



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz

INFORME

Arq. Alvaro X. Viana Carretero
DIRECTOR
ADMINISTRACION TERRITORIAL Y CATASTRAL
D. T. C. - D. M. P. D. - G. A. M. L. P.

DATC - UACT

N° 01815/2014

DATC - UATG

N° 0508/2014

A : ARQ. ALVARO VIAÑA CARRETERO
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN TERRITORIAL Y CATASTRAL

VIA : Arq. Leny Trujillo Morales
JEFE DE UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL TERRITORIAL

VIA : Ing. Frank Lopez Zenteno
JEFE DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS TOPOGRÁFICO Y GEODÉSICO

Arq. Janneth Mariel Zenteno Prada
ANALISTA TECNICO

Top. Sergio Rios De La Cruz
SUPERVISOR UATG

REF. : Informe Tolerancias

Fecha : La Paz, 25 de julio de 2014
Actualizado: 10 de noviembre de 2014

Arq. Leny Trujillo Morales
JEFE DE UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL TERRITORIAL
D. T. C. - D. M. P. D. - G. A. M. L. P.

Señor Director:

El presente informe, desarrolla los valores de tolerancia, aplicados a las mediciones correspondientes a los trámites de administración territorial en cuanto a los procesos de Permisos de Construcción, aprobación de Planos As Built y fiscalización predial con el objetivo de lograr una administración más eficiente para el ciudadano.

UATG-INF-0508-14-07-2014-RLOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicadas a Parametros de Edificación

1-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo



www.lapaz.bo



1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Para comprender la necesidad de implementar tolerancias en mediciones en los procesos de Permisos de Construcción, aprobación de Planos As Built" y fiscalización predial a continuación se expone conceptos y argumentos fundamentales.

1.1 Incertidumbre de una medida y su exactitud

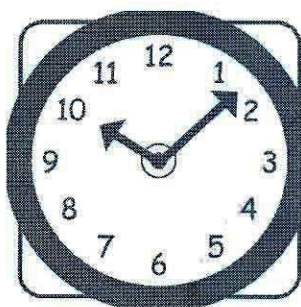
Medir, es comparar dos cantidades físicas similares, para ver cuántas veces se repite el patrón de medida en el objeto medido. Ejemplo, medir el ancho de una vía con la unidad de longitud, el metro.

Las medidas en las que no se hacen cálculos reciben el nombre de medidas directas y las que requieren de cálculos se llaman indirectas.

Incertidumbre de una medida, toda medida (directa o indirecta) conlleva una incertidumbre, esto significa que *no se conoce el valor "exacto" de la medida, sino que solamente se sabe en qué intervalo se halla.*

Por ejemplo, véase el reloj de la Figura 1, ¿cuántos minutos marca? ¿7 min?, ¿7 ½ min?, ¿8 min?. Queda claro que hay una *incertidumbre* en cuanto a la medida del tiempo. Lo que sí podemos asegurar sin temor de equivocaciones, es que la medida del tiempo se halla entre 5 minutos y 10 minutos; ahí se tiene el *intervalo de incertidumbre*.

Figura 1



Precisión de un Instrumento, en el ejemplo del reloj, notamos que el "culpable" de que no se pueda dar un valor más exacto de la medida, es el propio reloj; es decir es el instrumento el que tiene limitaciones para realizar medidas "exactas". El grado de limitación de un instrumento viene dado por su *precisión*.



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



La precisión de un instrumento se define como el *menor intervalo* de las divisiones que muestra su escala. En el caso de la Figura 1, el reloj tiene una precisión de 5 minutos.

También podemos hablar de una **Incertidumbre Intrínseca**, pues a veces la propiedad a medir no está definida con infinita precisión, por ejemplo al ver más en detalle el borde de una mesa, se notará que se hace irregular y el concepto "longitud de la mesa" empezará a dejar de tener sentido. El hecho que la cantidad física que se quiere medir no esté definida con precisión infinita es lo que origina una incertidumbre intrínseca.

Del mismo modo, se debe mencionar al **Error Sistemático**, incertidumbres que sistemáticamente están presentes en las medidas, se originan en imperfecciones del método de medición. Por ejemplo un instrumento descalibrado, una regla torcida, un usuario con problemas de visión.

Por último, podemos citar al **Error Estadístico**, como la incertidumbre que se manifiesta aleatoriamente, originadas por causas fortuitas que difícilmente podremos controlar o eliminar. La manera de cuantificar sus efectos viene dado por procedimientos estadístico-matemáticos.

En conclusión, en el lenguaje común, decir que "una medida es exacta", da a entender que esa medida es "verdaderamente correcta". Pero la existencia de una incertidumbre en una medición, muestra que tener "una medida exacta" (en el sentido común) es imposible, pues al medir sólo se halla intervalos en los cuales se sabe que se halla esa "medida exacta". En pocas palabras: la "medida exacta" es un valor ideal, al que es posible aproximarse, **pero no alcanzar**.

1.2 Entidades presentes en una medición

Al efectuar una medición en la toma de datos para la elaboración de planos de construcción o inspecciones, están presentes cuatro entidades:

- El **mensurando** (lo que se quiere medir);
- El **instrumento de medida** (lo que mide)
- El **operador** (el que mide)
- Las **Magnitudes de Influencia** (el resto del universo)

Es incorrecto considerar que al efectuar una medida, el mensurando, instrumento de medida y operador, están aislados de su entorno, sino que el entorno actúa a través



UATG-INF-0508-14-07-2014-RLOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicados a Parametros de Edificación

3-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



de las *magnitudes de influencia*¹, de manera que aquellas medidas que ignoran las influencias externas, carecen de bases metrológicas². Estas entidades serán base para la determinación de "Valores de Tolerancia".

1.3 Parámetros de Edificación y valores de medidas

✦ El artículo 19 del "Texto Ordenado de Leyes Municipales Autónomas de Uso de Suelos Urbanos Nro. 017-024-050-080", indica que los "*Parámetros de Edificación son las referencias de **dimensión (cuantificación)** que definen la tipología de cada Patrón de Asentamiento y se encuentran consignados en las Cartillas Normativas de Patrones de Asentamiento*". Revisando las Cartillas Normativas, se puede deducir que los Parámetros de Edificación, en esencia, son **valores de medidas** lineales/ longitudinales (Retiros y Anchos de vías) y de superficie (Áreas a edificar, Área mínima Verde), a las cuales se deben regir las edificaciones.

Es así que los trabajos de revisión de planos de construcción o mediciones de campo realizados por los inspectores de las Unidades de Administración Territorial y Unidades de Fiscalización Predial, tienen el objetivo de verificar si las construcciones en obra, se adecuan a los mencionados Parámetros de Edificación.

Por todo lo explicado, la necesidad de implementar "Valores de Tolerancia" en mediciones, es imprescindible para la adecuada administración del territorio en servicios de Permiso de Construcción y aprobación de Planos "As Built", pues al no contar con tolerancias en mediciones normadas, el técnico asignado, tiende a tomar decisiones discrecionales que derivan en posible incumplimiento de la normativa en edificaciones o improvisación en la implementación de excepciones y otras modificaciones a la norma, provocando malestar en el administrado y demora en el servicio.

2. DESARROLLO

✦ Inicialmente es importante definir el concepto de "Tolerancia", que se entiende como el valor total que es permitido variar en obra, respecto lo especificado en los Planos de Construcción y Planos As Built, según la cota nominal y los valores de los Parámetros de Edificación.

¹ Son aquellas magnitudes que no constituyen el objeto (mensurando) de la medición, pero que tienen un efecto sobre el resultado de medida (la perturban).

² La Metrología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las propiedades medibles, las escalas de medida, los sistemas de unidades, los métodos y técnicas de medición, así como la evolución de lo anterior, la valoración de la calidad de las mediciones y su mejora constante, facilitando el progreso científico, el desarrollo tecnológico, el bienestar social y la calidad de vida.





También es necesario aclarar que en ciencias e ingeniería, el concepto de **error** tiene un significado diferente del uso habitual de este término, estando más bien asociado al concepto de **incerteza** en la determinación del resultado de una medición.

Para la definición de "Valores de Tolerancia", aplicadas a las mediciones en los procesos de Permisos de Construcción, aprobación de Planos As Built" y fiscalización predial, se toma en cuenta los siguientes errores:

- **Error de Medición Lineal** con Cinta Métrica y Distanciómetro (relacionado con el Instrumento de Medida y el Operador).
- **Error Gráfico de Escala** (Relacionado con las Magnitudes de Influencia).
- **Error Constructivo** (Relacionado con las Magnitudes de Influencia).

2.1 Error de Medición Lineal

Se puede definir la medición lineal como el resultado de la acción y el efecto de medir una distancia entre dos puntos. En todos los casos, las medidas se realizan con algún tipo de error, ya sea por imperfecciones del instrumento y limitaciones del medidor. Cuando una medición se concreta a través de un instrumento de medida, se habla de una medición directa.

Los instrumentos mayormente utilizados para la determinación de medidas en Planos de Construcción y Fiscalización Predial, son la **cinta métrica y el distanciómetro**, catalogados como instrumentos de medición directa cuya influencia del medidor es homogénea en la medición cuyo patrón de imperfección depende del instrumento de medida y el medidor (operador).

Se pueden identificar los siguientes factores en una medición lineal y la tolerancia en la medición lineal:

2.1.1 Imperfecciones del Instrumento.

Dependiendo del tipo de material de la cinta métrica, se obtiene una precisión determinada que viene indicada por la clase de la cinta. Las más precisas son de la **clase I** (acero forrado con poliamida); las cintas más utilizadas son **clase II** (metálicas) y **clase III** (fibra de vidrio).

TABLA 1: Precisión de la cinta métrica

Longitud en	Clase de precisión de la cinta métrica
-------------	--



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



- **Error de Lectura en la Cinta Métrica.** Al realizar la lectura de la cinta métrica existe un error de apreciación por el mensurador (operador), el cual debe ser menor a 5mm.
- **Error de la Catenaria en La Cinta Métrica.** Una cinta métrica sostenida solamente en sus extremos describe, debido a su propio peso, una curva o catenaria que introduce un error positivo en la medición de la distancia.
- **Error de Posición en el Punto Medido.** Al colocar la cinta métrica o distanciómetro al inicio del objeto a medir, existe una diferencia de la posición al objeto medido, al inicio y al final, el cual debe ser menor a 10 mm.
- **Error de Verticalidad.** Es el error que se comete al no proyectar perpendicularmente el punto del terreno sobre la cinta métrica en posición horizontal.

Otro factor de limitación del operador es la topografía del terreno, la cual es determinante en la obtención de una medida confiable y precisa:

- **Medición en Terreno Plano.** Cuando se realizan mediciones en terreno plano, con poca vegetación superficial, la cinta puede colocarse sobre el suelo, siendo necesario jalar firmemente.
- **Medición en Terreno Inclinado.** Es necesario mantener siempre la cinta horizontalmente. Entonces se usa la plomada para proyectar el cero o extremo de la cinta sobre el punto donde debe ir el marcado para continuar la medición. Ésta se puede obtener con jalón o plomada, cuidando que éste permanezca vertical.
- **Medición en Terreno Quebrado,** la cinta métrica se debe mantener bien tensa para evitar que forme una catenaria. Cuando el terreno es muy inclinado se mide por partes, tomando tramos que preserven la horizontalidad según la pendiente lo permita, manteniendo la cinta métrica firme y horizontal.

Se identifican los siguientes errores:

TABLA 3: Limitación del operador

ID	EQUIPO	OPERADOR	ERROR OPERADOR
----	--------	----------	----------------



UATG-INF-0508-14-07-2014-RIOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicados a Parametros de Edificación

7-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



		HORIZONTALIDAD	LECTURA	POSICION PUNTO MEDIDO	
1	CINTA METRICA	5 mm	5 mm	10 mm	20 mm

TABLA 4: Limitación en la continuidad de medida

ID	EQUIPO	MATERIAL	GRADUACION	ERROR VERTICALIDAD			CATENARIA
				PLANO	SEMI PLANO	QUEBRADO	
1	CINTA METRICA	FIBRA DE VIDRIO	CONTINUA	2 cm en 20 m	5 cm en 20 m	8 cm en 20 m	0.5 cm en 20m
2	CINTA METRICA	ACERO	CONTINUA	1 cm en 20 m	3 cm en 20 m	5 cm en 20 m	1 cm en 20 m

2.1.3 Cálculo del error en la medición lineal.

El error de la medición lineal se define como la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero que es desconocido, por lo que nuestras medidas deberán compararse con otro valor que lo denominaremos valor más probable, el cual es producto de la distribución simétrica de las mediciones aplicando el promedio (valor más probable) de las mediciones.

Además de lo mencionado, también existen otras fuentes de incertidumbre que pueden influir en los resultados de una medición: el procedimiento aplicado, la competencia del operador y las condiciones ambientales. Si estas incertidumbres son importantes, entonces el error admitido en la medición con cinta métrica y distanciómetro depende de la incertidumbre del sistema de medición utilizado (formada por: equipos de medición, operador, procedimiento, condición atmosférica).

En suma, para la obtención del "Error en la medición lineal", tomando los parámetros técnicos admisibles en una medición con Cinta Métrica y Distanciómetro, se tiene:

TABLA 5: Error obtenido de análisis de muestreo en mediciones con cinta métrica y distanciómetro

EQUIPO	MATERIAL	GRADUACION	ERROR MEDICIÓN LÍNEAL		
			PLANO	SEMI PLANO	QUEBRADO





Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



CINTA METRICA	FIBRA DE VIDRIO	CONTINUA	4 cm en 20 m	7 cm en 20 m	10 cm en 20 m
CINTA METRICA	ACERO	CONTINUA	3 cm en 20 m	5 cm en 20 m	7 cm en 20 m
DISTANCIOMETRO	ELECTRONICO	SOFTWARE	25 mm + 5 ppm	45 mm + 5 ppm	55 mm + 5 ppm

✦ Toda medición realizada con un instrumento tiene que cumplir con márgenes de error admisibles. Como resultado del muestreo realizado por la Unidad de Análisis Topográfico y Geodésico, se generó los valores de error de medición lineal en centímetros, seguidamente el análisis de la dispersión utilizando como patrones las medidas de 5 metros, 15 metros, 20 metros y 50 metros, obteniendo valores únicos para cada patrón aplicando la media aritmética, estos valores se transfieren al plano cartesiano en función al error disperso en cada patrón de medida, con estos datos de coordenadas cartesianas únicas, se determinó la ecuación que es representada por la curva $Y=AX^2+BX+C$, donde:

Y= Error en la medición lineal

A= Factor constante de influencia del muestreo

B= Factor constante de influencia del muestreo

C= Factor constante de influencia del muestreo

X=Distancia medida con cinta métrica o distanciómetro

TABLA 6: Ecuación adoptada para generar el valor del error para mediciones con Cinta Métrica y Distanciómetro.

A	X ²	B	X	C
0.00140804	Distancia en metros	0.07679799	Distancia en metros	1

GRAFICO 1: Relación distancia, error de medición.



UATG-INF-0508-14-07-2014-RLOP-UATG-Intórme Tolerancias Aplicados a Parametros de Edificación

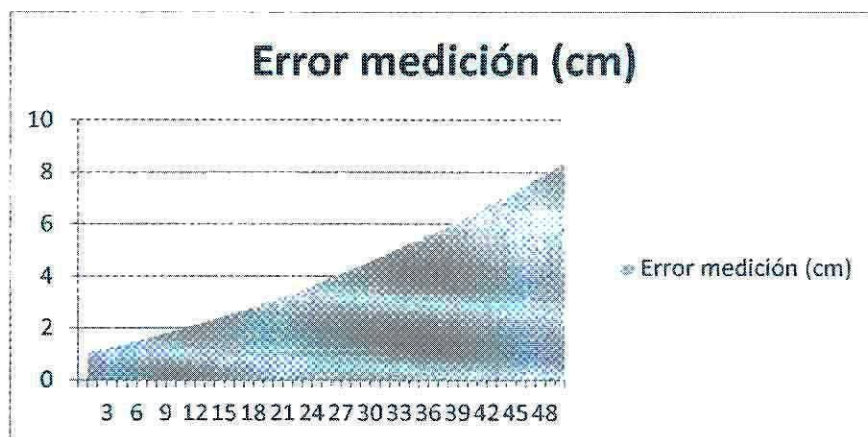
9-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



Siendo que las mediciones de campo, realizadas con Cinta Métrica y Distanciómetro Láser, en los procesos de Permisos de Construcción y aprobación de Planos "As Built", son realizados sobre planos en proyección horizontal, tenemos los siguientes datos finales:

TABLA 4: Error de Medición Lineal con Distanciómetro

Instrumento Medición	DISTANCIA MEDIDA POR EL OPERADOR (Metros)	ERROR MEDICIÓN LINEAL (Centímetros)
Distanciómetro	1 A 5	1
	6 A 15	2
	16 A 22	3
	23 A 29	4
	30 A 35	5
	36 A 40	6
	41 A 45	7
	46 A 50	8

TABLA 4: Error de Medición Lineal con Cinta Métrica



UATG-INF-0508-14-07-2014-RL0P-UATG-Informe Tolerancias Aplicados a Parametros de Edificación

10-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



ERROR GRÁFICO DE ESCALA = 2 centímetros

2.3 Error Constructivo

Este error relacionado estrechamente con las “Magnitudes de Influencia”, es la sumatoria de dos valores, determinados en dos momentos del proceso de construcción:

- Primer momento: Error de medición por replanteo en obra gruesa.
- Segundo momento: Error de medición en obra fina.

Estos son calculados por medidas indirectas, ya que no son visibles en la obra entregada o concluida, pero perceptibles en el proceso de la construcción.

2.3.1 Error de medición por replanteo en obra gruesa.

Replanteo en obra gruesa. Es realizar la materialización de un proyecto de plano de construcción en sitio, mediante ladrillo, cemento, piedra, etc. por medio de instrumentos de replanteo como ser: Flexómetro, Cinta Métrica, Distanciómetro, hilo de construcción (lienza), clavos, etc.

Existen diferentes fuentes de error en la consolidación física de un Proyecto de Plano de Construcción, para nuestro cálculo se desarrollarán las siguientes:

- Error de alineación horizontal con hilo de construcción (lienza).
- Error de alineación vertical con plomada

Error de alineación horizontal con hilo de construcción.

Para iniciar el colocado del tabique de ladrillos, el constructor extienden frecuentemente de 3 a 5 metros la lienza y así lograr un alineamiento horizontal (ver anexo 1). El error de alineación horizontal con hilo de construcción es originado por el viento y gravedad que resulta en la oscilación de lienza, añadiendo a esto, la percepción visual del constructor, provocando que el tabique de ladrillo sea colocado con entrantes y salientes imperceptibles al ojo humano.

En el alineamiento horizontal del tabique de ladrillo, se comete un error de 0.3 centímetros en 1 metro y 1.5 centímetros en 5 metros, como lo indica la siguiente tabla:



Instrumento Medición	DISTANCIA MEDIDA POR EL OPERADOR (Metros)	ERROR MEDICIÓN LINEAL (Centímetros)
Cinta Métrica	1 A 6	2
	7 A 16	3
	17 A 23	4
	24 A 30	5
	31 A 36	6
	37 A 41	7
	42 A 46	8
	47 A 50	9

2.2 Error Gráfico de Escala

La **escala**, es la relación que existe entre la representación gráfica del mapa o plano, con la representación real en la superficie terrestre. También podemos indicar que es uno de los elementos fundamentales de un mapa o plano, está directamente relacionada con el contenido, propósito, objetivos, dimensiones y precisión del mapa. Ella caracteriza al plano y su correcta elección es determinante para representar con éxito la información deseada. La escala se representa mediante la expresión numérica, y/o la expresión gráfica.

La precisión de un plano o mapa radica fundamentalmente en la escala adoptada, así la planimetría se basa en el error gráfico que consiste en multiplicar el módulo de la escala por la apreciación del ojo humano³, que es de un cuarto de milímetro, por ejemplo, si la escala es de 1:50000 el error gráfico será de 12.5 metros.

Se encuentra descrito en los "Requisitos de Presentación de Planos Arquitectónicos y Contenido Respectivo" (Texto Ordenado, Leyes Municipales Autónomas de Uso de Suelos Urbanos Nro. 017-024-050-080, Anexo VI Condiciones Generales Sobre Edificaciones), como condición para el Plano de Sitio y Techos (en el cual se describen las "Cotas Nominales"), su elaboración a Escala 1:100, 1:500 o 1:200. Para el cálculo del "Error Gráfico de Escala", se tomó la escala 1:100, dando como resultado:

³ Apreciación aproximada del ojo humano = 0.00025 m = 0,25 mm.



ERROR GRÁFICO DE ESCALA = 2 centímetros

2.3 Error Constructivo

Este error relacionado estrechamente con las "Magnitudes de Influencia", es la sumatoria de dos valores, determinados en dos momentos del proceso de construcción:

- Primer momento: Error de medición por replanteo en obra gruesa.
- Segundo momento: Error de medición en obra fina.

Estos son calculados por medidas indirectas, ya que no son visibles en la obra entregada o concluida, pero perceptibles en el proceso de la construcción.

2.3.1 Error de medición por replanteo en obra gruesa.

Replanteo en obra gruesa. Es realizar la materialización de un proyecto de plano de construcción en sitio, mediante ladrillo, cemento, piedra, etc. por medio de instrumentos de replanteo como ser: Flexómetro, Cinta Métrica, Distanciómetro, hilo de construcción (lienza), clavos, etc.

Existen diferentes fuentes de error en la consolidación física de un Proyecto de Plano de Construcción, para nuestro cálculo se desarrollarán las siguientes:

- Error de alineación horizontal con hilo de construcción (lienza).
- Error de alineación vertical con plomada

Error de alineación horizontal con hilo de construcción.

Para iniciar el colocado del tabique de ladrillos, el constructor extienden frecuentemente de 3 a 5 metros la lienza y así lograr un alineamiento horizontal (ver anexo 1). El error de alineación horizontal con hilo de construcción es originado por el viento y gravedad que resulta en la oscilación de lienza, añadiendo a esto, la percepción visual del constructor, provocando que el tabique de ladrillo sea colocado con entrantes y salientes imperceptibles al ojo humano.

En el alineamiento horizontal del tabique de ladrillo, se comete un error de 0.3 centímetros en 1 metro y 1.5 centímetros en 5 metros, como lo indica la siguiente tabla:



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



Pared Horizontal en metros	Error en centímetros
1	0.3
2	0.6
3	0.9
4	1.2
5	1.5

Error de alineación vertical con plomada con hilo de construcción

De la misma forma, la alineación vertical con plomada del tabique de ladrillo (ver anexo 2), genera un error de 0.5 centímetros en 1 metro y 1.5 centímetros en 3 metros, como lo indica la siguiente tabla:

Pared Vertical en metros	Error en centímetros
1	0.5
2	1.0
3	1.5

Tomando como datos, Horizontal 1,5 centímetros, Vertical 1,5 centímetros, tenemos un total de:

ERROR DE MEDICIÓN POR REPLANTEO EN OBRA GRUESA = 3 centímetros

2.3.2 Error de medición por obra fina.

Obra fina, es el revestimiento (revoque), aplicado para el ornamento en la construcción (estuco, cerámica, azulejo, etc.).

Es un factor de error que incide en la medición, pues es directamente proporcional al espesor del revestimiento adoptado, cuyo valor en medida depende del tipo de material.

Para nuestro cálculo se desarrollaran los siguientes errores:



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



- Error de alineación horizontal por revoque
- Error de alineación vertical por revoque

Error de alineación horizontal por revoque

En la alineación horizontal del revoque con estuco, se comete un error de 0.1 centímetros en 1 metro y 0.5 centímetros en 5 metros (ver anexo 3).

Pared Horizontal en metros	Error en centímetros
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4
5	0.5

Error de alineación vertical por revoque

De la misma forma en alineamiento vertical del revoque con estuco, se comete un error de 0.2 centímetros en 1 metro y 0.6 centímetros en 3 metros.

Pared Vertical en metros	Error en centímetros
1	0.2
2	0.4
3	0.6

Tomando como datos, Horizontal 0.5 centímetros, Vertical 0.6 centímetros, aplicando un redondeo tenemos un total de:

ERROR DE MEDICIÓN POR OBRA FINA = 1 centímetros

ERROR CONSTRUCTIVO = 4 centímetros



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



3. DETERMINACIÓN DE TABLAS DE VALORES DE TOLERANCIA

3.1 Tabla preliminar de valores de tolerancia en distancia lineal, aplicadas a las mediciones de campo, realizadas con los instrumentos: Cinta Métrica y Distanciómetro laser, en los procesos de Permisos de Construcción y Aprobación de Planos "As Built".

Valores de Tolerancias (positivos o negativos) en Medidas Lineales, aplicadas a "Frente de Lote", "Retiros", "Ancho de Vía" y otras distancias referidos a los Parámetros de Edificación.

Instrumento Medición Terreno Plano	DISTANCIA MEDIDA POR EL OPERADOR (Metros)	TOLERANCIA MEDCIÓN LINEAL (Centímetros)	ERROR DE ESCALA (Centímetros)	ERROR POR SISTEMA CONSTRUCTIVO (Centímetros)	TOLERANCIA APLICADA (Centímetros)
Distanciómetro	1 A 5	1	2	4	7
	6 A 15	2	2	4	8
	16 A 22	3	2	4	9
	23 A 29	4	2	4	10
	30 A 35	5	2	4	11
	36 A 40	6	2	4	12
	41 A 45	7	2	4	13
	46 A 50	8	2	4	14

Instrumento Medición Terreno Plano	DISTANCIA MEDIDA POR EL OPERADOR (Metros)	TOLERANCIA MEDCIÓN LINEAL (Precisión del Instrumento/Error Sistemático - Centímetros)	ERROR DE ESCALA (Escala 1:100 - Centímetros)	ERROR CONSTRUCTIVO (Centímetros)	TOLERANCIA APLICADA (Centímetros)
Cinta Métrica	1 A 6	2	2	4	8
	7 A 16	3	2	4	9
	17 A 23	4	2	4	10
	24 A 30	5	2	4	11
	31 A 36	6	2	4	12
	37 A 41	7	2	4	13
	42 A 46	8	2	4	14
	47 A 50	9	2	4	15



UATG-INF-0508-14-07-2014-RLOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicados a Parametros de Edificación

15-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



3.2 Conversión de tolerancias para medidas lineales en porcentaje aplicado a los parámetros de construcción.

Puesto que los Parámetros de Edificación son referencias de dimensiones, al contar con los valores de tolerancias de una medida lineal, se efectuó la conversión de la tolerancia en centímetros a un valor porcentual, utilizando la Mediana como medida de tendencia central en concordancia con las dimensiones de frentes, fondos, laterales y superficies especificadas en las Cartillas Normativas de Patrones de Asentamiento.

3.2.1 Conversión aplicada a Frente Mínimo de Lote (FML) Y Anchos de Vía

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	MEDIDA EN TOLERANCIA (m)	VALORES PRELIMINARES (%)
1	0,08	1,08	8,0
2	0,08	2,08	4,0
3	0,08	3,08	2,7
4	0,08	4,08	2,0
5	0,08	5,08	1,6
6	0,08	6,08	1,3
CALCULO PARCIAL 1			2

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	MEDIDA EN TOLERANCIA (m)	VALORES PRELIMINARES (%)
7	0,09	7,09	1,3
8	0,09	8,09	1,1
9	0,09	9,09	1,0
10	0,09	10,09	0,9
11	0,09	11,09	0,8
12	0,09	12,09	0,8
13	0,09	13,09	0,7
14	0,09	14,09	0,6
15	0,09	15,09	0,6
16	0,09	16,09	0,6
CALCULO PARCIAL 2			0,9

CALCULO FINAL (PARCIAL 1, PARCIAL 2)	3
--------------------------------------	---



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



3.2.2 Retiros Mínimos de la Edificación (RME)

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	MEDIDA EN TOLERANCIA (m)	VALORES PRELIMINARES (%)	TOLERANCIA (%)
1	0,08	1,08	8,0	4
2	0,08	2,08	4,0	
3	0,08	3,08	2,7	

3.2.3 Conversión aplicada a Voladizos.

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	MEDIDA EN TOLERANCIA (m)	TOLERANCIA (%)
1	0,07	1,07	7

3.2.4 Conversión Aplicada a Superficies (Área).

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	DISTANCIA EN TOLERANCIA (m)	AREA (m2)	AREA EN TOLERANCIA (m2)	DIFERENCIA	VALORES PRELIMINARES (%)
1	0,07	1,07	1	1,1	0,1	14,5
2	0,07	2,07	4	4,3	0,3	7,1
3	0,07	3,07	9	9,4	0,4	4,7
4	0,07	4,07	16	16,6	0,6	3,5
5	0,07	5,07	25	25,7	0,7	2,8
6	0,07	6,07	36	36,8	0,8	2,3
CALCULO PARCIAL 1						4,1

DISTANCIA (m)	TOLERANCIA (m)	DISTANCIA EN TOLERANCIA (m)	AREA (m2)	AREA EN TOLERANCIA (m2)	DIFERENCIA	VALORES PRELIMINARES (%)
7	0,09	7,09	49	50,3	1,3	2,6
8	0,09	8,09	64	65,4	1,4	2,3
9	0,09	9,09	81	82,6	1,6	2,0
10	0,09	10,09	100	101,8	1,8	1,8
11	0,09	11,09	121	123,0	2,0	1,6
12	0,09	12,09	144	146,2	2,2	1,5
13	0,09	13,09	169	171,3	2,3	1,4
14	0,09	14,09	196	198,5	2,5	1,3
15	0,09	15,09	225	227,7	2,7	1,2
16	0,09	16,09	256	258,9	2,9	1,1
CALCULO PARCIAL 2						1,6

CALCULO FINAL (PARCIAL1, PARCIAL2)						6
------------------------------------	--	--	--	--	--	---

UATG-INF-0508-14-07-2014-RIOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicadas a Parametros de Edificación

17-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo



www.lapaz.bo



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



3.3 TABLA FINAL DE VALORES DE TOLERANCIA APLICADOS A PROCESOS DE X PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, APROBACIÓN DE PLANOS AS BUILT Y FISCALIZACIÓN PREDIAL

A continuación se presenta la tabla final de los valores de tolerancias de aplicación por cada una de las Subalcaldías a través de las Unidades de Administración Territorial, Unidades de Fiscalización Predial y Plataformas de Servicios de Administración Territorial del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

Parámetro de Edificación	Margen de Tolerancia a aplicar (%)	Observaciones
Área de Lote Edificable (ALE)	Tolerancia Catastro (*)	Los márgenes de tolerancia en el parámetro ALE estará definida por el gráfico de tolerancias de superficie señalado en "Vistos y Considerandos" de la Resolución Administrativa DIT – UC No. 008/2009, misma que será aplicada cuando la superficie física sea mayor o menor respecto a la estipulada en testimonio o folio real
Frente Mínimo de Lote (FML)	3	Ninguna
Anchos de Vía	3	Ninguna
Retiros Mínimos de la Edificación (RME)	4	También es aplicable a todos los elementos lineales que establece la Ley de Usos de Suelo, como p.ej. Pozos de aire – luz, escaleras, altura de ambientes y otros
Voladizos	7	Ninguna
Área Máxima a Cubrir (AMC)	6	Ninguna
Área Máxima a Edificar (AME)	6	Ninguna

(*) De acuerdo al texto ordenado de las Leyes Municipales Autónomas de Usos de Suelos Urbanos, Nro. 017-024-050-080, el Artículo 19, Parámetros de Edificación, indica: "La superficie real señalada en la certificación catastral será la base de cuantificación para los parámetros de edificación, excepto en los casos previstos expresamente en la presente ley".

La Superficie Real del Certificado Catastral, equivalente al parámetro de edificación denominado Área de Lote Edificable (ALE), es producto de un análisis y aplicación de valores de tolerancia definidos por la Unidad de Catastro aprobados por Resolución Administrativa DIT – UC No. 008/2009 (ver fórmula 1), que en definitiva





Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



tienen que asumirse en el proceso de Permisos de Construcción y aprobación de Planos "As Built".

Formula 1:

$$Ax^2 + Bx + C = 0$$

$$0.4583333x^2 - 7.75x + (33.6666667 - Y) = 0$$

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - (4 \cdot A \cdot C)}}{2 \cdot A}$$

Donde:

x = Tolerancia en Porcentaje

Y = Superficie

A = 0.4583333

B = -7.75

C = 33.6666667 - Y

✖ Cuando el Certificado Catastral registra una diferencia entre la Superficie Legal y la Superficie Real (equivalente al ALE), el certificado advierte que las superficies mencionadas están fuera de los márgenes de tolerancia establecidos.

✎ Por tanto, cuando la superficie real registrada sea mayor o menor a la superficie legal del Certificado Catastral, el predio deberá ser sujeto a saneamiento legal para que la superficie legal y la superficie real concuerden, este saneamiento debe realizarse previamente, al inicio del trámite solicitado (permiso de construcción, aprobación de planos "As Built"). Este proceso de saneamiento y regularización de la documentación legal es de responsabilidad del propietario y de índole privado.

UATG-INF-0508-14-07-2014-RLOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicadas a Parametros de Edificacion

-19-22



Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

www.lapaz.bo



4. CONCLUSIONES

- De la Incertidumbre de una medida y su exactitud

La existencia de una incertidumbre en una medición, nos muestra que tener "una medida exacta", es imposible, pues la medida "exacta" es un valor ideal, al que nos podemos aproximar, pero nunca alcanzar

- De las entidades presentes en una medición

Al efectuar una medición en las inspecciones, están presentes cuatro entidades:

- El **mensurando** (lo que se quiere medir)
- El **instrumento de medida** (lo que mide)
- El **operador** (el que mide)
- Las **Magnitudes de Influencia** (el resto del universo)

- De los Parámetros de Edificación y valores de medida

En esencia, los Parámetros de Edificación, son **valores de medidas** lineales/ longitudinales (Retiros y Anchos de vías) y superficies (Áreas a cubrir), a las cuales se deben regir las edificaciones. Por lo que el objetivo de las inspecciones municipales, es verificar si las construcciones en obra, están respetando los mencionados **valores de medidas** normados.

- De la necesidad de implementar "Valores de Tolerancias"

La necesidad de implementar "Valores de Tolerancia" en las mediciones, se convierte en imprescindible para la adecuada administración del territorio en el servicio de "Permisos de Construcción y aprobación de Planos As Built",

- De la definición de "Tolerancia"

Para nuestro propósito, debemos partir por la definición de "Tolerancia", al valor total que es permitido variar en obra, respecto lo especificado en los Planos de Construcción y Planos As Built, según la cota nominal⁴ y los valores de medidas normados en los Parámetros de Edificación.

- De la definición de "Error"

⁴ Es la medida indicada en los Planos de Construcción y Planos As Built como básica e identificativa.



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



En ciencia e ingeniería, el error, está más bien asociado al concepto de **incerteza** en la determinación del resultado de una medición.

- De los tipos de errores para determinar "Valores de Tolerancias"

Se tomaron en cuenta los siguientes errores:

- **Error de Medición Lineal** con Cinta Métrica y Distanciómetro (relacionado con el Instrumento de Medida y el Operador).
- **Error Gráfico de Escala** (Relacionado con las Magnitudes de Influencia)
- **Error de Medición por el Sistema Constructivo** (Relacionado con las Magnitudes de Influencia)

De los cuales se pudo generar la "Tabla preliminar de valores de tolerancia en distancia lineal", aplicadas a las mediciones de campo, realizadas con los instrumentos: cinta métrica y distanciómetro laser, en los procesos de "permisos de construcción y aprobación de planos as built".

- Por último se pudo determinar mediante una conversión de las tolerancias para medidas lineales, la tabla que resume los valores de tolerancias de aplicación por cada una de las Subalcaldías a través de las Unidades de Administración Territorial, Unidades de Fiscalización Predial y Plataformas de Servicios de Administración Territorial del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

5. RECOMENDACIONES

- Para la aplicación correcta de la "Tabla de Valores de Tolerancia", los inspectores de las Unidades de Administración Territorial y Unidades de Fiscalización Predial, pertenecientes a las siete Subalcaldías Urbanas, mediante la Unidad de Análisis Topográfico y Geodésico, deberán recibir un curso de capacitación respecto a las "Prácticas Correctas para Medición con Cinta Métrica y Distanciómetro".
- Del mismo modo, la Dirección de Administración Territorial y Catastral y las diferentes Subalcaldías Urbanas, deberán presupuestar en su Plan Operativo Anual, la adquisición de Cintas Métricas que se encuentren dentro de los siguientes parámetros:
 - **Clase I** (Acero forrado con poliamida)

UATG-INF-0508-14-07-2014-RIOP-UATG-Informe Tolerancias Aplicadas a Parametros de Edificación

21-22

Calle Mercado No. 1298 - cajón postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo



www.lapaz.bo



Gobierno Autónomo
Municipal de La Paz



- **Clase II** (metálicas)
- **Clase III** (fibra de vidrio).

Además de Niveles de Mano⁵, para control horizontal de la medida.

En este sentido, también la adquisición **distanciómetros laser**, que tengan incorporado un sensor de inclinación que permitan medir pendientes de hasta $\pm 45^\circ$.

- Se recomienda remitir el presente informe al analista legal de la Dirección de Administración Territorial y Catastral, a objeto de elaborar la Resolución Administrativa que ponga en vigencia, la "TABLA FINAL DE VALORES DE TOLERANCIA APLICADOS A PROCESOS DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, APROBACIÓN DE PLANOS AS BUILT Y FISCALIZACIÓN PREDIAL"

Es cuanto informamos para los fines consiguientes.

CC. Archivo

[Handwritten signature]
Atq. Janneth M. Zenteno Peña
ANALISTA LEGAL
DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN TERRITORIAL Y CATASTRAL
D.A.T.C. - O.M.P.D. - G.A.M.L.P.

[Handwritten signature]
Sergio Ríos de la Cruz
SUPERVISOR UNIDAD DE ANÁLISIS
TOPOGRÁFICO Y GEODÉSICO
LaPaz
D.A.T.C. - O.M.P.D. - G.A.M.L.P.

⁵ El nivel de mano, es un instrumento de mirar que se caracteriza por su manejo sencillo y la rapidez con que se pueden determinar los ángulos de elevación y de depresión.

