



# Modelo de Calidad Para la Infraestructura Urbana de un Proyecto Inmobiliario Basado en el modelo 3CV+2. Quality model for urban infrastructure in a real estate project based on the 3CV + 2 model.

**M. Davis<sup>1</sup>, S. García<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tecnológico de Monterrey, Mexico.

migueldavis@itesm.mx, teléfono: 00528183582000 ext. 5411

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historial del artículo:

Recibido  
09-01-2019  
Aceptado  
08-04-2019  
Publicado  
29-04-2019

### Palabras Clave:

Modelo de calidad  
Infraestructura urbana  
Gráficos de control  
Ciclo de mejora

### Article history:

Received  
09-01-2019  
Accepted  
08-04-2019  
Available  
29-04-2019

### Keywords:

Quality model  
Urban infrastructure  
Graphic controls  
Improvement cycle.

## Resumen

---

El sector de vivienda en México es afectado recurrentemente por desastres naturales como huracanes, inundaciones y terremotos, destruyendo la infraestructura de vivienda de baja calidad y dejando como consecuencia a miles de personas damnificadas. El 2019 es un año retador para el Sector de la Vivienda en México, debido a la desaceleración de la economía nacional que se profundizará en este año, por lo tanto, debe ser percibido como un año de oportunidades, donde el proceso de adaptación al nuevo entorno ha iniciado desde hace meses. La siguiente investigación, intenta ayudar en la satisfacción de esta necesidad, proponiendo un Modelo de Calidad que apoye a los desarrolladores, en su día a día de la construcción de infraestructura urbana.

Actualmente en México no existe un modelo que evalúe la calidad de la infraestructura en desarrollos inmobiliarios. Por lo que se desarrolló un modelo de calidad que ayude a medir y controlar las variaciones frecuentemente obtenidas en los procesos constructivos. Este modelo involucra insumos, procesos y producto final de los procesos constructivos más importantes de la infraestructura urbana. Además permitirá el conocimiento de los elementos que se manejan dentro del proyecto de este tipo, así como los criterios considerados actualmente, a partir de normas o especificaciones. La metodología del modelo consiste en la determinación de los procedimientos constructivos, determinación de las variables contenidas en estos procedimientos constructivos, determinación de normas y tolerancias, determinación de tipo de gráfico de control, obtención de datos, determinación de número y tamaño de muestra, uso de gráfico de control, obtención de resultados, interpretación y ciclo de mejora.

## Abstract

---

The housing sector in Mexico is frequently affected by natural disasters such as hurricanes, floods and earthquakes; events that destroy the low quality of housing infrastructure, leaving as a consequence thousands of victims. The year 2019 is a challenging one for the housing sector in Mexico, due to the slowness of the national economy going even deeper into this year; however this fact should be perceived as a year of opportunities, where the process of adjustment to the new environment has started since months ago. The following research, tries to satisfy this need, proposing a quality model that supports developers, on their daily activities regarding the construction of urban infrastructure.

Currently in Mexico does not exist a model that evaluates the quality of the infrastructure on real state projects. For that reason, a quality model was developed to measure and control the variations frequently obtained in the construction procedures. This model involves supplies, process and final product of the most important construction procedures involved in the urban infrastructure. The proposed model will let



to know the elements involved in this kind of project, as well as the criteria considered at the moment based on norms and specifications. The methodology consists on the determination of the construction procedures, the determination of the variables involved in these constructive procedures, the determination of norms and tolerances, the determination of the type of graphic control, the data gathering, the determination of the number and size of the sample, the use of the graphic control, the results gathering, interpretation and improvement cycle.

## 1. Introducción

El sector de vivienda en México es afectado recurrentemente por desastres naturales como huracanes, inundaciones y terremotos, destruyendo la infraestructura de vivienda con baja calidad constructiva y dejando como consecuencia a cientos de miles de personas damnificadas.

El año 2019 será un año de retos para el Sector de Vivienda de México, debido a la desaceleración de la economía mexicana, que se profundizará y generalizará. Si bien el 2018, se califica con un buen período para la vivienda, ya que se mantuvo el ritmo de ventas muy cercano a los máximos históricos, durante el año, fueron cada vez más claros los efectos de la situación económica mundial. El 2019, por lo tanto, debe ser percibido como un año de oportunidades, donde el proceso de adaptación al nuevo entorno ha iniciado desde hace meses atrás. El ritmo de inicio de construcción de casas se ha moderado significativamente y los inventarios se han reducido, particularmente para los segmentos de bajo y medio ingreso (Rivera, 2005). En el corto plazo, habrá mayor competencia por los compradores, la baja generación de empleo y su eventual reducción impactarán la demanda de vivienda. Por lo que los desarrolladores deberán planificar de una manera minuciosa el proceder de sus futuras inversiones, enfrentando un mercado exigente, donde la satisfacción del cliente presenta un reto ante el control de costos de construcción (Secretaría General de Gobierno del Estado de Nuevo León, 1999).

La siguiente investigación, intenta ayudar en la satisfacción de esta necesidad, proponiendo un Modelo de Calidad que apoye a los desarrolladores, en su día a día de la construcción de infraestructura urbana. No hay duda que en un panorama como el actual, ante los retos que nos trae la crisis económica mundial, una herramienta que permita controlar la calidad en las actividades de construcción surge como una respuesta práctica y sencilla que facilitará el correcto desarrollo de los proyectos inmobiliarios (Low & Teo, 2004).

Actualmente no existe en México un modelo que evalúe la calidad de la infraestructura en desarrollos inmobiliarios. La presente investigación desarrolla un modelo de calidad que ayude a medir y controlar las variaciones frecuentemente obtenidas en los resultados (Camisión et al, 2007)

Estas variaciones llevan a los desarrolladores a incurrir en retrabajos, incremento de costos estimado y el incumplimiento de los requisitos de calidad que pide el proyecto. Este modelo de calidad se basa en el aseguramiento de calidad, con esto se busca disminuir las variaciones de los procesos constructivos de la infraestructura urbana de los proyectos horizontales y de esta manera poder ofrecer al usuario un nivel alto de calidad, con base en parámetros constructivos técnicamente comprobados (Saarinen & Holbel, 1990). Este modelo de calidad involucra insumos, proceso y producto final de los procesos constructivos más importantes de la infraestructura urbana y permitirá el conocimiento de los elementos que se manejan dentro del proyecto, así como los criterios considerados actualmente, a partir de normas o especificaciones de proyectos.

## 2. Materiales y Métodos.

La metodología del trabajo para la implementación del modelo en un desarrollo inmobiliario constará de 3 etapas.

La primera etapa será la de capacitación, donde se espera que el personal involucrado desarrolle un sentido de pertenencia con el proyecto para que de esta manera ayude a su exitosa implementación.

La segunda etapa será la de implementación del modelo en donde es vital que exista un constante flujo de información por parte de la empresa, así como una constante retroalimentación por parte de los evaluadores, para que de esta manera exista una mejora continua durante el proceso de construcción.

Por último, en la tercera etapa se dará el dictamen de aprobación o rechazo del desarrollo, este proceso se explicará en detalle más adelante.

Para la elaboración del modelo se analizarán los diversos reglamentos de construcción de México, así como la información suministrada por parte de las desarrolladoras de vivienda, a fin de definir la documentación base que deberán manejar las empresas, como requisito inicial para la evaluación de la calidad.

## 2.1 Modelo propuesto

El Proceso de implementación del Modelo propuesto tiene como objetivo principal su fácil aplicación ya que será una herramienta a usar día a día en la construcción. Se basa en la determinación de procedimientos constructivos, que a su vez contienen variables que son los parámetros a evaluar. A su vez estas variables se pueden clasificar en críticas y no críticas dependiendo del grado de importancia de las mismas, y serán clasificadas en contables y medibles (Rico & Castillo, 1999). Posteriormente se determinará el número y tamaño de muestras. Determinado esto se procederá a la obtención de datos para de esta manera las variables sean analizadas por medio de gráficos de control que nos dirán si la variable evaluada se encuentra dentro de los límites permitidos.

Después se procede a la interpretación de los resultados y de esta manera detectar los puntos donde no se cumplen con los límites permitidos, posterior a esto se realizará un análisis y se determinaran las causas de las fallas. Se espera que hecha la retroalimentación se vuelvan a recolectar datos y estos se encuentren dentro de los límites permitidos.

En el desarrollo de este capítulo será mostrará más detalladamente cada una de las etapas del modelo. A continuación, se muestra un diagrama del proceso de implementación.

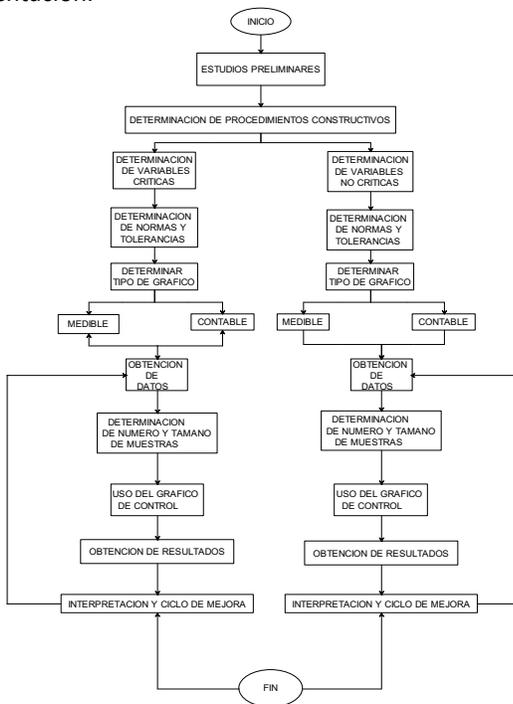


Figura 1 Diagrama del proceso de implementación del Modelo propuesto.

## 2.2 Conceptos y nomenclatura del modelo

Dentro del desarrollo y aplicación del modelo de calidad se usaron diferentes conceptos y su nomenclatura correspondiente. A continuación, se muestra un resumen estos:

Tabla 1 Conceptos y Nomenclatura del Modelo.

Concepto	Nomenclatura	Definición
Procedimiento constructivo	PC	Una serie de pasos a seguir que tienen como objetivo final la elaboración de un elemento constructivo
Variable	V	Son los elementos medibles o contables dentro de un procedimiento constructivo
Variable Medible	VM	Se denominan Variables medibles cuando las medidas pueden adoptar un intervalo continuo de valores; por ejemplo, la longitud, el peso, la concentración, etc.
Variable Contable	VC	Se denominan Variables contables cuando las medidas adoptadas no son continuas; ejemplo, tres tornillos defectuosos cada cien, seis personas cada 300, etc.
Variable Crítica	C	Es aquella variable contenida en un procedimiento que cuando no se cumplen sus normas y tolerancias pone en riesgo la integridad de las personas, materiales o equipos. También puede discontinuar la marcha de las operaciones, retrasar las entregas, afectar la calidad del producto final y afectar negativamente el costo.
Variables No Crítica	NC	Es aquella variable contenida en un procedimiento constructivo que cuando no se cumplen sus normas y tolerancias no pone en riesgo la integridad de las personas, materiales o equipos. No afecta la marcha de las operaciones, no retrasa las entregas, no afecta la calidad del producto final y no afecta negativamente el costo.
Gráfico de Control Medible	M	Herramienta de control estadístico para variables medible
Gráfico de Control Contable	C	Herramienta de control estadístico para variables contable
Tipo de muestreo	I, II, III o IV	Tamaño y número de muestra dependiendo de la variable (V)

### 2.3 Procedimientos constructivos

A continuación, se muestran los diferentes procedimientos constructivos que serán analizados para establecer las variables que serán evaluadas a fin de determinar la calidad en el producto.

La información presentada a continuación es el resultado de la interacción con desarrolladores inmobiliarios. Así como la revisión de bibliografía, normas y reglamentos de construcción de la República Mexicana.

**Tabla 2** Listado de Procedimientos constructivos.

Nomenclatura	Procedimiento
PC-01	Trazo y Nivelación
PC-02	Desmonte y despalme
PC-03	Terracerías
PC-04	Pavimentos de concreto hidráulico
PC-05	pavimentos de asfalto
PC-06	Banquetas y guarniciones
PC-07	Instalaciones eléctricas (domicilio)
PC-08	instalaciones eléctricas en áreas comunes (luminarias)
PC-09	Previsión para telecomunicaciones
PC-10	Instalaciones Hidráulicas (agua potable)
PC-11	Drenajes sanitarios y Pluviales
PC-12	Instalación de hidrantes
PC-13	Jardinería y áreas comunes

### 2.4 Variables del modelo

Cada procedimiento constructivo que se clasificó anteriormente contiene diversas variables que son las que se evaluarán, la determinación de esta variable se logró mediante el análisis de las normas y reglamentos de construcción, así como la retroalimentación continua con desarrolladores de vivienda

Esta clasificación de variables se puede observar en la **Tabla 3**.

### 2.5 Determinación de variables críticas o no críticas

La determinación de la clasificación de las variables críticas o no críticas se realizará en base a las siguientes definiciones.

**Variable crítica.** Es aquella contenida en un procedimiento que cuando no se cumplen sus normas y tolerancias pone en riesgo la integridad de las personas, materiales o equipos. También puede discontinuar la marcha de las operaciones, retrasar las entregas, afectar la calidad del producto final y afectar negativamente el costo.

**Variable no crítica.** Es aquella contenida en un procedimiento constructivo que cuando no se cumplen sus normas y tolerancias no pone en riesgo la integridad de las personas, materiales o equipos. No afecta la marcha de las operaciones, no retrasa las entregas, no afecta la calidad del producto final y no afecta negativamente el costo.

La información presentada a continuación es el resultado del análisis de las normas y tolerancias de variables presentadas anteriormente para de esta manera poder realizar su clasificación. Así como también de la interacción con desarrolladores inmobiliarios que aportaron sus normas y criterios para obtener una herramienta congruente con la realidad.

**Tabla 3** Clasificación de Variables Críticas y Variables No Críticas según su procedimiento.

Procedimiento	Variable	Clasificación
PC 1	Cierre Topográfico V1	NC
PC 2	Espesor de Despалme V2	C
PC 3	Espesor de capa V3	C
	Nivel final de capa V4	C
	Compactación de capa V5	C
	Ancho de corona, o banqueta V8	NC
PC 4	Índice Plástico	C
	Valor relativo de soporte (VRS)	C
	Espesor de capa V3	C
	Nivel final de capa V4	C
	Resistencia de concreto V6	C
	Revenimiento de concreto V7	C
PC 5	Ancho de corona, o banqueta V8	NC
	Índice Plástico V9	C
	Valor relativo de soporte (VRS)V10	C
	Espesor de capa V3	C
	Riego de impregnación V11	C
	Humedad de compactación V12	C
	Nivel final de capa V4	C
	Compactación de capa V5	C
	Separación de juntas de contracción en banquetas y pavimentos de concreto V13	C
	Profundidad de juntas de contracción en banquetas y pavimentos de concreto. V14	C
	Grado de compactación del asfalto V15	C
	Contenido de asfalto V16	C
	Permeabilidad V17	C
Ancho de corona, o banqueta V8	NC	

PC 6	Resistencia de concreto V6	C
	Ancho de corona, o banquetta V8	NC
PC 8	Calibre del cable conductor de corriente V18	C
PC 9	Separación de registros para Cable e Internet V19	NC
PC 10	Hermeticidad de PVC para agua potable V20	C
PC 11	Hermeticidad en tubos de drenaje V21	C
PC 12	Separación de pozos de visita en red sanitaria V22	NC
PC 13	Espesor de tierra vegetal en áreas comunes V24	NC

## 2.6 Determinación de normas y tolerancias

Las normas y tolerancias deberán estar contenidas dentro de procedimientos constructivos que contienen los parámetros y lineamientos que se seguirán para determinar la calidad de los resultados obtenidos.

La información presentada en la **Tabla 4** es el resultado de la búsqueda de tolerancias y normas en los reglamentos de

construcción, así como también de la interacción con desarrolladores inmobiliarios que aportaron sus normas y criterios para obtener una herramienta congruente con la realidad.

## 2.7 Determinación del tipo de gráfico de control

La idea tradicional de inspeccionar el producto final en la construcción y eliminar las unidades que no cumplen con las especificaciones una vez terminado el proceso, se reemplaza por una estrategia más económica de prevención antes y durante del proceso de construcción con el fin de lograr que precisamente estos productos lleguen al consumidor sin defectos (Lopez, 1999).

En el presente modelo se usarán 2 tipos de gráficos de control.

- Gráfico de control de variables medibles
- Gráfico de control de variables contables

A continuación, se muestra un resumen del tipo de gráfico y tolerancia según su variable.

**Tabla 4** Clasificación del tipo de gráfico. (Fuentes: Normas N-CTR-CAR-1-04-006/00, 2000, N-CTR-CAR-1-04-002/03, 2003, NOM-001-SEDE-2005 y N-CMT-2-02-005/4)

Procedimiento	Variable	Tipo de gráfico	Tolerancia y norma
PC 1	Cierre Topográfico V1	Contable	Cierre Poligonal = 1/3000m, Cierre Angular = 1*n Normativa Infonavit
PC 2	Espesor de Despalme V2	Medible	Espesor indicado en proyecto N-CTR-CAR-1-01-002/00
PC 3	Espesor de capa V3	Medible	Subbase = ± 1.5 cm, Base = ± 1.0 cm, Su. de rodadura = ± 1.0 cm N-CTR-CAR-1-04-002/03
	Nivel final de capa V4	Medible	Subbase = ± 1.5 cm, Base = ± 1.0 cm Su. de rodadura = ± 1.0 cm N-CTR-CAR-1-04-002/03
	Compactación de capa V5	Medible	Grado de Comp. = 100% Tolerancia indicada en proyecto N-CTR-CAR-1-04-002/03
	Ancho de corona, o banquetta V8	Medible	La distancia comprendida entre el eje central a la orilla no deberá variar en más de 5 cm. N-CTR-CAR-1-04-002/03
PC 4	Índice Plástico	Medible	10% en base y subbase
	Valor relativo de soporte (VRS)	Medible	10% en base y subbase
	Espesor de capa V3	Medible	Subbase = ± 1.5 cm Base = ± 1.0 cm Su. de rodadura = ± 1.0 cm N-CTR-CAR-1-04-002/03



	Nivel final de capaV4	Medible	Subbase = $\pm 1.5$ cm Base = $\pm 1.0$ cm Su. de rodadura = $\pm 1.0$ cm N-CTR-CAR-1-04-002/03
	Resistencia de concreto V6	Medible	La tolerancia de la resistencia del concreto a los 28 días del colado será dictada por el proyecto
	Revenimiento de concreto V7	Medible	Revenimientos menores de 5 cm = $\pm 1.5$ cm de tolerancia. (Recomendado para carreteras) N-CMT-2-02-005/04
	Ancho de corona, o banquetta V8	Medible	La distancia comprendida entre el eje central a la orilla no deberá variar en más de 5 cm. N-CTR-CAR-1-04-002/03
PC 5	Índice Plástico V9	Medible	10% en base y subbase
	Valor relativo de soporte (VRS)V10	Medible	10% en base y subbase
	Espesor de capaV3	Medible	Subbase = $\pm 1.5$ cm, Base = $\pm 1.0$ cm Su. de rodadura = $\pm 1.0$ cm N-CTR-CAR-1-04-002/03
	Riego de impregnación V11	Medible	.5 le/m2 en la base
	Humedad de compactación V12	Medible	2% en la base
	Nivel final de capaV4	Medible	"Subbase = $\pm 1.5$ cm, Base = $\pm 1.0$ cm Su. de rodadura = $\pm 1.0$ cm N-CTR-CAR-1-04-002/03"
	Compactación de capa V5	Medible	"Grado de Comp. = 100% Tolerancia indicada en proyecto N-CTR-CAR-1-04-002/03"
	Separación de juntas de contracción en banquetas y pavimentos de concreto V13	Medible	0.3
	Profundidad de juntas de contracción en banquetas y pavimentos de concreto. V14	Medible	0.3e donde he es el espesor de la losa
	Grado de compactación del asfalto V15	Medible	.5 CM
	Contenido de asfalto V16	Medible	5%
	Permeabilidad V17	Medible	5 le/m3
	Ancho de corona, o banquetta V8	Medible	La distancia comprendida entre el eje central a la orilla no deberá variar en más de 5 cm. N-CTR-CAR-1-04-002/03
PC 6	Resistencia de concreto V6	Medible	La tolerancia de la resistencia del concreto a los 28 días del colado será dictada por el proyecto
	Ancho de corona, o banquetta V8	Medible	La distancia comprendida entre el eje central a la orilla no deberá variar en más de 5 cm. N-CTR-CAR-1-04-002/03
PC 8	Calibre del cable conductor de corriente V18	contable	El calibre del conductor deberá ser exactamente igual al indicado por el proyecto.
PC 9	Separación de registros para Cable e Internet V19	Medible	La separación de registros no deberá diferir en más de 0.50m la especificación del proyecto.
PC 10	Hermeticidad de PVC para agua potable V20	contable	La hermeticidad en redes domiciliarias se verificará a una presión de 7.5 Kg/cm2 durante 3 minutos. La presión no deberá variar. NOM-002-CNA-1995

## 2.8 Obtención de datos del modelo propuesto

Para la obtención de datos del modelo propuesto se desarrolló una hoja de recolección de datos, en la cual se tiene que especificar la variable a evaluar, proyecto, tipo de muestreo, tipo de gráfico, supervisor y puntos geográficos a evaluar referenciados en el plano contractivo. A continuación de muestra la hoja de recolección de datos antes mencionada.

## 2.9 Determinación del número y tamaño de muestras

El muestreo debe tomar en consideración tres factores esenciales:

- Ser representativo, lo suficientemente grande para cubrir las necesidades del control.
- Debe ser económicamente viable, no deberá tornarse un muestreo más costoso de lo necesario
- Debe estar acorde con la homogeneidad de lo que se muestrea, los materiales o actividades con tendencia natural a la dispersión deberán muestrearse más que los homogéneos (Burati & Matthews, 1992).

Basado en la experiencia del Dr. Salvador García R., asesor de esta investigación se propone medir el 30% de los resultados, con la condición de que este 30% su  $n \geq 30$ . Esperando que el restante 70% se comporte de manera parecida.

**El muestreo tipo I**, corresponde a las variables V2, V3, V4, V5. El criterio de muestreo a utilizar será el 30% de la longitud total del desarrollo, en mínimo el 30% de la cantidad de calles, procurando medir al menos 5 calles.

**El muestreo tipo II** corresponde a las variables V6, V7, V8, V9, V11. Por la naturaleza de las variables, deberán ser muestreadas a lo largo de la vialidad.

El criterio utilizado para el muestreo es analizar el 30% del total de las calles del fraccionamiento. Siguiendo con las características utilizadas para el ejemplo anterior, si se tienen 20 calles en el fraccionamiento el número de muestras será 6.

Se procurará distribuir las medidas, de tal manera que se obtengan resultados de inicio, al cuarto, mitad, tres cuartos y fin

de calle. Sin tener restricción de separación mínima entre medida, como el caso del muestreo tipo I donde se solicita una separación mínima de 50 metros (García et al, 2006)

Para la medición de las variables V6 y V7, se sugerirá mínimo 5 muestras, procurando obtener resultados de inicio, cuarto, mitad, tres cuartos y fin de calle.

**El muestreo tipo III** este tipo de muestreo, corresponde a las variables V10, V12, V13, V14, V15, V18, V19, V20, V22. Se muestreará el 30% de las calles, igual al muestreo tipo II, solo que en este caso no se podrán graficar los resultados, por lo que el criterio de aceptación depende si se cumplen o no con los requisitos mínimos de calidad.

**El muestreo tipo IV** corresponde a las variables restantes: V1, V16 y V17, V23.

Estas variables tampoco se graficarán, pero a diferencia de las demás variables no existirá criterio de muestreo, sino que se verificará solamente que hayan cumplido con los requisitos de calidad.

## 3. Resultados

Parte medular de este modelo propuesto es que exista un ciclo de mejora en el desarrollo del proyecto de urbanización. Para poder lograr esto, se realiza un análisis de cada una de las variables por medio de sus gráficos de control, para de esta manera observar que se cumplan 2 puntos:

- Cumplimiento de sus normas y tolerancias marcadas en las normas y reglamentos de México.
- Que se encuentren dentro de los límites superior e inferior en sus gráficos de control.

Cuando los resultados obtenidos no se encuentran dentro de los límites superior e inferior se procede al análisis y corrección del problema, después de corregido el problema se procede a la nueva obtención de los datos, graficarlos e interpretación de resultados nuevamente.

Se busca que los resultados obtenidos se encuentren dentro de los límites. A continuación, ilustramos con un ejemplo lo mencionado anteriormente.

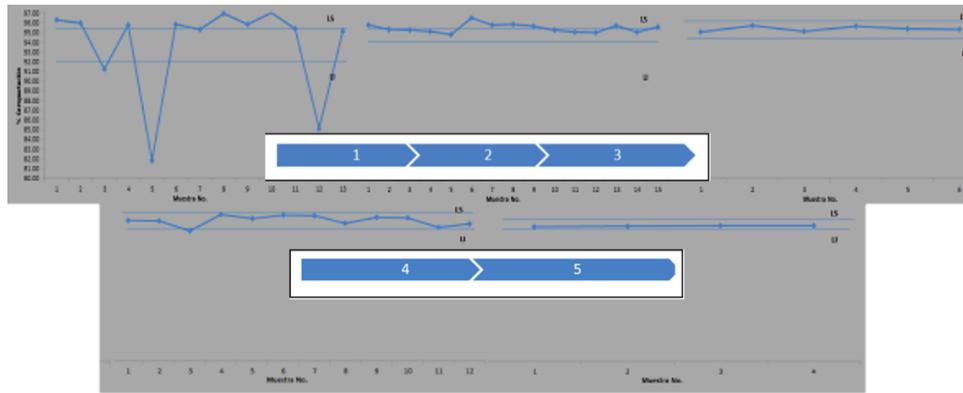


Figura 2 Ejemplo de gráfico de control de medias

En el gráfico se observan los límites estadísticos superior e inferior y se observa el comportamiento de los resultados del muestreo. Se observa que los promedios de las muestras se encuentran por encima del límite estadístico superior en las primeras mediciones, pero conforme se dio retroalimentación el proceso de fue estandarizando

A continuación, se muestran los resultados de todas las variables evaluadas.

Tabla 6 Clasificación del tipo de gráfico. GC = Gráfico de control y NT = Normas y Tolerancias.

Variable	Análisis 1 GC	Análisis 1 NT	Análisis 2 GC	Análisis 2 NT	Análisis 3 GC	Análisis 3 NT	Análisis 4 GC	Análisis 4 NT	Análisis 5 GC	Análisis 5 NT	Análisis Final
Cierre Topográfico V1	Paso	X									
Espesor de capa V3	Paso	X									
Compactación de capa V5	No paso	No paso	No paso	No paso	Paso	No paso	Paso	Paso	Paso	Paso	X
Ancho de corona, o banquetta V6	No paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	X
Espesor de capa V7	Paso	X									
Resistencia de concreto V9	No paso	Paso	No paso	Paso	Paso	Paso	No paso	Paso	Paso	Paso	X
Revenimiento de concreto V10	No paso	No paso	No paso	Paso	Paso	No paso	Paso	Paso	Paso	Paso	X
Espesor de capa V12	No paso	No paso	Paso	No paso	Paso	No paso	Paso	No paso	Paso	No paso	-
Grado de compactación del asfalto V15	No paso	Paso	No paso	Paso	Paso	No paso	Paso	No paso	Paso	Paso	X
Contenido de asfalto V16	Paso	No paso	-								
Permeabilidad V17	Paso	X									
Resistencia de concreto V18	Paso	No paso	Paso	No paso	Paso	Paso	Paso	No paso	Paso	Paso	X
Revenimiento de concreto V19	No paso	-									
Calibre del cable conductor de corriente V20	Paso	X									
Separación de registros para Cable e Internet 21	Paso	X									
Hermeticidad de PVC para agua potable V22	Paso	X									
Hermeticidad en tubos de drenaje V23	Paso	X									
Separación de pozos de visita en red sanitaria V24	Paso	X									

### 3.1 Implementación exitosa del modelo propuesto

Una vez completado el proceso de implementación del modelo, y en función de los resultados generados, se procederá a determinar si la implementación del modelo propuesto fue exitosa o no. Para poder determinar esto hay 2 criterios.

Implementación exitosa A. Cuando se encuentren dentro de las normas y tolerancias el 100% de las variables críticas y el 100% de las variables No críticas. Debido al formato de Mejora Continua de la Calidad que tiene el Modelo propuesto, el 100% de las variables es conseguible.

Implementación exitosa A condicionada. Cuando se encuentren dentro de las normas y tolerancias el 100% de las variables críticas y el 80% de las variables No críticas. Con la condición de la corrección en un lapso de 1 mes de las variables no aprobadas, para de esta manera contar con el 100% de las variables críticas y No críticas.

A continuación, se muestra una imagen que nos muestra el proceso de aprobación.

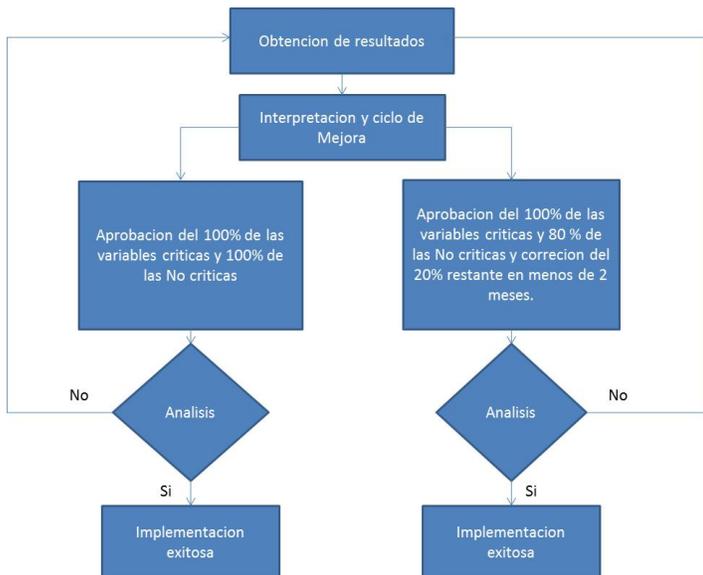


Figura 3 Diagrama del proceso de aprobación.

A continuación, se muestran las variables aprobadas y las no aprobadas.

Tabla 7 Variable aprobadas y No aprobadas.

Variable	Análisis Final	Crítica o No Crítica
Cierre Topográfico V1	Paso	NC
Espesor de capa V3	Paso	NC
Compactación de capa V5	Paso	C
Ancho de corona, o banqueta V6	Paso	NC
Espesor de capa V7	Paso	NC
Resistencia de concreto V9	Paso	C
Revestimiento de concreto V10	Paso	C
Espesor de capa V12	Na paso	NC
Grado de compactacion del asfalto V15	Paso	C
Contenido de asfalto V16	No paso	C
Permeabilidad V17	Paso	C
Resistencia de concreto V18	Paso	C
Revenimiento de concreto V19	No paso	C
Calibre del cable conductor de corriente V20	Paso	C
Separacion de registros para Cable e Internet 21	Paso	C
Hermeticidad de PVC para agua potable V22	Paso	C
Hermeticidad en tubos de drenaje V23	Paso	C
Separación de pozos de visita an red sanitaria V24	Paso	NC

### 4. Discusión

La variabilidad de los resultados obtenidos de un proceso, pueden suceder por causas asignables o no asignables, dependiendo de la naturaleza de estas. Esto se pudo observar claramente en las variables no aprobadas donde el principal problema fue la mala calidad de los insumos suministrados. Si son efecto de incumplimiento de normas, especificaciones, faltas a procedimientos definidos o alguna otra causa que dependa del personal que ejecuta el trabajo, se puede decir que son asignables. Si la naturaleza de la causa es externa al proceso en estudio, es una causa no asignable.

Es de común conocimiento que en la industria de la construcción, por su naturaleza artesanal en la gran mayoría de las actividades, muchas de las causas de las variabilidades encontradas en los resultados son asignables, es decir, la variabilidad de los resultados se pudo normalizar haciendo más eficiente la supervisión en la obra.

El modelo desarrollado en esta investigación, sienta las bases para la medición y control de las variabilidades en la infraestructura de desarrollos inmobiliarios.





- CONSTRUCTION. Chile. Julio.
- [4] Lopez, C., 1999. "Control estadístico de la calidad" Teoría, práctica y aplicaciones informáticas. 73-80.
- [5] Low, P.; Teo, J., 2004. "Implementing Total Quality Management in Construction Firms". J. Mgmt in Engrg. Volume 20 No. 1 ,2-3.
- [6] Rico, A.; Castillo, D., 1999 ."La Ingeniería de suelos en las vías terrestres" Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. 561, 582-584.
- [7] Rivera B., 2005. Manual de Implementación del Aseguramiento de Calidad en la Industria de la Construcción. Tesis Maestro en Administración de Construcciones. ITESM. Monterrey, N.L., México,
- [8] SAARINEN Jr., HOBEL. 1990. "Setting and Meeting Requirements for Quality". J. Mgmt in Engrg. Volume 6 No. 2,178-181.
- [9] Secretaría de Comunicación y Transporte. Norma N-CMT-2-02-005/4. 2004. Libro CMT. Características de los materiales. 4-5.
- [10] Secretaría de Comunicación y Transporte. Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03, 2003. Libro CTR. Construcción. 7-8.
- [11] Secretaría de Comunicación y Transporte. Norma N-CTR-CAR-1-04-006/00, 2000. Libro CTR. Construcción. 13-14,18.
- [12] Secretaría de Energía. 2005. Norma NOM-001-SEDE-2005. Aprobada en la cuarta sesión ordinaria del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, celebrada el 8 De Noviembre De 2005.
- [13] Secretaría General de Gobierno del Estado de Nuevo León. 1999. Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del Estado de Nuevo León. Publicada en el Periódico Oficial del Estado de fecha 3 de marzo; 68, 71-72, 75.",