiencia en desarrollo de software para ingeniería civil, cálculos, gerenciamiento de empresas y sistema de control, seguimiento y supervisión de obras.