



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”**

### **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Título del proyecto:**

**ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE EL CUMPLIMIENTO  
DE LA NORMATIVA DE DISEÑO ESTRUCTURAL  
SISMO – RESISTENTE, PREVIO A LA APROBACIÓN DE  
PROYECTOS EN EL I. MUNICIPIO DE RIOBAMBA**

**Autor : Vilma Pánchez**

**Director: Ing. Tito Castillo**

**Riobamba – Ecuador**

**2010**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:  
“ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA  
DE DISEÑO ESTRUCTURAL SISMO – RESISTENTE, PREVIO A LA  
APROBACIÓN DE PROYECTOS EN EL I. MUNICIPIO DE RIOBAMBA”

Presentado por: Vilma Esperanza Pánchez Hernández

Dirigida por: Ing. Tito Castillo

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH-

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Diego Barahona

**Presidente**

-----

Ing. Tito Castillo

**Director**

-----

Ing. Jorge Núñez

-----

**Miembro**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Vilma Pánchez e Ing. Tito Castillo Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **AGRADECIMIENTO**

Es el reconocimiento a la Facultad de Ingeniería, al I. Municipio de Riobamba, y a personas cuyos nombres son reservados, por la ayuda intelectual y material recibida para la realización de la investigación.

## **DEDICATORIA**

A Dios y mi familia, en especial mi esposo y pequeña hija, fuente de inspiración para salir adelante y llevar a cabo esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	iii
RESUMEN .....	iv
SUMARY .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO REFERENCIAL	
1.1 Planteamiento del Problema .....	3

1.2	Objetivos	
1.2.1	Objetivo General.....	4
1.2.2	Objetivos Específicos.....	4
1.3	Justificación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b>		
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>		
2.1	Antecedentes de la Investigación.....	6
2.1.1	Las amenazas geofísicas: terremotos y erupciones volcánicas en la historia de Riobamba. ....	6
2.1.2	Lo sucedido en Haití, un evento para reflexionar .....	10
2.2	Fundamentación teórica.....	12
2.2.1	Normativa vigente en el Ecuador.....	12
2.2.2	Peligrosidad sísmica en la zona centro del Ecuador.....	14
2.2.3	Causas de destrucción de las edificaciones.....	15
2.2.4	Requisitos para presentación de proyectos estructurales en el I. Municipio de Riobamba.....	17
2.2.5	Requisitos para presentación de proyectos estructurales de acuerdo a los códigos vigentes. ....	18
2.2.6	Irrespeto a las ordenanzas municipales en la ciudad de Riobamba.....	20
2.3	Sistema de Hipótesis.....	25
2.3.1	Variables, dimensiones, indicadores, ítems. ....	25
2.3.2	Población y muestra.....	26
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b>		
3.1	Métodos, Técnicas e Instrumentos.....	27
3.1.1	Métodos.....	27



3.1.2	Técnicas.....	28
3.1.3	Instrumentos.....	28
3.2	Desarrollo del trabajo.....	28
3.2.1	Planificación.....	28
3.2.2	Metodología de Análisis de Muestras.....	30
3.2.3	Método de revisión de muestras.....	33
3.2.3.1	“Caso A” Proyectos que contienen un Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente.....	34
3.2.3.2	“Caso B” Proyectos que utilizan códigos caducos.....	36
3.2.3.3	“Caso C” Proyectos que no Contienen Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente.....	37

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Análisis estadístico para saber cuántos proyectos estructurales han sido Aprobados en el I. Municipio de Riobamba durante los años 2005 a 2009..	39
4.2	Procedimiento para Aprobación de Proyectos Estructurales, en el I. Municipio de Riobamba. ....	39
4.3	Inventario de las edificaciones estructurales, aprobadas en el I. Municipio de Riobamba en los años 2005 a 2009. ....	40
4.4	Tabulación de datos.....	41
4.4.1	Muestras Analizadas.....	41
4.4.2	Entrevista-Encuestas realizadas.....	44
4.4.3	Informe de Resultados Obtenidos.....	46

## CAPÍTULO V

### 5. PROPUESTA PARA REVISIÓN DE PROYECTOS ESTRUCTURALES

5.1	Para proyectos que contienen datos completos. Caso A.....	49
5.2	Para proyectos Caso B, C u otros.....	61

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	63
6.2 Recomendaciones.....	67
6.3 Bibliografía.....	70

### ANEXOS

Anexo 1 Ordenanza para el Control y Aprobación de Planos.....	73
Anexo 2 Hoja de cálculo Análisis de Cargas para Diseño.....	85
Anexo 3 Hoja de Cálculo para determinación de espesor de losa equivalente..	86
Anexo 4. Resolución No.057-SCM-2009 Municipio de Riobamba. Nuevas alturas para edificaciones.....	87
Anexo 5. Inventario de edificaciones analizadas.....	92
Anexo 6. Encuestas realizadas.....	269

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO No. 1	
Catástrofes históricas ocurridas en Riobamba y sus cercanías.....	10
CUADRO No. 2	
Requisitos que deben constar en memoria de cálculo estructural y planos.....	38
CUADRO No. 3	
Cuadro para revisión de proyectos estructurales.....	49
CUADRO No. 4	
Derivas máximas que presenta la estructura.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA No. 1.	
Terremotos con intensidades superiores a VIII en el Ecuador.....	7
FIGURA No. 2.	
Volcanes Potencialmente Activos en el Ecuador. ....	9
FIGURA No. 3.	
Edificio destruido en Puerto Príncipe.....	10
FIGURA No. 4.	
Ecuador, Zonas Sísmicas para propósitos de diseño.....	15
FIGURA No. 5.	

Inspección de permisos de construcción en Riobamba.....	21
FIGURA No. 6.	
Obras clausuradas en la Ciudad de Riobamba.....	23
FIGURA No. 7.	
Hoja de cálculo para espesor de losa equivalente.....	51
FIGURA No. 8.	
Ventana para ingreso de datos de materiales.....	52
FIGURA No. 9.	
Ventana para definición de secciones de losa.....	52
FIGURA No. 10.	
Vista de la Estructura en 3D.....	53
FIGURA No. 11.	
Ventana para ingreso de Carga Viva .....	53
FIGURA No. 12.	
Ventana para definir casos de Carga Estática .....	54
FIGURA No. 13.	
Ventana para ingreso de coeficiente de Cortante Basal.....	55
FIGURA No. 14.	
Ventana para definir Combinaciones de Carga.....	56
FIGURA No. 15.	
Análisis estático, porcentaje de Refuerzo y vista en 3D de la estructura.....	57
FIGURA No. 16.	
Ventana para definir el Espectro de Diseño.....	58
FIGURA No. 17.	
Ventana para definir casos de espectro de diseño elástico.....	59
FIGURA No. 18.	
Análisis dinámico, porcentaje de Refuerzo y vista en 3D de la estructura.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO No. 1.	
Cumplimiento de normativa vigente para diseño Sismo Resistente en edificaciones aprobadas por el Municipio de Riobamba.....	41
GRÁFICO No. 2	

Clasificación de edificaciones por casos de Análisis.....	41
GRÁFICO No. 3.	
Clasificación de edificaciones por tipo de trámite.....	42
GRÁFICO No. 4.	
Clasificación de edificaciones por número de pisos.....	42
GRÁFICO No. 5.	
Edificaciones por tipo de sistema constructivo.....	42
GRÁFICO No. 6.	
Clasificación de edificaciones por ancho de vigas banda.....	43
GRÁFICO No. 7.	
Memorias técnicas que contienen cálculo específico para losas con vigas banda.....	43
GRÁFICO No. 8.	
Programa utilizado para revisar proyectos.....	44
GRÁFICO No. 9.	
Nivel de manejo de programas de computación.....	45
GRÁFICO No. 10.	
Disponibilidad de computadora.....	45
GRÁFICO No. 11.	
Disponibilidad de licencia de programas de computación.....	45
GRÁFICO No. 12.	
Hoja de cálculo Excel. Espectro C.E.C 2000 y Rango de Valores. ....	57

## RESUMEN

Mucho tiempo se ha dejado pasar, conociendo la situación en que se encuentra la ciudad y el país en general con respecto a las irregularidades en procesos

constructivos, el objetivo de esta investigación es conocer parte de este problema para aportar con soluciones. No se sabe con qué criterios son receptados y aprobados, los proyectos estructurales en el Municipio de Riobamba, duda que se genera por las numerosas edificaciones que se levantan a diario en la ciudad, muchas de ellas son clausuradas por no poseer permisos de construcción y otras contando con ellos no se cumple con los planos estructurales porque no hay control en la ejecución.

La ciudad de Riobamba se halla en la zona 4, de más alta peligrosidad sísmica de acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica propuesta en la fig. 1 del CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12; antecedente que merece toda la atención. Tal vez porque desde del terremoto ocurrido en 1797 que acabó con la antigua Riobamba no ha ocurrido sismos semejantes se procede con cierta calma, pero no estamos exentos de que vuelva a darse un evento similar, ya que los desastres naturales son impredecibles pero se puede prevenir.

Más adelante se detallará los resultados de la Investigación con porcentajes exactos, pero de la muestra obtenida, la mayoría de las edificaciones analizadas desde el año 2005 al 2009, no cumplen con lo que establece el Código de Práctica Ecuatoriana.

Se ha investigado el procedimiento que se sigue en el departamento de Planificación del I. Municipio de Riobamba para la aprobación de proyectos estructurales, se basan en la ordenanza N° 00.2.99, en donde constan los requisitos generales para toda construcción y en lo que tiene que ver con edificaciones de más de 3 pisos exigen la presentación de memoria descriptiva y planos estructurales, pero no existe otro documento en el que se detallen requisitos específicos o al menos un proceso para revisarlos.

## **SUMMARY**

Long time it has been let himself be happened knowing the situation in which he finds the city and the country in general regarding the irregularities in constructive processes, the objective of this investigation is to know part of this problem to make a contribution with solutions. He is not common knowledge with what criteria are received and pass marks, the structural projects at Riobamba's Municipality, doubts that it is generated for the numerous edifications that rise up every day in the city, many of them are closed down not to have building permits and others counting on them the structural levels because there is no control in the execution are not failed to keep.

Riobamba's city is present in the zone 4, of higher seismic dangerousness according to the Zoning Seismic map proposed in the fig. 1 of the CPE INEN 5:2001. Part 1. Cap.12; antecedent that the whole attention merits. Perhaps because from of the happened earthquake in 1797 that finished with ancient Riobamba has not happened similar seism you proceed with certain calm, but we are not exempt that he goes back to give himself a similar event, since natural disasters are unpredictable but it can take precautionary actions.

Later on the research findings with exact percentages will be detailed, but of the obtained sample, the majority of the analyzed edifications since the year 2005 to the 2009, do not keep so that CPE establishes Código de Práctica Ecuatoriano.

I has been investigated the procedure that keeps on at Planificación's department of the Riobamba's municipality for the approval of structural projects, they are based on the command No.00.0.99, where the general requirements for every construction are evident and to edifications of more than 3 floors demand the presentation of descriptive memory and structural diagrams, but another document in which specific requirements or at least one process to check them are detailed does not exist.



## INTRODUCCIÓN

La seguridad humana como premisa fundamental es la razón de esta investigación, lo cual está respaldado por la utilización del Código Ecuatoriano de la Construcción, en todas sus partes, y haciendo énfasis en lo que versa este trabajo, el cumplimiento estricto de los requisitos para diseño sismo-resistente del CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12; esto no quiere decir que no se pueda utilizar otro código en vigencia, pero es importante cumplir con los requerimientos mínimos según lo establece el Código de Práctica Ecuatoriana.

Las ordenanzas caducas, y el personal no capacitado para la revisión de proyectos estructurales es el eje básico del problema, pues las normas están escritas según Art. 2.1 CPE 5:2001. Parte 1. Cap. 12.

Otra situación que se ha observado es que varios profesionales constructores no están actualizados con las reformas que se han hecho a los códigos a través de las investigaciones realizadas por renombrados personajes en el estudio Sismo-Resistente en nuestro país.

La demora en los trámites municipales, y sobre todo la ideología de la gente para evitar otro gasto contratando un profesional, trae como consecuencia que a través de los años las personas levanten sus edificios o viviendas pequeñas con o sin la asesoría técnica, sin importar los detalles constructivos de acuerdo a los planos, cuidados en la selección de materiales empleados, reforzamiento, etc.

Se ha planteado como hipótesis que el 50% de las edificaciones construidas con aprobación del I. Municipio de Riobamba si cumplen con la normativa vigente, posteriormente se detallará que menos de este porcentaje cumplen con lo establecido en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Cabe indicar que para llevar a cabo esta investigación se ha tenido que realizar un procedimiento especial en obtención de la información ya que el Municipio tiene terminantemente prohibido el acceso a personal no autorizado a documentos que constan en la oficina de Archivo.

La I. Municipalidad de Riobamba, a través del Departamento de Planificación no ha sido lo suficientemente eficaz en la revisión y aprobación de los planos estructurales. Esta Investigación constituye un aporte significativo para la seguridad ciudadana. Se pretende en conjunto, la Universidad Nacional de Chimborazo y el I. Municipio de Riobamba mejorar los procedimientos que se siguen en la revisión y aprobación de proyectos estructurales, ya que actualmente no se está cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos en los códigos vigentes.

Por razones que no hace falta describirlas, se omiten nombres en las muestras analizadas y otros datos que comprometan a determinadas personas.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El incumplimiento de las normas para diseño estructural sismo-resistente en la presentación y aprobación de proyectos estructurales es un problema vigente en la ciudad de Riobamba que merece un tratamiento especial y a lo cual está enfocada la presente investigación.

Es común observar en la ciudad de Riobamba, innumerables edificaciones que se construyen con o sin el permiso municipal, varias sin concluirse es por ello que opiniones de profesionales de otras ciudades la consideran como un cementerio de casas. Con excepciones, se construye incluso sin hacer un estudio de suelos, ampliaciones de vivienda sin un análisis estructural previo, proyectos con proyección para 3 o más pisos abandonadas debido a la ideología de la gente de pensar a futuro.

El desconocimiento, el desinterés, o la misma idiosincrasia de la gente juegan un papel importante en este problema, las ordenanzas caducas que necesitan una

reforma urgente especialmente sobre el hecho de que los ciudadanos prefieren pagar la multa luego de que han empezado a construir cuyo costo es sumamente inferior al de contratar un profesional. Esto lleva a tener construcciones inseguras, incrementando el riesgo sísmico, y sus consecuencias.

No todo el personal que labora en la institución o al menos el encargado de la revisión de planos y memorias técnicas no está capacitado, otro problema también es la acumulación de proyectos en general por aprobarse ya sean de 1, 2, 3 o más pisos, este hecho hace que los trámites, por rapidez se despachen lo más breve posible obviando ciertos requisitos.

Es importante que se ejecuten los proyectos respetando lo expuesto en los planos, si no se lo hace a la final la cantidad de materiales variará ya sea a favor o en contra, teniendo diferencias que llevan si es en el primer caso menor costo pero una edificación insegura, y en el segundo caso un sobreprecio en el costo total de la obra.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 GENERAL**

Determinar estadísticamente el número de edificaciones que se han aprobado en el I. Municipio de Riobamba, y establecer cuantas cumplen con las normas de diseño sismo-resistente INEN CPE 5:2001, 1993 y ACI 318S-05. Cap. 21, durante los años 2005 a 2009.

### **1.2.2 ESPECIFICOS**

1. Conocer el procedimiento que se sigue en el I. Municipio de Riobamba en la revisión y aprobación de proyectos estructurales.
2. Realizar un inventario de las edificaciones estructurales, aprobadas en el I. Municipio de Riobamba en los años 2005 a 2009.
3. Verificar si las edificaciones inventariadas cuentan con su respectiva memoria técnica.
4. Verificar si la memoria técnica de las edificaciones inventariadas cumplen con las normas de diseño sismo resistente.
5. Elaborar un informe con el resultado de la investigación de las edificaciones aprobadas en el I. Municipio de Riobamba.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la ciudad de Riobamba podemos observar un sinnúmero de edificaciones que se están construyendo y otras clausuradas por no tener permiso de construcción; con relación a las primeras nos preguntamos ¿Tendrán en realidad permiso de construcción o todavía no lo sabe el municipio?, ¿Sus elementos estructurales son suficientes para resistir las solicitaciones sísmicas?, en fin.

El centro del país se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica y esto incluye a nuestra ciudad; las normas que rigen para la construcción de edificaciones buscan evitar las pérdidas de vidas humanas y propiedades en caso de un evento sísmico como lo describe el CPE 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Art.4.1.3.

Nos preocupa, conocer si los involucrados en la actividad de control y ejecución de obras cumple y hace cumplir el Código Ecuatoriano de la Construcción, es probable

por lo que se observa a diario en la ciudad, que se está construyendo sin tomar las debidas precauciones a raíz de la falta de revisión de los proyectos presentados en el Municipio de Riobamba.

Motivo de otras investigaciones que se están realizando por otros compañeros constituye el estudio de las construcciones que no se registran en esta entidad, y la presente investigación es un aporte importante para tener un acercamiento de la magnitud del problema, sentar las bases estadísticas para a futuro ser parte de un solución a estos problemas; a más de conocer el número de edificaciones que se aprueban anualmente, se conocerá bajo que parámetros fueron aprobados los proyectos estructurales que permanecen en las oficinas de archivo en el I. Municipio de Riobamba.

El Municipio de Riobamba, la Universidad Nacional de Chimborazo, Profesionales de la Construcción, estudiantes y ciudadanía en general somos actores generadores del problema, responsables de los efectos causados pero portadores de una solución.

## **CAPÍTULO II**

### **2.- MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

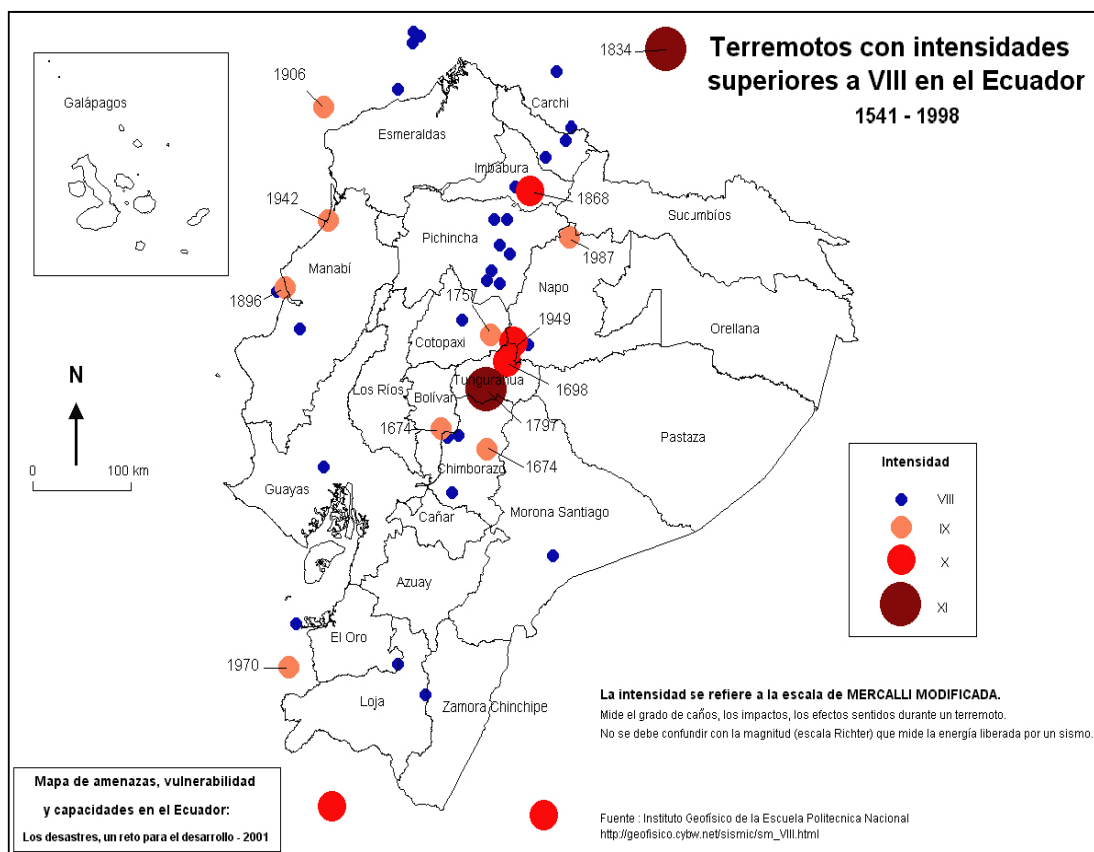
Los factores que acrecientan el riesgo de pérdida de vidas humanas y elevan el costo económico de un terremoto son "el crecimiento desmesurado de las ciudades, las construcciones antiguas y de adobe, los desafíos ambientales que necesariamente acompañan los escenarios más radicales y la falta de estudios que, incorporados a los planes reguladores de las ciudades, definan con claridad qué construir, dónde y cómo mitigar los riesgos"

En la ciudad de Riobamba existen ordenanzas caducas en las que no constan los requerimientos que los actuales códigos de diseño sismo resistente exigen, teniendo en cuenta el antecedente histórico de lo sucedido en el terremoto de Riobamba (1797) y los ocurridos en ciudades cercanas no debemos descartar la posibilidad de un desastre, esperemos de magnitudes mínimas pero hay que estar preparados para un evento similar; es verdad que no se puede pronosticar la fecha pero es importante prevenir.

### **2.1.1 Las amenazas geofísicas: terremotos y erupciones volcánicas en la historia de Riobamba.**

Si se compara el impacto de los desastres en la historia del Ecuador, son los terremotos los eventos de origen natural que ocasionaron las consecuencias más graves, sobre todo en lo que se refiere al número de víctimas.

El gráfico 1. Muestra los sectores que fueron afectados gravemente por terremotos de intensidad superior a VIII (en la escala Mercalli modificada) desde 1541 hasta 1998. De manera general se observa que los eventos telúricos mayores ocurrieron en la región andina desde la provincia de Chimborazo, al Sur, hasta la provincia de Tulcán, al Norte.



**Figura 1.** Terremotos con intensidades superiores a VIII en el Ecuador. [http://geofisico.cybw.net/sismic/sm\\_VIII.html](http://geofisico.cybw.net/sismic/sm_VIII.html).

### a) Terremotos

Dos sismos con una intensidad estimada en XI golpearon el país durante los últimos cuatro siglos. El primero, en 1797, ocurrió en provincia de Tungurahua y, según los documentos históricos, destruyó completamente la ciudad de Riobamba y muchos pueblos cercanos.

Se considera a este evento como el más destructivo y uno de los de mayor magnitud en toda la historia ecuatoriana. Esta catástrofe causó efectos secundarios como



deslizamientos devastadores, apertura de un sinnúmero de grietas, represamiento de varios ríos, hundimientos y levantamientos de tierra.

El número de fallecidos se estimó entre 13 000 y 31 000. Como es obvio suponer, el impacto social y económico de este terremoto fue incalculable y perturbó notablemente al gobierno de la Real Audiencia de Quito. El segundo terremoto de intensidad XI tuvo su epicentro en el Sur de Colombia. En el Ecuador, las consecuencias fueron graves pero menores a las de 1797. Los efectos fueron severos en la provincia del Carchi y se lo sintió hasta Ibarra.

En el cuadro 1. Se han anotado las principales catástrofes acaecidas en Riobamba y pueblos aledaños, entre los siglos XVI y XX. Se han seleccionado únicamente los que causaron mayores pérdidas humanas y/o materiales.

## **b) Erupciones Volcánicas**

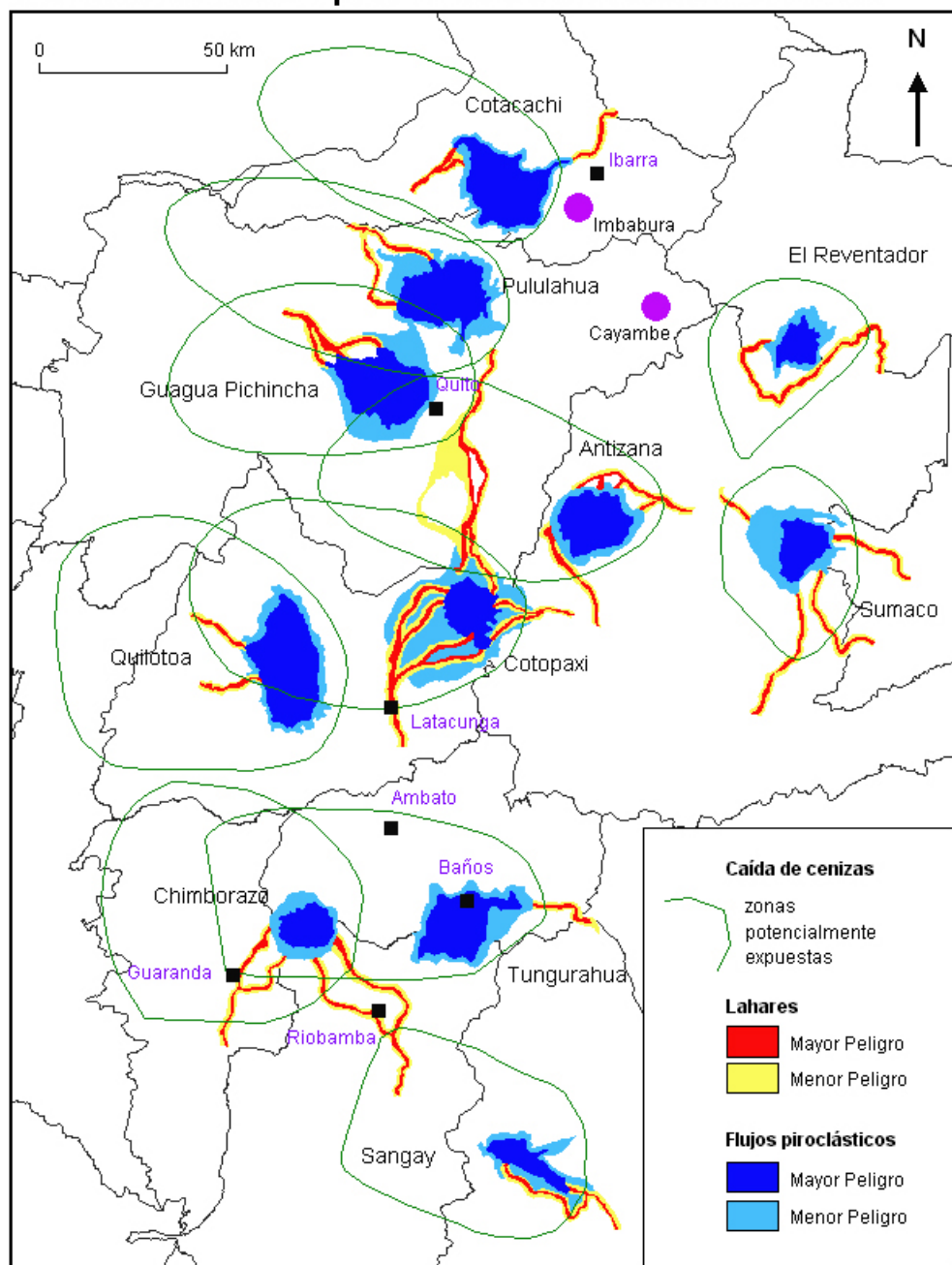
El gráfico 2. Muestra los principales volcanes del país con su actividad histórica (desde el siglo XVI). El número de erupciones ocurridas ha sido clasificado en tres rangos: (1) ninguna erupción, (2) entre 1 y 15 erupciones y (3) más de 15 erupciones a lo largo de los últimos 4 siglos.

Las erupciones volcánicas afectaron esencialmente a la Sierra Norte, desde Riobamba hasta Ibarra, el subandino oriental y las islas Galápagos. Cinco volcanes erupcionaron más de 15 veces entre el siglo XVI y finales del siglo XX: Cotopaxi, Tungurahua, Sangay, Reventador y La Cumbre en las islas Galápagos.

En general, las erupciones volcánicas dejaron menos estragos que los terremotos. Sin embargo, una erupción puede tener efectos significativos como la destrucción de

cultivos y ganado a causa de la caída de cenizas o de edificios (desplome de los techos por el sobrepeso)

### Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental



**Figura 2.** Volcanes Potencialmente Activos en el Ecuador.  
[http://geofísico.cybw.net/sismic/sm\\_VIII.html](http://geofísico.cybw.net/sismic/sm_VIII.html).

<b>FECHA</b>	<b>TIPO DE FENÓMENO</b>	<b>LUGAR AFECTADO</b>	<b>CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS</b>
1640	derrumbo	Cacha	Desaparición del pueblo de Cacha, cerca de Riobamba - 5000 muertos aprox.
1645	terremoto	Quito-Riobamba	Muchos estragos en toda la comarca, deterioro notable de edificios, muchos fallecidos
1698	terremoto	Riobamba - Ambato - Latacunga	Gran destrucción de casas e iglesias - aprox. 7000 muertos
1797	terremoto	Riobamba	Destrucción total de la ciudad, que fue trasladada a otro sitio después, entre 13 000 y 31 000 muertos, epidemias, impacto socio-económico elevado
1856	terremoto	Cuenca-Riobamba- Alausí	daños a iglesias, destrucción de varios caminos, trapiches - algunos muertos

**Cuadro 1.** Catástrofes históricas ocurridas en Riobamba y sus cercanías. Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador. 2001

### 2.1.2 Lo sucedido en Haití, un evento para reflexionar

Falta de control, materiales de poca calidad, corrupción...la mezcla fatal detrás de los miles de muertos por el sismo.



**Figura 3.** Edificio destruido en Puerto Príncipe.

[http://noticias.latino.msn.com/latinoamerica/articulos\\_bbc.aspx](http://noticias.latino.msn.com/latinoamerica/articulos_bbc.aspx)

Expertos, ingenieros y arquitectos señalan que la pésima calidad de construcción de los edificios es la gran responsable de las dantescas consecuencias del terremoto en Haití. No existen reglamentos de construcción reconocibles, la mayoría de los edificios son de ladrillo o están hechos con bloques de cemento que resisten mal los terremotos.

La gente en las barriadas pobres en muchos casos tuvo más posibilidades de sobrevivir que quienes vivían en edificios de cemento, muchos de los cuales terminaron derrumbándose como castillos de naipes.

"El colapso de una simple choza seguramente provoca menos daños a las personas que el derrumbe de un edificio"

La gente ahorra cemento para intentar reducir costos, añadiendo mucha agua, construyendo demasiado fino, así que se termina con una estructura inherentemente frágil.

Muchas veces los bloques de cemento se hacían en el patio trasero de la gente y se secaban al sol

Debido a que el país ya tenía otros problemas como la falta de servicios básicos - agua, luz, alcantarillado, controlar la construcción no era prioritario para el gobierno.

## **Futuro**

Ya antes del terremoto, Haití había tenido muchos problemas con sus construcciones. En noviembre de 2008, por ejemplo, casi un centenar de personas -la mayoría niños- murieron cuando dos colegios se derrumbaron. Las autoridades haitianas dijeron entonces que la causa fue que estaban mal construidos.

Buscan solucionar el desastre estabilizando los edificios dañados para que aguanten futuras réplicas, y finalmente ver cómo construir nuevos edificios para que aguanten terremotos en el futuro. (BBCMundo.com. 2010)

En países vecinos han ocurrido desgracias fatales y pérdidas económicas incalculables, seguramente si se construyera acatando las normas estructurales con exactitud se salvarían mas vidas y las pérdidas económicas serían menores.

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador se pretende, “Lograr el avance equilibrado y sostenible de los asentamientos en el territorio es uno de los desafíos del desarrollo territorial impulsado por el Gobierno Nacional, procurando mejorar las condiciones de vida de toda la población, redistribuir la riqueza y potenciar la construcción de ciudadanía. Construir un marco general de referencia para las instancias públicas y la ciudadanía que permita encaminar las decisiones y acciones para lograr resultados territoriales de impacto.” (SENPLADES. 2009. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010.).

## **2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 Normativa vigente en el Ecuador**

Es importante considerar el punto de partida de esta investigación, que es el cumplimiento del Código Nacional

CPE INEN 5: 2001 Parte 1. Capítulo 12

CPE INEN 5: 1993. Parte 2.

Código Ecuatoriano de la Construcción 2002: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculos Para Diseño Sismo-Resistente.

Vale la pena citar algunos artículos que serán importantes para enfocarnos en esta investigación

**“Este código es de aplicación nacional, por lo tanto, todos los profesionales e instituciones públicas y privadas dedicadas a tareas de diseño, construcción o fiscalización tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir los requisitos mínimos aquí establecidos” (CPE INEN 5 : 2001. Parte 1. Cap.12.)**

“Las especificaciones de este capítulo deben ser consideradas como requisitos mínimos a aplicarse para el cálculo y diseño de una estructura, con el fin de resistir eventos de origen sísmico” (CPE INEN 5 : 2001. Parte 1. Cap.12. Art.0.1)

“Para el diseño sismo resistente se aplicarán las disposiciones contenidas en el Capítulo 21.” (CPE INEN 5:1993. Parte 2. Art. 1.1.7.1)

Para que la estructura presente un adecuado diseño sismo-resistente, debe cumplir con la filosofía:

- “Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.” (CPE INEN 5 : 2001. Parte 1. Cap.12. Art.0.2)

“Estos objetivos se consiguen diseñando la estructura para que:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas recomendadas por el código
- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.
- Pueda disipar energía de deformación inelástica, dado que el sismo de diseño produce fuerzas mucho mayores que las equivalentes recomendadas por el código.” (CPE INEN 5 : 2001. Parte 1. Cap.12. Art.0.3)

El Código mencionado, y debe ser de conocimiento general tiene absoluta validez, está aprobado el 13 de Octubre del año 2000, por lo tanto en vigencia e importante para centrar la investigación en los años de estudio propuestas que son del 2005 al 2009.

Vale la pena aclarar que la utilización de otro código no quiere decir que las estructuras están mal diseñadas, sino que se debe considerar como requisitos mínimos los que establece el CPE INEN 5: 2001. Parte 1. Cap.12.

No es válido la utilización de códigos caducos ya que en ellos no se considera aspectos importantes resultado de varias investigaciones realizadas por expertos a nivel nacional y mundial, y otras recomendaciones de códigos extranjeros actualizados debido a sismos severos ocurridos en otros países como el UBC- 97, de Colombia 1998, del Perú 1997, ACI 318S-05, etc.

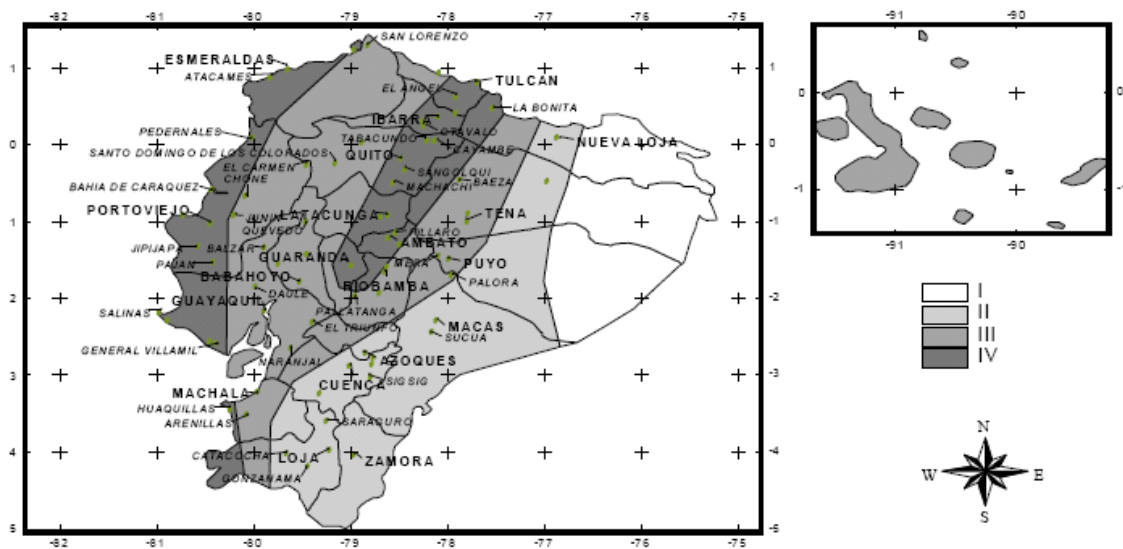
### **2.2.2 Peligrosidad sísmica en la zona centro del Ecuador**

“La subducción de la Placa de Nazca dentro de la Sudamericana, es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano.” (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12. Art.4.3.1)

Resultado de un estudio completo que considera los resultados de estudios de peligro sísmico del Ecuador es el mapa de zonas sísmicas, el mismo que debe ser tomado en cuenta dentro del proceso de diseño sismo-resistente.

La ciudad de Riobamba como se puede observar en la figura 4, se encuentra en la zona IV, considerada de más alta peligrosidad sísmica.





**Figura 4.** Ecuador, Zonas Sísmicas para propósitos de diseño.

CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12.

### 2.2.3 Causas de destrucción de las edificaciones.

De acuerdo a un estudio efectuado por el Dr. Roberto Aguiar, varias son las causas del alto grado de destrucción de las edificaciones, teniendo conocimiento lo acontecido en un país vecino y con similares características geográficas, hace comparaciones con el sismo ocurrido en Colombia en 1999, las principales se indican a continuación con el objeto de meditar si nuestras construcciones no adolecen de los mismos problemas.

**Construcciones sobre rellenos heterogéneos,** donde se han depositado cualquier clase de materiales en las quebradas, sin compactarlos. Con la humedad de la zona, ocasionan que sus materiales tiendan a asentarse causando la rotura de las tuberías, especialmente del sistema de alcantarillado con lo cual se agrava más el problema.

En Quito, muchos sectores de la ciudad se encuentran sobre rellenos no compactados, con cierta frecuencia aparecen grandes cráteres en las vías sin que haya habido ningún sismo. Por ejemplo en el sector de la Marín, hace muy pocos años, varios edificios adyacentes primero se volcaron y luego colapsaron por este problema.

**Los deslizamientos de suelo** provocaron gran daño en las construcciones, sobre todo en épocas de lluvias, los medios de comunicación informan sobre las víctimas dejadas porque algunas viviendas fueron sepultadas por deslizamientos de suelo, nuevamente sin sismo.

**Construcciones de uno y dos pisos**, todavía se sigue pensando que el sismo no afecta a las construcciones de uno y dos pisos, solo así se entiende porque en varios Municipios no se exige la presentación de planos estructurales para construcciones menores a dos pisos. Por otra parte, la gente de bajos recursos económicos, construye sin una armazón base, solo con mampostería trabada de ladrillo o bloque que tiene menos resistencia.

**Edificios construidos en décadas pasadas**, ventajosamente en el Ecuador, cada año que pasa los edificios se realizan con mejor nivel ingenieril, en décadas pasadas a lo mejor no se haya realizado en control de las derivas, ni se hayan diseñado los nudos ni se hayan controlado ductilidades a nivel local y global, ni se haya verificado la sobre resistencia y reserva de energía sísmica, pero en la actualidad ya se practica esto.

Lo que se requiere es un mayor control en las instituciones donde se aprueban los proyectos. Los sismos afectan más a la población de menores recursos económicos porque son los que construyen con malos materiales, por su bajo costo, en lugares

inadecuados, donde la tierra tiene menor valor y con gran hacinamiento en la que no existe separación mínima entre viviendas.

#### **2.2.4 Requisitos para presentación de proyectos estructurales en el I. Municipio de Riobamba**

El Departamento de Planificación del I. Municipio de Riobamba, solicita a la ciudadanía unos requisitos para la presentación de proyectos en general y cuando se trate de edificaciones de 3 pisos o más dispone la presentación de Planos estructurales y Memoria Técnica.

#### **Ordenanza N° 00.2.99**

**Art. 2.** Para obtener la aprobación del proyecto de edificación se presentarán los siguientes documentos:

- Solicitud dirigida al Director de Planificación
- Línea de Fábrica
- Comprobantes de pago a los respectivos colegios por los profesionales que hayan realizado los estudios del proyecto.
- Tres juegos de planos con sus respectivas carpetas, y en caso de préstamos hipotecarios, cinco juegos.
- Si el proyecto consta de 3 o más plantas y cuando por su naturaleza la dirección de planificación así lo solicite se presentarán planos estructurales.
- Escrituras
- No adeudar al Municipio

- Formulario de Aprobación de planos
- Copia de cédula de ciudadanía y certificado de votación del solicitante.

Además de otros requisitos básicos, descritos en el Art. 6 de la misma ordenanza, se deberá presentar:

**Memoria Descriptiva:** Cuando la Dirección de Planificación lo considere necesario, solicitará además, la presentación de una memoria descriptiva en la que se indicarán las características y peculiaridades de la construcción, presupuesto, finalidades, usos y otros en un máximo de cinco hojas tamaño INEN A4.

### **2.2.5 Requisitos para presentación de proyectos estructurales de acuerdo a los códigos vigentes**

Para obtención de permisos de construcción, el código (**CPE INEN 5 Parte 2:1993 Cap. 2**) establece lo siguiente:

#### 1.2 Permisos y Planos

1.2.1 Las copias de los planos estructurales, detalles típicos y especificaciones para toda construcción de hormigón armado, deberán llevar la firma del Ingeniero responsable del diseño y se archivarán en el Departamento de Construcciones, de los municipios, como documento permanente, antes de que se expida el permiso para construir. Estos planos, detalles y especificaciones deberán indicar:

- a) Nombre y fecha de publicación de las partes del Código Ecuatoriano de la Construcción, con los cuales se hizo el diseño.
- b) Carga Viva y otras utilizadas en el diseño.

- c) Resistencia a la compresión especificada del hormigón a edades o etapas señaladas de construcción para las que se diseña cada parte de la estructura.
- d) Resistencia especificada o grado de refuerzo.
- e) Tamaño y posición de los elementos estructurales y del refuerzo
- f) Precauciones contra cambios en las dimensiones producidas por fluencia, contracción y temperatura.
- g) Magnitud y localización de las fuerzas de preesfuerzo.
- h) Tipo y ubicación de los empalmes de refuerzo

El Código de Práctica Ecuatoriano, **CPE INEN 5:2001. Parte 1.Cap. 12**, en sus primeras páginas, numeral 0.4, indica que dentro de la memoria se deberá incluir:

1. Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño.
2. Espectro de diseño o cualquier otro método de definición de la acción sísmica
3. Desplazamientos y derivas máximas que presente la estructura.

#### **Del Reglamento ACI 318S-05:**

Además de los requisitos anteriores, dentro del Art. 1.2.1 del ACI 318S-05 se especifica también:

- Si se ha utilizado un programa de computación, se deberán entregar las suposiciones de diseño, los datos de entrada y resultados generados por el programa.

Para realizar ampliaciones y legalizaciones de edificaciones, se debe cumplir con las disposiciones del CPE INEN 5:1984 Parte 3.Cap 1. Art. 2.2 y CPE INEN 5:1993 Parte 2.Cap 20.

**De acuerdo a la Ley Orgánica de Régimen Municipal**

El I. Municipio de Riobamba, obedeciendo a la Ley Orgánica de Régimen Municipal tiene la facultad de aprobar los distintos proyectos que allí se presentan.

“k) Reglamentar, previa la aprobación de Consejo, el tipo de construcción de edificios y la clase de materiales que deben emplearse”.

“l) Aprobar los planos de toda clase de construcciones, las que, sin este requisito, no podrán llevarse a cabo.” (De las Funciones de la Administración Municipal. Sección 2°. De las Funciones. Párrafo 1°. Planeamiento y Urbanismo. Art.161.)

### **Según la Ley Orgánica de Régimen Municipal. Multas y Sanciones**

**Art. 401.- Tasa por Servicios en Construcciones.** En las zonas comprendidas dentro del perímetro urbano, la municipalidad cobrará por el permiso de edificación, ampliación o reparación de edificios, y por concepto de estudios de planos, inspección de la construcción o aprobación final de la misma, la tasa cuya alícuota se establece en el artículo siguiente. Los planos se presentan de conformidad con lo que se determina en la respectiva ordenanza reglamentaria.

**Art. 402. Alícuota.** La Alícuota de esta se fijará de conformidad con el procedimiento establecido por el artículo 398, pero su máximo no podrá exceder del 2 por mil de valor de la construcción. No se concederá el permiso respectivo sin previa presentación de certificación de pago de la correspondiente tasa.

**Art...(490.1).- Multa y Sanción por construcciones indebidas.-** En los casos de construcciones que no se hubieren sujeto a lo establecido en los respectivos permisos de construcción y en los planos aprobados, o que se hubieren hecho sin ellos, en toda o en parte, la multa podrá ser de un monto igual al del fondo de garantía que se hubiese depositado o hubiere debido depositarse para la construcción,

sin perjuicio que el comisario de construcciones ordene la demolición de la construcción hecha con infracción a las disposiciones legales, aún cuando esta hubiese sido completamente terminada, siempre que no hubieran transcurridos cuatro años, por lo menos, desde la fecha de terminación.

### **2.2.6 Irrespeto a las ordenanzas municipales en la ciudad de Riobamba**

De acuerdo a las ordenanzas municipales, entre las infracciones más frecuentes están, la utilización de las aceras más de lo permitido y la toma de los retiros frontales. Año a año crece la demanda constructiva, en varios sitios se ve levantar casas de varios pisos, en muchos de los casos con dineros o divisas que llegan de nuestros compatriotas migrantes.

La Comisaría de Construcciones da a conocer que en la ciudad día a día se va incrementado el proceso constructivo, por lo que han tenido algunos inconvenientes con muchos de los propietarios de estas nuevas edificaciones, en especial con las de altura, en donde no respetan los planos, los diseños estructurales, arquitectónicos.

Las autoridades municipales manifiestan que se realiza el control no solo a un edificio en construcción, sino a todos los existentes en la ciudad con el fin de hacer respetar lo que manda la ordenanza municipal, como es plano aprobado con el cual se permite la construcción.

Es común que los ciudadanos únicamente realicen los ante proyectos y proceden a construir sin contar con los planos aprobados.

“En el caso de las edificaciones que se toman los retiros, se dará inicio al derrocamiento, pero en la ciudad existen propietarios que están realizando ellos mismos este trabajo, sin esperan a las citaciones y demás tramites, pero en muchas

ocasiones se resisten lo dueños de estas construcciones; la ciudad está creciendo, pero ha sido agredida, sin una planificación, solo por citar un ejemplo, en la parte norte de la ciudad, están construyendo sin un aspecto técnico, se asientan por asentar, sin tener una planificación, urbanística, arquitectónica”. (MOREANO, José. 2009. <http://www.diariolosandes.com.ec/>)

### **Proceso constructivo de las edificaciones en la ciudad será vigilado por la municipalidad**



**Figura 5.** Inspección de permisos de construcción en Riobamba.

<http://www.municipioderiobamba.com.ec/>

Para este año, la Municipalidad, a través de la Comisaría de Construcciones, tiene prevista la ejecución de varias acciones, encaminadas a controlar que la ciudadanía respete las Ordenanzas de Construcción, evitando de este modo que arbitrariamente se realicen edificaciones sin los permisos otorgados por la dirección de Planificación Municipal.

De esta manera, como aspecto primordial consta el planteamiento del anteproyecto de una Ordenanza Municipal para esta dependencia, que influirá directamente en los aspectos administrativo y operativo, de acuerdo a los requerimientos y avance del proceso constructivo de Riobamba.



Con la aplicación de esta nueva normativa, la Comisaría de Construcciones pretende que las sanciones sean aplicadas de manera inmediata desde la parte civil, penal y administrativa y como consecuencia motivar a los propietarios y constructores a realizar sus edificaciones de acuerdo a los permisos otorgados por la dirección de Planificación.

El objeto fundamental de este anteproyecto es disminuir el número de construcciones clandestinas e informales de las edificaciones situadas en las zonas urbana y marginal de Riobamba.

Por otra parte, con la finalidad de cumplir con la función específica de controlar y vigilar que las edificaciones se ejecuten de acuerdo a lo estipulado en la Ley Orgánica de Régimen Municipal, Inspectores de Construcción continuarán realizando diariamente operativos en la ciudad.

De igual forma, efectuarán periódicamente el control de los escombros y materiales de construcción que se encuentran ubicados en la vía pública y obstaculizan el libre tránsito peatonal y vehicular; así, con el apoyo de maquinaria municipal procederán a realizar el desalojo de estos materiales, que a su vez serán empleados para el cumplimiento de trabajos de relleno en la urbe. (HIDROVO, Mónica. <http://www.municipioderiobamba.com.ec/>)

**Comisaría de construcciones aplica multas a propietarios de obras construidas sin autorización municipal**



**Figura 6.** Obras clausuradas en la Ciudad de Riobamba.

<http://www.municipioderriobamba.com.ec/>

El desarrollo urbanístico de Riobamba, constituye una prioridad para la actual administración Municipal, por esta razón se realizan permanentes inspecciones a las nuevas construcciones y edificaciones, de esta manera se garantiza el desarrollo armónico de la urbe.

Los proyectistas o constructores y los propietarios de las obras que se ejecutan sin autorización o sin sujetarse a las normas previstas en la Ordenanza para la aplicación del Plan de Desarrollo Urbano de Riobamba, serán sancionados sin perjuicio de las acciones administrativas, civiles o penales que correspondan.

En el caso de la venta de terrenos en lotizaciones o parcelaciones no aprobadas por la Municipalidad, el Comisario de Construcciones aplicará una sanción. Por construir, ampliar, modificar o reparar construcciones sin autorización municipal y sin respetar las normas de uso y ocupación del suelo: derrocamiento, demolición o destrucción de todas las obras que se encuentren realizadas en contravención de las normas de zonificación. Este procedimiento se realizará a costa del o los infractores,

así como la reparación de daños reales o emergentes al medio ambiente al medio ambiente, a predios vecinos o bienes de uso público.

El avalúo de las obras construidas será realizado por un técnico designado por la Dirección de Obras Públicas Municipales, en función de los precios unitarios establecidos por esta Dirección.

El Ing. Jorge Moreano, Comisario de Construcciones del I. Municipio de Riobamba informa que a partir de enero de 2010, incrementará el número de Inspectores de Construcciones, a fin de brindar a la colectividad un servicio de calidad y mantener un mejor control de las edificaciones que se construyen en la ciudad. Además se destinará un vehículo que operará específicamente para estos procedimientos. (HIDROVO, Mónica. <http://www.municipioderriobamba.com.ec/>)

## 2.3.- SISTEMA DE HIPÓTESIS

El 50% de las edificaciones construidas con aprobación del I. Municipio de Riobamba si cumplen con la normativa vigente.

### 2.3.1 Variables, dimensiones, indicadores, ítems.

#### Variables

Variable independiente: Normas INEN CPE 5:2001.Parte 1  
INEN CPE 5:1993.Parte 2  
Reglamento A.C.I. Cap. 21

Variable dependiente: Proyectos Estructurales Aprobados

#### Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
<b>Variable independiente:</b> Normas INEN CPE 5:2001.Parte 1, INEN CPE 5:1993.Parte 2 Reglamento A.C.I. Cap. 21	Normativa vigente	✓ Nomas INEN ✓ CPE 5:2001.Parte 1 ✓ INEN CPE 5: 1993. Parte 2. ✓ A.C.I. Cap. 21 ✓ Proyectos estructurales aprobados en el I. Municipio de Riobamba desde el año 2005 a 2009	¿Se cumplen con las normas indicadas?  ¿Existe memoria de cálculo? ¿Es segura la edificación?
<b>Variable dependiente:</b> proyectos	Proyectos estructurales		

estructurales			
---------------	--	--	--

### 2.3.2 Población y muestra

#### Población

La población de esta investigación constituye los proyectos estructurales aprobados que constan en la oficina de Archivo de la Dirección de Planificación del I. Municipio de Riobamba.

De acuerdo a una primera información entregada, en el I. Municipio de Riobamba, se tiene un archivo en computadora en el que constan todos los proyectos aprobados en general por m<sup>2</sup> de construcción, no hay distinción entre edificaciones de 3 pisos o más requeridos para la investigación, para lo cual se procedió a contabilizar uno por uno, de lo cual se llegó a determinar que existen: 286 proyectos estructurales aprobados y archivados desde el año 2005 a 2009.

#### Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra, cuando se conoce la población:

$$n = \frac{Npq}{(N - 1) \frac{ME^2}{NC^2} + pq}$$

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

p= probabilidad de ocurrencia (0.5)

q=1-p probabilidad de no ocurrencia

ME= margen de error (0.01 a 0.15). Se ha tomado ME=0.07, es decir 7%

NC= nivel de confianza o exactitud. Se ha tomado NC=1.96, al 95% confianza

$$n = \frac{286 * 0.5 * 0.5}{(286 - 1) \frac{0.07^2}{1.96^2} + 0.5 * 0.5}$$

$$n=117$$

## **CAPÍTULO III**

### **3.- MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

##### **3.1.1 Métodos**

###### **Método inductivo:**

A partir de análisis de un caso o de casos particulares y observaciones de la realidad se extraen conclusiones de carácter general. Comienza con una recolección de datos, se categorizan las variables observadas, se prueban las hipótesis, se puede realizar generalizaciones para elaborar una teoría.

###### **Método sintético:**

Se llevará a cabo un levantamiento, ordenamiento y clasificación de la información seleccionada para elaborar el documento de investigación, y por medio de ellos llegar a establecer conclusiones y recomendaciones pegadas a la realidad.

###### **Método bibliográfico:**

Se determinará las fuentes más importantes y actuales que proporcionen información de primera mano como códigos, libros, revistas, tesis, documentos web oficiales, etc.

La misma deberá ser: recopilada, analizada y depurada para la elaboración del documento final de tesis.

### **3.1.2 Técnicas**

Observación participante, individual, planificada.- Una vez que se cuente con el material necesario se procederá a realizar los estudios respectivos con las normas INEN CPE 5:2001, 1993, A.C. I.318S-05.

### **3.1.3 Instrumentos**

- 1. Ficha o guía de observación.-** Son fichas que se utilizan en la observación no estructurada para registrar datos, en este caso son las fotocopias de los proyectos aprobados.
- 2. Libreta de notas y diario de observación de campo.-** Se utiliza una libreta para anotar los datos, comentarios, opiniones de interés, lugares, horas, fechas, etc.
- 3. Encuesta-Entrevista.-** Exclusivamente para esta investigación ha sido necesaria la combinación de estas dos técnicas, por tratar de obtener respuestas objetivas.

## **3.2 Desarrollo del trabajo**

### **3.2.1 Planificación**

El Departamento de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, con el propósito de aportar a la seguridad ciudadana, ha creído conveniente la ejecución de la presente investigación, que servirá como base para implantar mejoras en procesos que se siguen para la aprobación de proyectos estructurales en el I. Municipio de Riobamba.

### **Obtención del permiso para Ingreso al Departamento de Planificación**

Es importante tener en claro que el acceso a la información requerida no sería fácil obtenerla, se procedió con cautela, solicitando una autorización especial, trámite que dirigió la Facultad de Ingeniería a través de la Dra. Anita Ríos, Decana de la Facultad directamente al Alcalde de la ciudad, el Lic. Juan Salazar, se tardó aproximadamente un mes hasta tener una respuesta. Finalmente el Departamento de Planificación, autorizó la realización de la investigación, y se procedió con la planificación dispuesta.

### **Población de estudio**

Con la ayuda de la persona encargada del manejo de Archivo, se contabilizó la cantidad de proyectos presentados desde el año 2005 al 2009, dando un total de 286 proyectos estructurales aprobados.

### **Selección del método de obtención de muestras**

Con el objetivo de extraer las muestras necesarias para que el resultado de esta investigación sean lo más cercano posible a la realidad, inicialmente se decidió tomar 2 ejemplos por año pero debido a la dificultad de obtener información suficiente de los años 2005, 2006, 2007 ya que estos documentos se encuentran en Archivo General, se determinó obtener por lo menos una muestra por mes de cada año, lo que no sucedió con los años 2008 y 2009 en los que se tuvo más acceso.



### **Establecimiento de horarios para obtención de muestras**

La persona encargada de proporcionarme la información labora en la entidad por lo tanto no podía descuidar su trabajo, el sitio donde están archivados los documentos se encuentra junto a la oficina de Dirección de Planificación y tiene una puerta que da a ella. Los horarios eran variados, y el ambiente un tanto incómodo.

### **Clasificación de las muestras**

En la oficina de archivo se conservan en cartones etiquetados por meses todos los proyectos, de tal manera que ha sido necesaria realizar una primera clasificación diferenciando los proyectos estructurales de los que no lo son; cabe indicar que la persona encargada de proporcionar la información era la que manejaba la extracción de carpetas de los cartones y de igual manera los volvía a colocar en su sitio. En este proceso se pudo observar que varias carpetas no contenían la memoria de cálculo o a su vez los planos estructurales, de ellas se anotó la cantidad de pisos que poseen, para verificar que si son estructurales.

Posteriormente se realiza una clasificación más detallada, analizando si se trata de edificaciones nuevas, ampliaciones o legalizaciones.

### **3.2.2 Metodología de Análisis de Muestras**

Es importante considerar el punto de partida de esta investigación, que es el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en código nacional vigente para diseño sismo resistente u otros extranjeros pero manteniendo como primordial el ecuatoriano, a continuación se detallan los códigos utilizados para este trabajo:

CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos generales de Diseño: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculos para Diseño Sismo-Resistente.

CPE INEN 5:2001. Parte 1.

Reglamento ACI 318S-05

CPE INEN 5:1993. Parte 2.

CPE INEN 5:1984. Parte 3.

Para obtención de permisos de construcción, el código (CPE INEN 5:1993 Cap. 2) establece lo siguiente:

## 1.2 Permisos y Planos

1.2.1 Las copias de los planos estructurales, detalles típicos y especificaciones para toda construcción de hormigón armado, deberán llevar la firma del Ingeniero responsable del diseño y se archivarán en el Departamento de Construcciones, de los municipios, como documento permanente, antes de que se expida el permiso para construir. Estos planos, detalles y especificaciones deberán indicar:

- i) Nombre y fecha de publicación de las partes del Código Ecuatoriano de la Construcción, con los cuales se hizo el diseño.
- j) Carga Viva y otras carga utilizadas en el diseño.
- k) Resistencia a la compresión especificada del hormigón a edades o etapas señaladas de construcción para las que se diseña cada parte de la estructura.
- l) Resistencia especificada o grado de refuerzo.
- m) Tamaño y posición de los elementos estructurales y del refuerzo
- n) Precauciones contra cambios en las dimensiones producidas por fluencia, contracción y temperatura.

o) Magnitud y localización de las fuerzas de preesfuerzo.

p) Tipo y ubicación de los empalmes de refuerzo

El Código de Práctica Ecuatoriano, INEN CPE 5:2001. Parte 1.CAP. 12, establece en sus primeras páginas, numeral 0.4, que dentro de la memoria se deberá incluir:

4. Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño.
5. Espectro de diseño o cualquier otro método de definición de la acción sísmica
6. Desplazamientos y derivas máximas que presente la estructura.

Del Reglamento ACI 318S-05:

Además de los requisitos anteriores, dentro del Art. 1.2.1 del ACI 318S-05 se especifica también:

- Si se ha utilizado un programa de computación, se deberán entregar las suposiciones de diseño, los datos de entrada y resultados generados por el programa.

Si se han realizado ampliaciones de edificaciones, se debe cumplir con las disposiciones del Capítulo 1, CPE 5 :1984 Parte 3, numeral 2.2.

### **Archivo Municipio de Riobamba**

En lo que concierne al procedimiento de análisis de las muestras se lo ha realizado atendiendo a las siguientes observaciones:

El Municipio de Riobamba, archiva por años los proyectos presentados por los profesionales, cierta parte de estos se encuentran el archivo de la Dirección de Planificación, en este caso los correspondientes a los años 2008 y 2009, mientras que los demás reposan en archivo general.

Está terminantemente prohibido el acceso a los mismos a personal no autorizado, se ha tenido que realizar una gestión particular para realizar esta investigación.

Luego del análisis respectivo, no quiere decir que los edificios construidos por no cumplir con los requerimientos del código van a colapsar, en realidad nadie lo sabe, pero sin embargo no es conveniente hacer caso omiso a los estudios realizados por expertos durante décadas sobre desastres ocurridos en otros países, con pérdidas humanas y materiales lamentables, precisamente por llevar a la ligera el proceso de la construcción.

Únicamente se omiten para la investigación, datos de propietarios de edificación y profesionales diseñadores y calculistas.

### **3.2.3 Método de revisión de muestras**

1. Revisar las muestras que encuentren completas; esto implica que exista la memoria de cálculo estructural con sus planos respectivos, de este análisis ya se desprende un primer resultado, pues si no existe cualesquier de los dos documentos, se contabilizará como extraviado.
2. Los planos estructurales deben tener el sello de aprobado.
3. Revisar que en la memoria de cálculo consten los requisitos del Cuadro 2. Los mismos que se registrarán para cada muestra.
4. Luego de revisar los documentos anteriores se clasifican las muestras de la siguiente manera:

“Caso A”.- Muestras que cumplen con los numerales 1, 2 y 3.

“Caso B”.- Muestras que cumplen con los numerales 1, 2 y parcial o totalmente el numeral 3, pero ha utilizado un código caduco.

“Caso C”.- Muestras que cumplen con los numerales 1 y 2, pero en la Cuadro 2 no existe un método de diseño y datos de entrada para definir las acciones sísmicas.
5. Si en la memoria de cálculo constan los requisitos del cuadro 2, se procede al análisis “Caso A”, caso contrario se realizará un análisis “Caso B” o “Caso C” dependiendo de la información, lo que determinará el resultado final: SI CUMPLE, o NO CUMPLE, con la normativa vigente para diseño sismo-resistente.

### 3.2.3.1 “Caso A” Proyectos que contienen un Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente

Con los datos de la memoria de cálculo respaldados por el cuadro 2, se revisará el proyecto estructural utilizando para el efecto un programa de cómputo, en esta investigación se ha optado por ETABS 9.0. El reglamento ACI 318S-05 lo permite.

(Art. 1.2.2 Reglamento ACI 318S-05)

Se ha procedido de la siguiente manera:

- Planos estructurales dimensionados, escalas, ubicación de miembros, etc.
- Cargas Actuantes Vivas y Muertas para cada piso.
- Método de diseño utilizado : Estático Equivalente

Cortante Basal 
$$V = \frac{ZIC}{RQ_p Q_E} * W$$

#### Componentes (datos)

- **Z** =factor de zona, para Riobamba zona sísmica IV, Z=0.40  
(Tabla 1 y Tabla 2. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)
- **I** = Tipo de uso destino o importancia de la estructura.  
(Tabla 4. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)
- **C** = No debe exceder del valor de Cm establecido en la tabla 3 (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12), no debe ser menor a 0.5.

$$C = \frac{1,25S^2}{T}$$

- **S**= su valor y el de su exponente de obtienen de la tabla 3, (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)

- **T**= Período de Vibración, calculado con el método 1 o 2. (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Art. 6.2.1.1, Art.6.2.4.2)
- **R**= Factor de Reducción de Resistencia Sísmica. (Tabla 7. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12)
- $\Phi_P, \Phi_E$  = Factores de configuración estructural en planta y en elevación. (Tabla 5. Fig. 3, y Tabla 6. Fig. 3, CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12)

Combinaciones de Carga. (CPE INEN 5 Parte 2:1993. Art. 9.2)

1.4 D + 1.7 L

0.75 (1.4D+1.7L)+1.4025SismoX

0.75 (1.4D+1.7L)-1.4025SismoX

0.75 (1.4D+1.7L)+1.4025SismoY

0.75 (1.4D+1.7L)-1.4025SismoY

0.90D + 1.43 Sismo X

0.90D - 1.43 Sismo X

0.90D + 1.43 Sismo Y

0.90D - 1.43 Sismo Y

De los resultados obtenidos se realiza una comparación con la información que consta en la memoria del cálculo y planos estructurales, basados en los siguientes parámetros básicos:

**Cortante Basal.-** CPE INE 5:2001. Parte 1, Cap.12. Art. 6.2.1

**Excentricidades.-** CPE INEN 5:2001. Parte 2. Cap. 12. Art.6.4.2.

**Derivas de piso.-** CPE INEN 5:2001. Parte 2. Cap. 12. Art.6.8.2.2. Tabla 8

**Reforzamiento mínimos y máximos de miembros.-**

Columnas.- CPE INE 5:1993.Cap.21. Art. 21.4.3.1, 4.1.1.

Vigas.- CPE INEN 5:1993.Cap.8. Art. 8.4.3

### 3.2.3.2 “Caso B” Proyectos que utilizan códigos caducos

Para este caso, se parte de algo fundamental descrito en el Art. 2.1 del CPE INEN 5:2001, Parte 1. Cap. 12, por lo tanto las muestras analizadas en este caso NO CUMPLEN con la normativa vigente, ya que utilizan el CEC-77, que a diferencia del Código vigente, para el método estático aún no se han incorporado parámetros de recientes investigaciones para el cálculo del cortante basal de diseño:

$$1. V = IKCSW \quad \text{CEC-77}$$

$$2. V = \frac{ZIC}{RQ_p Q_E} * W \quad \text{Art. 6.2.1. CPE 5:2001.Parte 1.Cap.12.}$$

Si el procedimiento se ha realizado con la fórmula 1, cabe recalcar que los elementos están subdimensionados a diferencia que si se lo hubiera hecho con la fórmula 2.

Este caso será comprobado de la siguiente manera:

- a) Con el peso de estructura que se tiene como dato en la memoria de cálculo, analizando la configuración de la estructura, siempre con la utilización del CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12, se calcula el cortante basal para posteriormente compararlo con el que consta en memoria de cálculo.



- b) Se ingresará la estructura al programa ETABS 9.0, con este nuevo coeficiente del cortante basal, y asumiendo otros datos que no constan en la memoria de cálculo, siempre guiados por el CPE INEN 5:2001. PARTE 1. Cap 12.
- c) Siguiendo el método de diseño utilizado, como en el caso A, una vez obtenidos resultados se realiza las respectivas comparaciones con planos estructurales.

### **3.2.3.3 “Caso C” Proyectos que no contienen Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente**

Las muestras analizadas en este caso no contienen un método de diseño ni datos de entrada para definir las acciones sísmicas, por lo tanto se está contraviniendo lo que dice el Art. 0.4 del CPE INEN 5:2001. Parte 1.Cap.12. y el Art. 1.2.2 del Reglamento ACI 318S-05, en consecuencia los presentes proyectos NO CUMPLEN , con la normativa vigente.

Cabe recalcar que puede ser un error de presentación y los edificios estén bien diseñados, pero de igual manera se está faltando a lo estipulado en el reglamento.

Para lo cual se han tomado algunas muestras, y se ha procedido de la siguiente forma:

- a) Con los datos de carga Viva y Muerta que presenta la memoria de cálculo, y datos complementarios asumidos, analizando la configuración de la estructura, con la utilización del CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12.

- b) Se ingresará la estructura al programa ETABS 9.0, con este nuevo coeficiente del cortante basal, y asumiendo otros datos que no constan en la memoria de cálculo, guiados por el CEC INEN 5:2001. PARTE 1. Cap 12.
- c) Siguiendo el método de diseño utilizado, como en el caso A, una vez obtenidos resultados se realiza las respectivas comparaciones con planos estructurales.

Nota: En proyectos que no se indique las cargas utilizadas se utilizará el Anexo 2 y 3

<b>REQUISITOS EN MEMORIA Y PLANOS ESTRUCTURALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1. Nombre y fecha de publicación de las partes del Código Ecuatoriano de la Construcción, con los cuales se hizo el diseño.	(De la memoria de cálculo)
2. Carga Viva y otras carga utilizadas en el diseño.	(De la memoria de cálculo)
3. Resistencia a la compresión especificada del hormigón a edades o etapas señaladas de construcción para las que se diseña cada parte de la estructura.	(De la memoria de cálculo)
4. Resistencia especificada o grado de refuerzo.	(De la memoria de cálculo)
5. Tamaño y posición de los elementos estructurales y del refuerzo	(De los planos estructurales)
6. Precauciones contra cambios en las dimensiones producidas por fluencia, contracción y temperatura.	(De la memoria de cálculo)
7. Magnitud y localización de las fuerzas de preesfuerzo.	(De la memoria de cálculo)
8. Tipo y ubicación de los empalmes de refuerzo	(De los planos estructurales)
9. Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño.	(De la memoria de cálculo)

10. Espectro de diseño o cualquier otro método de definición de la acción sísmica	(De la memoria de cálculo)
11. Desplazamientos y derivas máximas que presente la estructura.	(De la memoria de cálculo)
12. Si utiliza programas de computación: suposiciones de diseño, datos de entrada y resultados generados por el programa.	(De la memoria de cálculo)
13. Resultados de Análisis: acciones de miembro axial, cortante, momento.	(De memoria de cálculo)

**CUADRO 2.** Requisitos que deben constar en memoria de cálculo estructural y planos.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Análisis estadístico para saber cuántos proyectos estructurales han sido aprobados en el I. Municipio de Riobamba durante los años 2005 a 2009.**

Utilizando la técnica de observación se determinó cuantos proyectos estructurales han sido aprobados por la Dirección de Planificación del I. Municipio de Riobamba, durante los años 2005 a 2009, teniendo como resultado que fueron 286.

#### **4.2 Procedimiento para Aprobación de Proyectos Estructurales, en el I. Municipio de Riobamba.**

El Departamento de Planificación del I. Municipio de Riobamba, solicita a la ciudadanía ciertos requisitos para la presentación de proyectos en general y para el caso de edificaciones de 3 pisos o más, dispone la presentación de Planos

estructurales y Memoria Técnica como consta en la Ordenanza N° 00.2.99. (Anexo 1)

**Art. 2.** Para obtener la aprobación del proyecto de edificación se presentarán los siguientes documentos:

- Solicitud dirigida al Director de Planificación
- Línea de Fábrica
- Comprobantes de pago a los respectivos colegios por los profesionales que hayan realizado los estudios del proyecto.
- Tres juegos de planos con sus respectivas carpetas, y en caso de préstamos hipotecarios, cinco juegos.
- Si el proyecto consta de 3 o más plantas y cuando por su naturaleza la dirección de planificación así lo solicite se presentarán planos estructurales.
- Escrituras
- No adeudar al Municipio
- Formulario de Aprobación de planos
- Copia de cédula de ciudadanía y certificado de votación del solicitante.

Además de otros requisitos básicos, descritos en el Art. 6 de la misma ordenanza, se deberá presentar:

**Memoria Descriptiva:** Cuando la Dirección de Planificación lo considere necesario, solicitará además, la presentación de una memoria descriptiva en la que se indicarán las características y peculiaridades de la construcción, presupuesto, finalidades, usos y otros en un máximo de cinco hojas tamaño INEN A4.

#### **4.3 Inventario de las edificaciones estructurales, aprobadas en el I. Municipio de Riobamba en los años 2005 a 2009.**

Dentro de actividad se cumplirán con varios objetivos específicos, lo cual está respaldado por el Anexo 5.

- Verificar si las edificaciones inventariadas cuentan con su respectiva memoria técnica.
- Verificar si la memoria técnica de las edificaciones inventariadas cumplen con las normas de diseño sismo resistente.

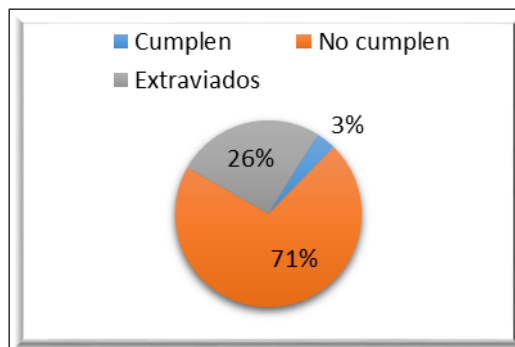
#### **4.4 TABULACIÓN DE DATOS**

##### **4.4.1 Muestras Analizadas**

### **PROYECTOS APROBADOS Y ARCHIVADOS EN EL I. MUNICIPIO DE RIOBAMBA**

#### **POR CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA VIGENTE**

Descripción	Cant.
Cumplen	4
No cumplen	83
Extraviados	30
TOTAL	117



**GRÁFICO 1.** Cumplimiento de normativa vigente para diseño Sismo Resistente, en edificaciones aprobadas por el Municipio de Riobamba

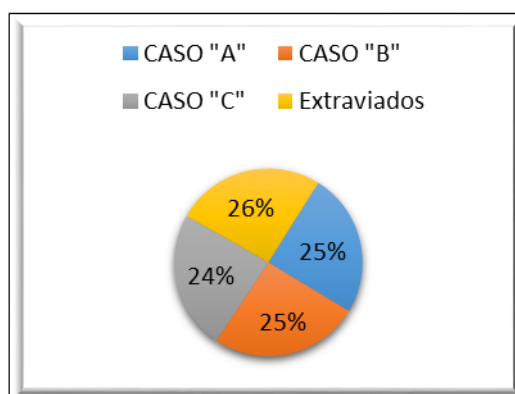
### CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES POR CASOS DE ANÁLISIS

CASO "A" Contienen Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente

CASO "B" Utilizan Códigos Caducos

CASO "C" No Contienen Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente

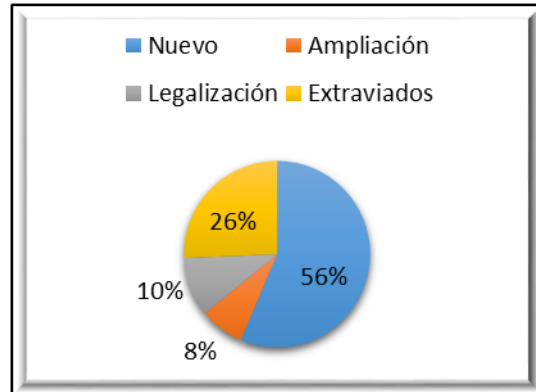
Descripción	Cant
CASO "A"	29
CASO "B"	30
CASO "C"	28
Extraviados	30
	117



**GRÁFICO 2.** Clasificación de edificaciones por casos de análisis

### CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES POR TIPO DE TRÁMITE

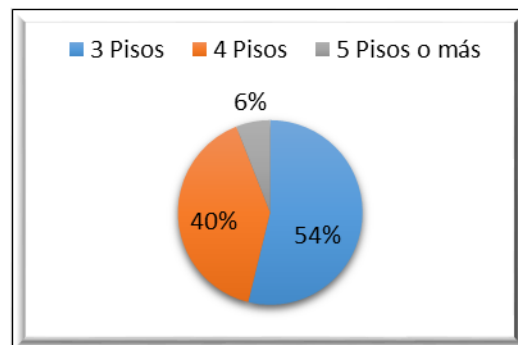
Descripción	Cant
Nuevo	66
Ampliación	9
Legalización	12
Extraviados	30



**GRÁFICO 3.** Clasificación de edificaciones por tipo de trámite

### CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES POR NÚMERO DE PISOS

Descripción	Cant
3 Pisos	63
4 Pisos	47
5 Pisos o más	7
	117

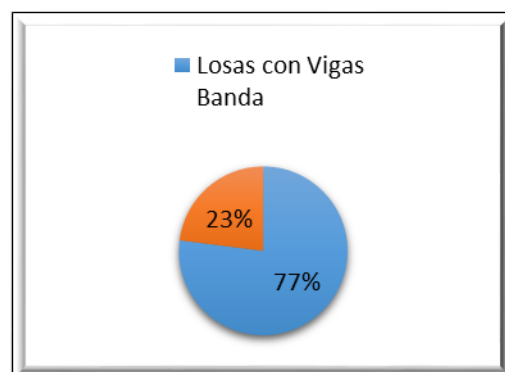


**GRÁFICO 4.** Clasificación de edificaciones por número de pisos

### EDIFICACIONES POR TIPO DE SISTEMA CONSTRUCTIVO LOSAS-VIGAS

De las 87 edificaciones que tienen documentos completos

Descripción	Cant
Losas con Vigas Banda	67
Losas con Vigas Descolgadas	20

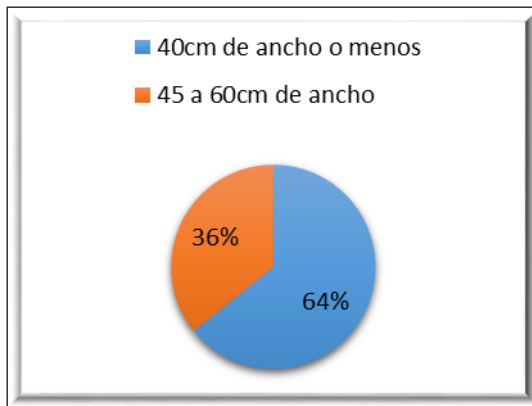


**GRÁFICO 5.** Edificaciones por tipo de sistema constructivo

**CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES POR ANCHO DE VIGAS BANDA**

De los 67 proyectos con sistema losas-vigas banda

Descripción	Cant
40cm de ancho o menos	43
45 a 60cm de ancho	24
	67

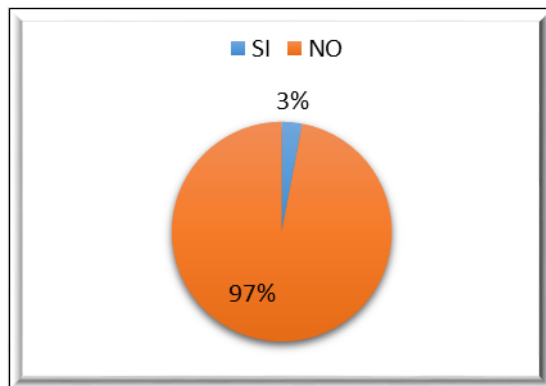


**GRÁFICO 6.** Clasificación de edificaciones por ancho de vigas banda

**MEMORIAS TÉCNICAS QUE CONTIENEN UN CÁLCULO ESPECÍFICO PARA SISTEMAS LOSAS-VIGAS BANDA**

De los 67 proyectos con sistema losas-vigas banda contienen calculo específico para este caso

Descripción	Cant
SI	2
NO	65
	67



**GRÁFICO 7.** Memorias técnicas que contienen cálculo específico para losas con vigas banda



#### **4.4.2 Entrevista - encuestas realizadas**

Con el objetivo de conocer aspectos importantes para complementar la investigación se ha realizado una Entrevista-Encuesta, en la que se abordarán 4 temas básicos y puntuales que constan en el Anexo 6.

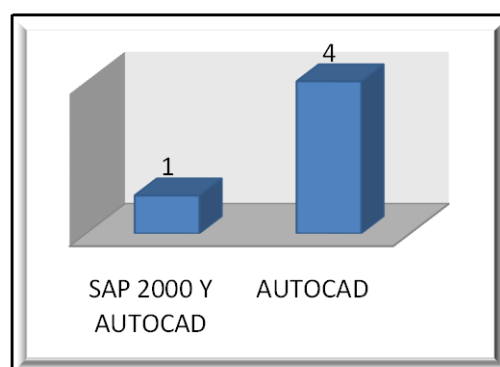
1. Programas de Computación con los que revisan los proyectos de edificación.
2. Nivel de manejo de estos programas de computación.
3. Disponibilidad de equipo de computación
4. Disponibilidad de Licencias de Programas Computarizados.

**Entrevista-Encuesta realizada el 25 de Enero de 2010 en el  
Departamento de Planificación del I. Municipio de Riobamba**

Se ha encuestado a 5 personas que se encargan de recibir y revisar varios documentos

**Programa que utilizan en la revisión de proyectos**

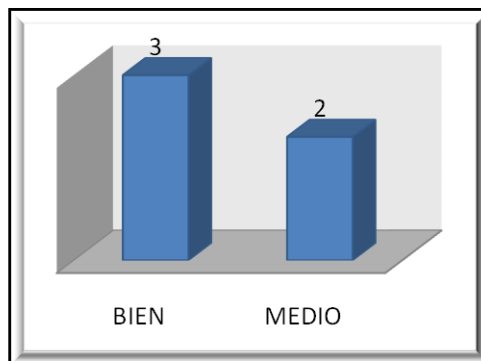
Descripción	Personas
SAP 2000 Y AUTOCAD	1
AUTOCAD	4



**GRÁFICO 8.** Programa utilizado para  
revisar proyectos

### Nivel de manejo de estos programas de computación

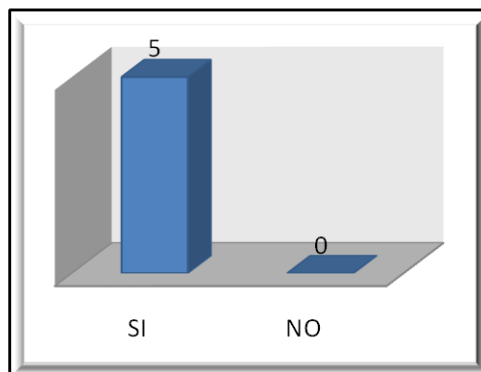
Descripción	Personas
BIEN	3
MEDIO	2



**GRÁFICO 9.** Nivel de Manejo de programas de computación

### Disponibilidad de computadora en oficina

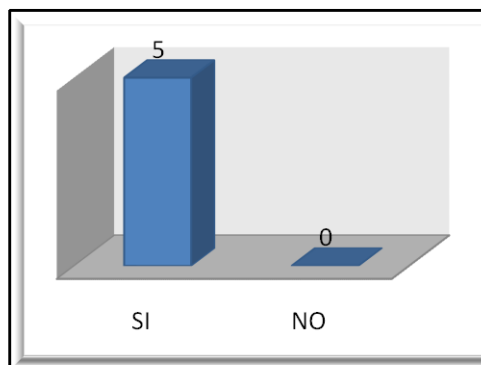
Descripción	Personas
SI	5
NO	0



**GRAFICO 10.** Disponibilidad de Computadora en oficina

### Disponibilidad de Licencia de programas de cómputo

Descripción	Personas
SI	5
NO	0



**GRÁFICO 11.** Disponibilidad de Licencia de programas de computación

#### **4.4.3 Informe de resultados obtenidos**

Luego de analizar las edificaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

1. De las edificaciones presentadas entre los años 2005 y 2009, el 3% cumplen con la normativa de diseño estructural sismo-resistente previo a la aprobación de proyectos en el I. Municipio de Riobamba, un 71% de las mismas no cumplen con los códigos vigentes, mientras que un 26% de la documentación presentada está incompleta ya sea sin memoria de cálculo a su vez sin planos estructurales.
2. Luego de hacer una observación de los proyectos en estudio, se determinó que hay tres casos particulares en los que se deberán agrupar los documentos para el análisis, Caso A, Caso B y Caso C; de lo que se desprende la siguiente información:

El 25% de las edificaciones pertenecientes al Caso A, si presentaron un Método de Análisis en sus memorias de cálculo al igual que parámetros para diseño sismo resistente según lo que indica CPE INEN 5: 2001. Parte 1, aunque a pesar de esto luego de modelar las estructuras en ETABS, se obtengan los resultados del numeral anterior.

Otro 25% de los proyectos presentados en los años de estudio y analizados en el Caso B han sido elaborados con códigos caducos en los que no se toman en cuenta parámetros exclusivos para diseño sismo- resistente, es decir se ha utilizado CEC-77.

Mientras que el 24% de los edificios que constan en el Caso C, no describen un Método de Análisis en sus memorias de cálculo ni parámetros para diseño sismo resistente según lo que indica CPE INEN 5: 2001. Parte 1

3. Durante los años 2005 a 2009, de los proyectos estructurales que se han aprobado en el I. Municipio de Riobamba, un 56% corresponden a edificios nuevos, el 8% son proyectos en los que se ha aprobado su ampliación de 1 o 2 pisos existentes a 3 o 4 pisos, y el 10% son legalizaciones de edificios ya construidos.
4. De los proyectos aprobados en el I. Municipio de Riobamba, durante los años en estudio un 54% corresponden a edificaciones de 3 pisos, un 40% de las mismas son de 4 pisos, y el 6 % son de 5 pisos o más.
5. Exceptuando los documentos incompletos, el 77% de las edificaciones aprobadas en el I. Municipio de Riobamba, utilizan el método constructivo de losas con vigas banda, mientras que apenas un 23% de las mismas se han construido con el sistema de losas sobre vigas descolgadas.
6. De los proyectos construidos con vigas banda, el 97% no muestran un cálculo específico para este sistema constructivo.
7. Como no existe una descripción de este procedimiento se presume que se asumen las dimensiones de las vigas banda, de los resultados obtenidos, el 64% presenta anchos de vigas banda de 40cm o menos con armadura insuficiente, sin nervios adyacentes, ni macizados, en tanto que el 36% oscilan en anchos de 45 a 60cm; todas las losas son de 20 cm de espesor.

De las entrevistas-encuestas realizadas con el propósito de conocer las herramientas con que las personas encargadas revisan los proyectos estructurales se lograron obtener los siguientes resultados:

1. De 5 personas entrevistadas, un Ingeniero Civil revisa todos los proyectos estructurales.
2. Esta persona utiliza SAP 2000 para revisar los mismos y AUTO CAD, mientras que las otras 4 personas utilizan AUTO CAD, para su trabajo.
3. De las 5 personas encuestadas 3 manejan bien el programa que utilizan mientras que 2 de ellas lo manejan en término medio.
4. Todas las personas encargadas de revisar los documentos cuentan con computador en su escritorio.
5. Todas las personas entrevistadas afirman que cuentan con licencia de manejo de los programas en sus computadores.

## **CAPÍTULO V**

### **5.- PROPUESTA PARA REVISIÓN DE PROYECTOS ESTRUCTURALES**

#### **5.1 Para proyectos que contienen datos completos. Caso A.**

Si tenemos proyectos presentados como los que se describe en el “Caso A”, es decir que contienen un Método de Análisis y Parámetros para Diseño Sismo Resistente; se puede realizar una revisión ya que se cuenta con las herramientas necesarias.

El siguiente cuadro es una recopilación de los requisitos mínimos que deben constar en memoria de cálculo y planos estructurales de acuerdo al Código Ecuatoriano de la Construcción:

<b>REQUISITOS QUE DEBEN CONSTAR EN MEMORIA TÉCNICA Y PLANOS ESTRUCTURALES DE ACUERDO AL</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN EN EL EJEMPLO</b>
---	----------------------------	----------------------------------

C.E.C.		
1. Nombre y fecha de publicación de las partes del Código Ecuatoriano de la Construcción, con los cuales se hizo el diseño.	Mínimo: CPE INEN 5, partes pertinentes y vigentes.	CEC 2000, ACI 83, ACI 2005
2. Carga Viva y otras utilizadas en el diseño.*	CM: de la estructura CV: CPE INEN 5 Parte 1:2001. Tabla 4.1	Si consta
3. Resistencia a la compresión especificada del hormigón a edades o etapas señaladas de construcción para las que se diseña cada parte de la estructura.*	Mínimo para elementos estructurales: $f^c=20\text{MPa}$ . CPE INEN 5 Parte 2. Art.21.2.4.1	$f^c=210\text{ kg/cm}^2$
4. Resistencia especificada o grado de refuerzo.*	No mayor que $f^c=4200\text{ kg/cm}^2$ . CPE INEN 5 Parte 2.Art. 21.2.5	$f_y=4200\text{ kg/cm}^2$
5. Tamaño y posición de los elementos estructurales y del refuerzo.*	Detalle en planos estructurales	Si consta
6. Precauciones contra cambios en las dimensiones producidas por fluencia, contracción y temperatura.	Utilización de Inercias agrietadas	Si consta
7. Magnitud y localización de las fuerzas de preesfuerzo.	Descripción de acuerdo al código.	No hay elementos preesforzados
8. Tipo y ubicación de los empalmes de refuerzo.	Detalle en planos estructurales	Si consta
9. Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño.*	Descripción en memoria técnica. CPE INEN 5 Parte 1Cap.12. Art. 6	Si consta
10. Espectro de diseño o cualquier otro método de definición de la acción	Descripción en memoria técnica: Análisis Dinámico:	Método Estático:

\* Requisito indispensable para efectuar una revisión



sísmica*	Utilización espectro CEC. Análisis Estático: Parámetros de diseño CPE INEN 5 Parte 1Cap.12. Art. 6	Si describe los parámetros de diseño sísmico.
11. Desplazamientos y derivas máximas que presente la estructura.	Descripción en memoria técnica: CPE INEN 5 Parte 1. Cap.12. Art.6.8. Tabla 8	Si consta, indica que son inferiores al 2%
12. Si utiliza programas de computación: suposiciones de diseño, datos de entrada y resultados generados por el programa.*	Descripción en memoria técnica, programa utilizado versión actual.	Si consta
13. Resultados de Análisis: acciones de miembro axial, cortante, momento.	Descripción en memoria técnica.	Si consta

**Cuadro 3.** Cuadro para revisión de proyectos estructurales. Elaborado por: Vilma Pánchez

Del numeral 1 al 8 CPE INEN 5 Parte 2:1993. Art.1.2

Del numeral 9 al 11 CPE INEN 5 Parte 1:2001. Cap. 12. Art.0.4

Numeral 12 Reglamento ACI 318S-05. Art. 1.2.2

Numeral 13 Recomendado por el Director de Investigación

**Ejemplo de revisión del cumplimiento de la normativa de diseño estructural sismo resistente de la muestra M045 de esta investigación.**

**Método de definición de la acción sísmica:** Método Estático o Espectro de Diseño

**Método Estático**

Se puede utilizar un programa adecuado en versiones actuales, en la realización de la presente investigación se ha escogido ETABS 9.0.

---

\* Requisito indispensable para efectuar una revisión

Se requiere:

De planos estructurales, dimensiones del edificio: planta, elevación, miembros estructurales.

Ingresar la estructura en el programa, definir y asignar lo básico:

Materiales: Cuadro 3. Numeral. 3 y 4

Secciones: datos de planos estructurales. Cuadro 3. Numeral. 5

Además de los materiales definidos, conviene definir otro concreto para losas, ETABS, tiene la opción de transmitir la carga generada por el peso de las losas a los miembros que la están soportando es decir a vigas y columnas.

Con datos de la Memoria de Cálculo:

- Carga Muerta para cada piso definido por el calculista. Cuadro 3. Numeral 2.
- Espesor de losa alivianada

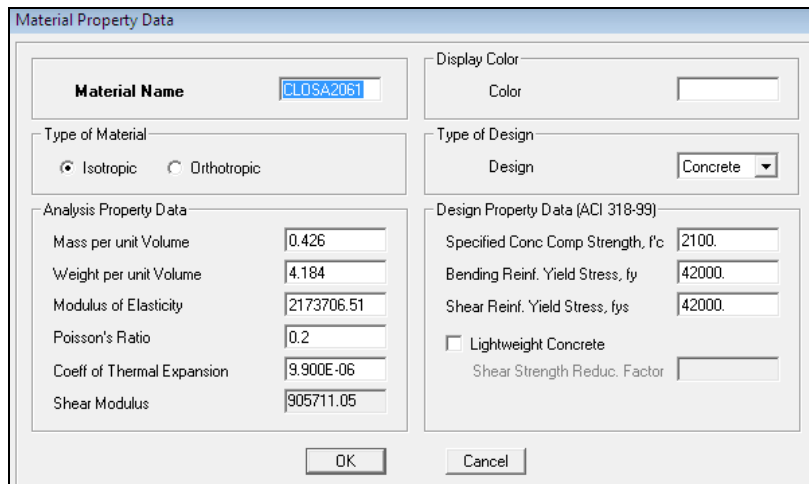
ESPESOR EQUIVALENTE:									
espesor losa alivianada:	0.2 m								
ancho nervios:	0.1 m								
ancho alivianamientos:	0.2 m								
altura alivianamientos:	0.15 m								
CALCULO DE INERCIAS									
Figura	bi	hi	Ai	yi	yi <sup>2</sup> Ai	di	loi	Ai <sup>2</sup> d <sup>2</sup>	
1	0.2	0.15	0.03	0.075	0.00225	0.0625	0.0005625	0.000117188	
2	1	0.05	0.05	0.175	0.00875	-0.0375	0.000104	0.0000703	
I = 0.000254167									
h <sub>equiv</sub> = 0.145 m									

Figura. 7 Hoja de cálculo para espesor de losa equivalente. (Anexo 3)

En el siguiente cuadro ingresar los datos:

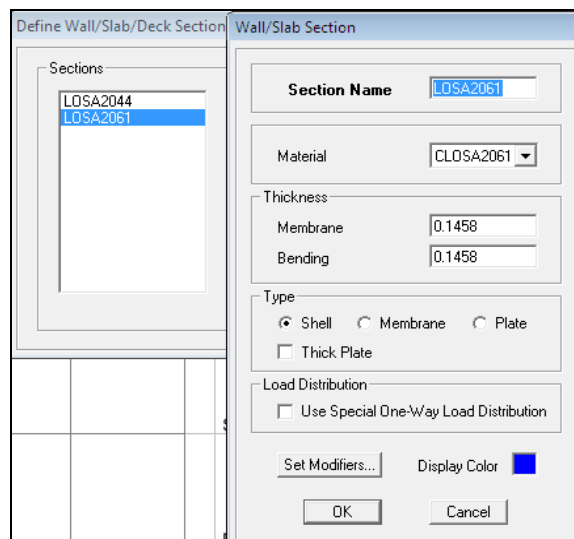
$$Mass\ per\ unit\ Volume = \frac{Carga\ Muerta}{Espesor\ losa\ maciza} = \frac{0.610}{0.1458} = 4.184$$

$$Weight\ per\ unit\ Volume = \frac{Mass\ per\ unit\ Volume}{g} = \frac{4.184}{9.81} = 0.426$$



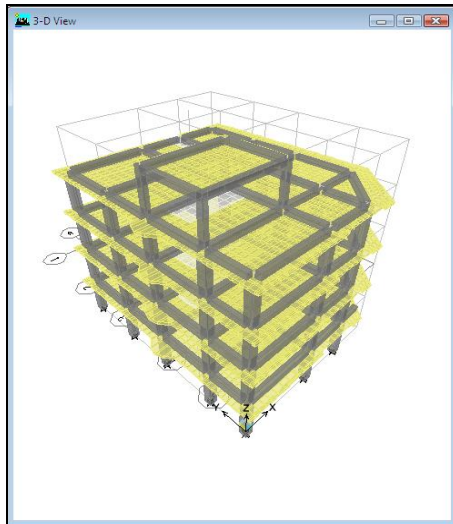
**Figura 8.** Ventana para ingreso de datos de materiales.  
(Modelación ETABS v9.0)

Definir secciones de losas, con el tipo de material determinado, para cada piso con su respectivo espesor.



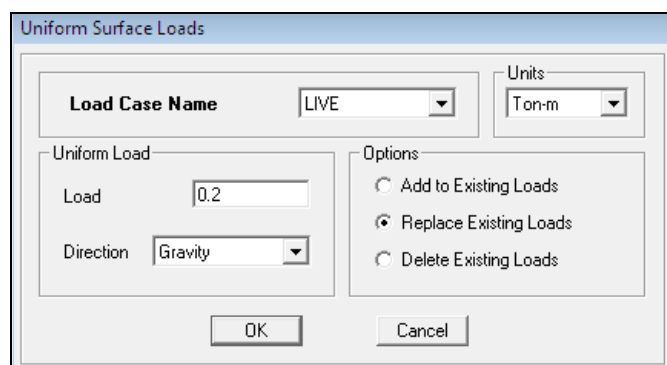
**Figura 9.** Ventana para definición de secciones de losa.  
(Modelación ETABS v9.0)

Asignar a cada una de las secciones lo definido y diafragmas a cada piso.



**Figura 10.** Vista de la Estructura en 3D.  
(Modelación ETABS v9.0)

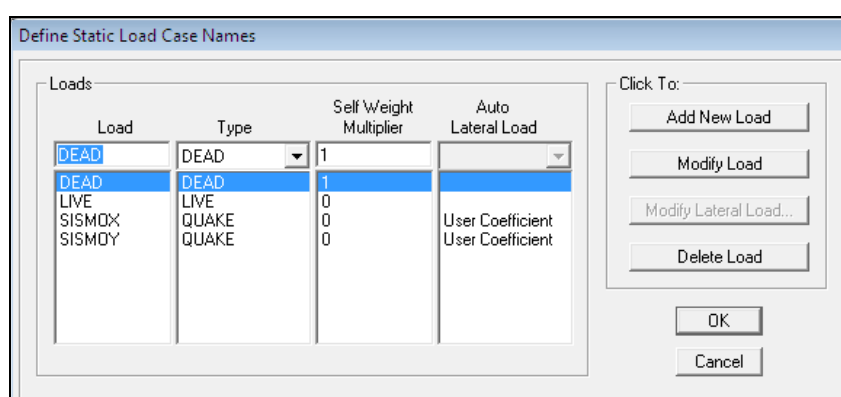
Definir Casos de Carga Estática, la carga Muerta la calcula directamente el programa a partir de la ingresada en las losas (factor de multiplicación 1), mientras que la carga Viva será ingresada por el usuario (factor de multiplicación 0), este dato de la memoria de cálculo y comprobando que esté de acuerdo a las cargas determinadas por el código (CPE INEN 5 Parte 1:2001. Tabla 4.1 Cargas Uniformes y Concentradas)



**Figura 11.** Ventana para ingreso de Carga Viva.  
(Modelación ETABS v9.0)

Para Carga Sísmica, el programa tiene la opción de ingresar un coeficiente calculado con la utilización de los parámetros sísmicos que deben constar en memoria técnica. Cuadro 3. Numeral 9.

$$\text{Base shear coefficient} = \frac{Z * C}{R * \phi_P * \phi_E}$$



**Figura 12.** Ventana para definir casos de Carga Estática.

(Modelación ETABS v9.0)

Estos parámetros de acuerdo a la memoria de cálculo, son los siguientes se debe comparar que cumpla con lo requerido por el código para cada uno de ellos.

Cortante Basal 
$$V = \frac{ZIC}{R\phi_P\phi_E} * W$$

- **Z** =factor de zona, para Riobamba zona sísmica IV, Z=0.40

(Tabla 1 y Tabla 2. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)

- **I** = Tipo de uso destino o importancia de la estructura.

(Tabla 4. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)

- **C** = No debe exceder del valor de Cm establecido en la tabla 3 (CPE INEN

5:2001. Parte 1. Cap.12), no debe ser menor a 0.5.

$$C = \frac{1,25S^2}{T}$$

Para este caso de análisis, de la memoria de cálculo C=2.8

- **S**= su valor y el de su exponente de obtienen de la tabla 3, (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap.12)

De la memoria de cálculo S=3

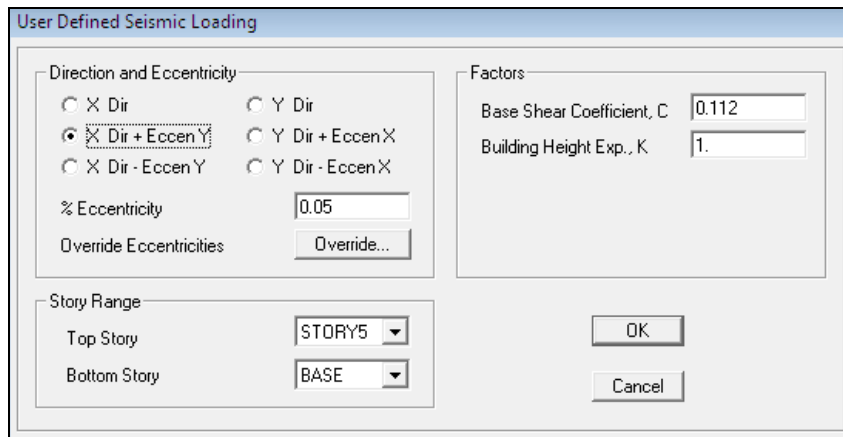
- **T**= Período de Vibración, calculado con el método 1 o 2. (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Art. 6.2.1.1, Art.6.2.4.2)
- **R**= Factor de Reducción de Resistencia Sísmica. (Tabla 7. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12).

Para pórticos sismo resistentes con vigas descolgadas, R=10

- $\Phi_P, \Phi_E$  = Factores de configuración estructural en planta y en elevación. (Tabla 5. Fig. 3, y Tabla 6. Fig. 3, CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12).

Es una estructura regular en planta y elevación, estos coeficientes son igual a 1.

$$\text{Base shear coefficient} = \frac{Z \cdot C}{R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E} = \frac{0.4 \cdot 2.8}{10 \cdot 1 \cdot 1} = 0.112$$

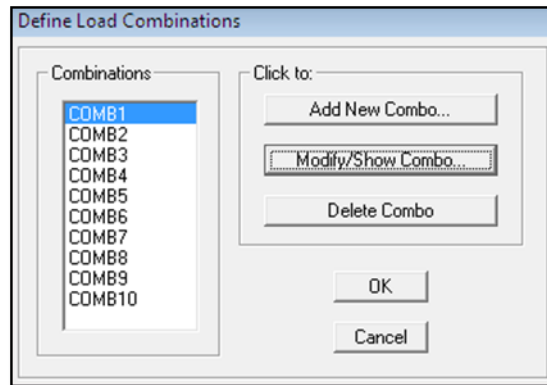


**Figura 13.** Ventana para ingreso de coeficiente de Cortante Basal.  
(Modelación ETABS v9.0)

En la figura 13, tanto para Sismo en X como en Y, ingresar además un porcentaje mínimo de excentricidad recomendado por el CEC, 5%. (CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Art. 6.4.2)

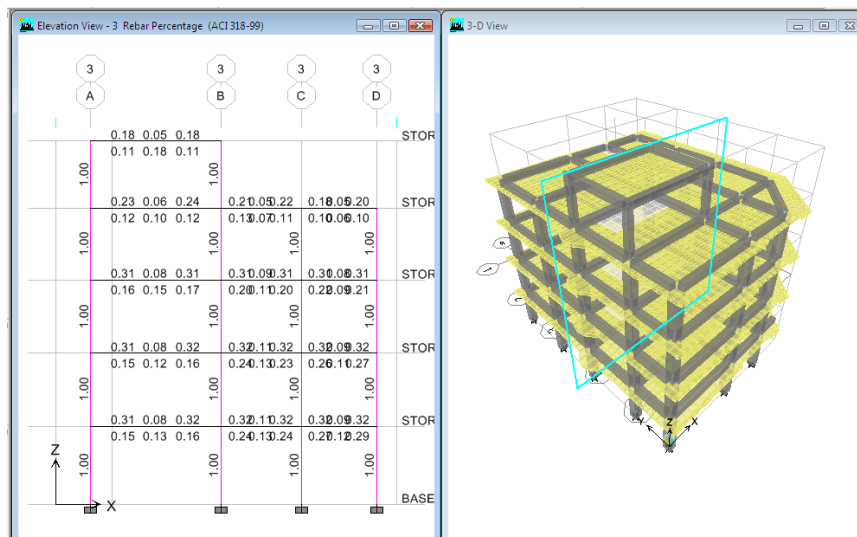
Definir Combinaciones Lineales, basados en el (CPE INEN 5 Parte 2:1993. Art. 9.2)

- 1.4 D + 1.7 L
- 0.75 (1.4D+1.7L)+1.4025SismoX
- 0.75 (1.4D+1.7L)-1.4025SismoX
- 0.75 (1.4D+1.7L)+1.4025SismoY
- 0.75 (1.4D+1.7L)-1.4025SismoY
- 0.90D + 1.43 Sismo X
- 0.90D - 1.43 Sismo X
- 0.90D + 1.43 Sismo Y
- 0.90D - 1.43 Sismo Y



**Figura 14.** Ventana para definir Combinaciones de Carga.  
(Modelación ETABS v9.0)

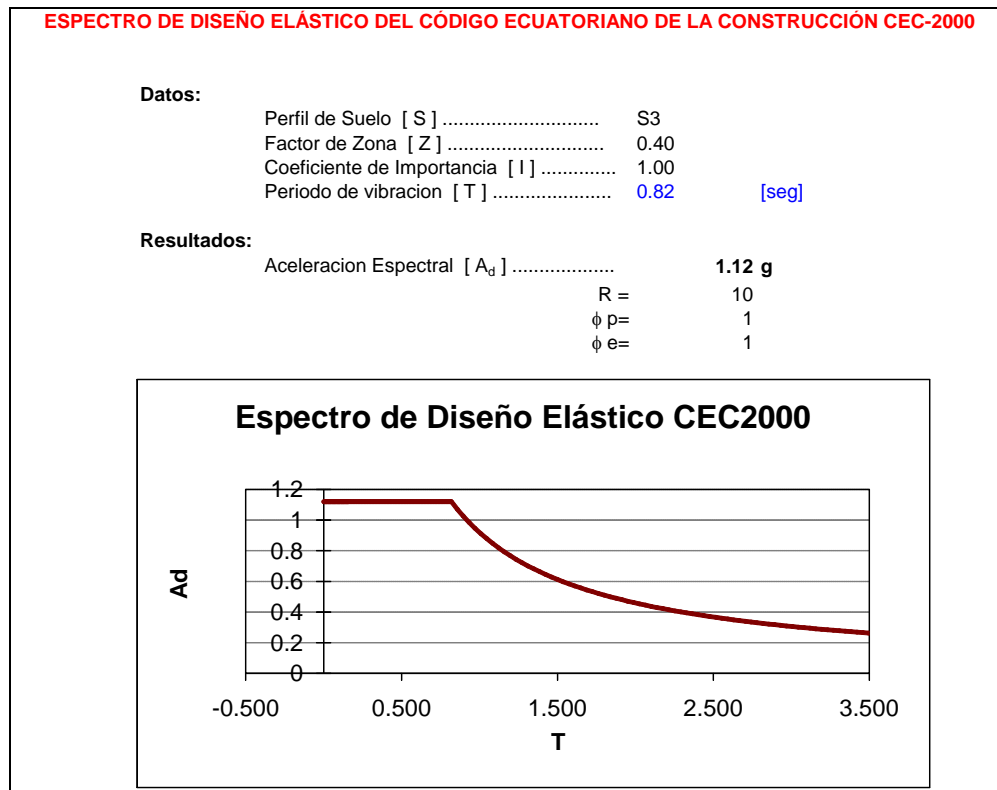
Ejecutar el programa para observar los resultados y compararlos con la información que consta en memoria de cálculo y planos estructurales.



**Figura 15.** Análisis Estático, porcentaje de refuerzo y vista en 3D de la estructura.  
(Modelación ETABS v9.0).

### Utilización Espectro de Diseño del C.E.C

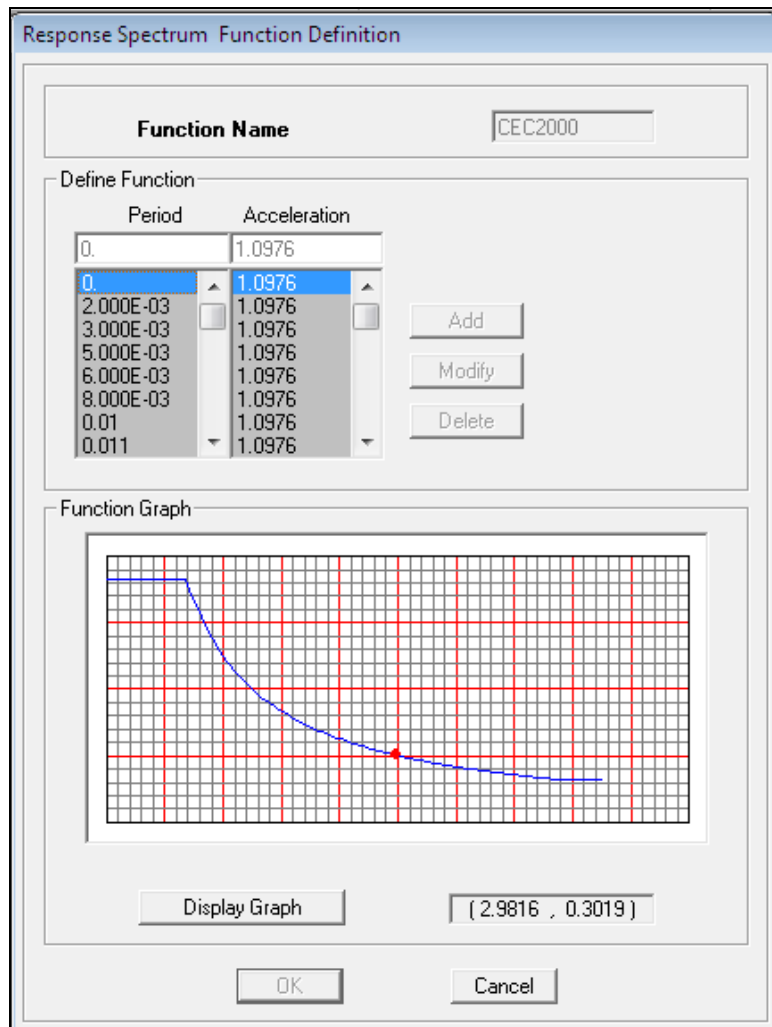




**Gráfico 12.** Hoja de cálculo Excel. Espectro C.E.C 2000 y Rango de Valores.  
(Barahona, D. 2006. Seminario de Estructuras de Edificación)

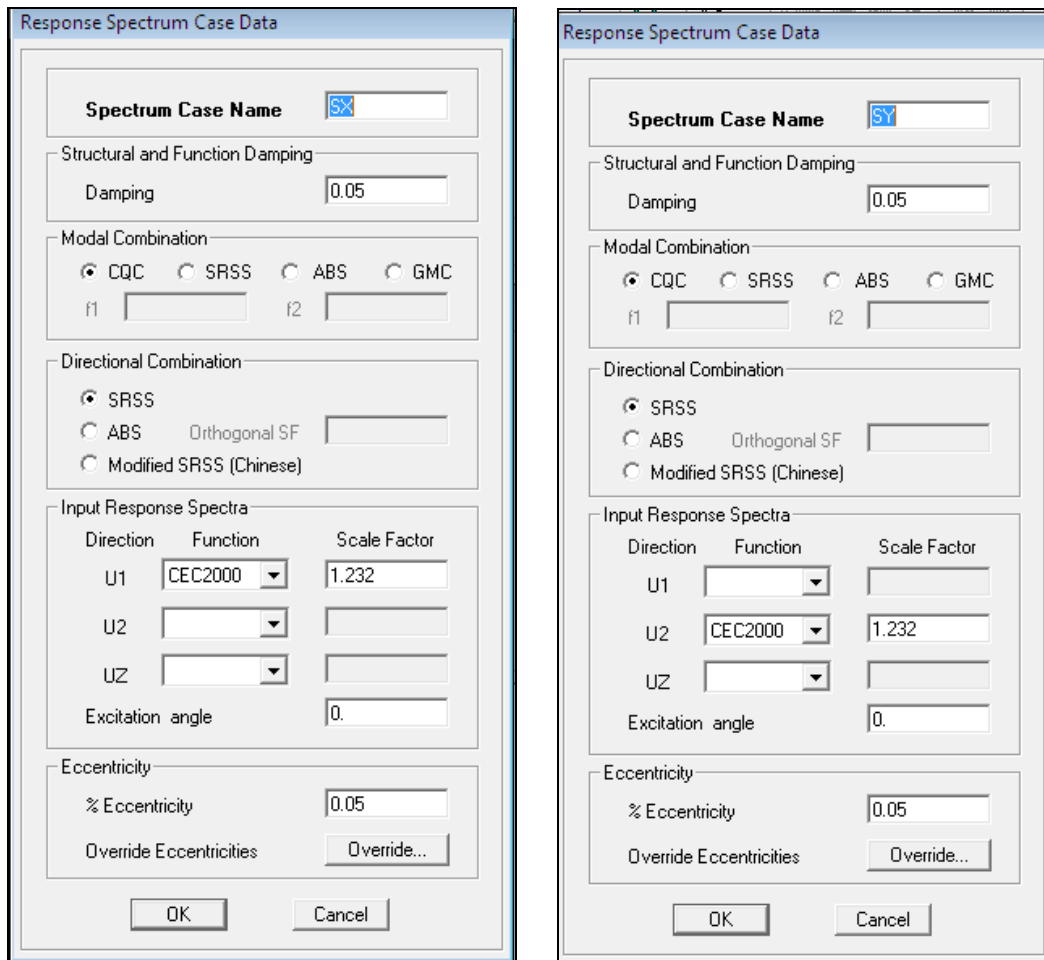
Para el ejemplo analizado, en la hoja electrónica del gráfico 12 se ha ingresado los datos necesarios con el fin de mostrar el espectro de diseño elástico para la estructura, lo mismo que nos servirá para definirlo en el programa de cómputo.

Se ha definido en el programa el Espectro Elástico del C.E.C 2000.



**Figura 16.** Ventana para definir el Espectro de Diseño.  
(Modelación ETABS v9.0).

De la misma manera con la utilización del espectro anterior, se definen también los casos Sísmicos X e Y, como se indica en la figura 17.



a) Sismo en X

b) Sismo en Y

**Figura 17.** Ventana para definir casos de espectro de diseño elástico (Modelación ETABS v9.0).

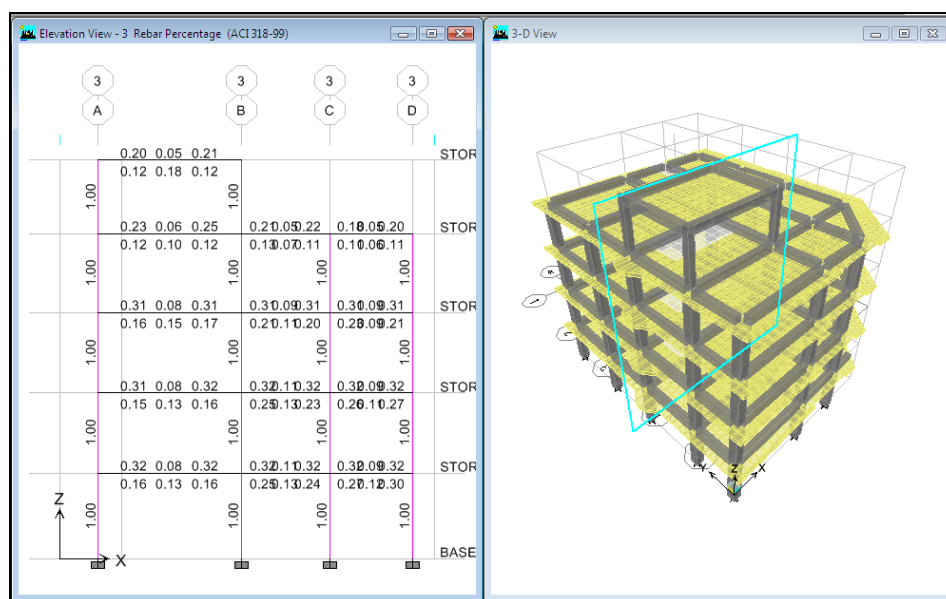
Como se puede observar en la figura 17, se ha corregido el factor de escala del espectro ingresado, ya que el cortante basal calculado este proceso es inferior al realizado con el Análisis Estático mínimo que recomienda el código.

Definir las combinaciones de carga utilizando en esta ocasión los casos SX y SY, detalladas en la figura anterior.

Ejecutar el análisis para comparar resultados tanto con la memoria de cálculo, planos estructurales y método estático.

El ejemplo ha requerido una participación de 6 modos de vibración, que involucran el 92% de la masa total de la estructura. (CPE INEN 5 Parte 1. Cap.12 Art. 6.11.5.2).

No ha sido necesario considerar los efectos P-Δ, ya que el índice de estabilidad Qi es menor a 0.10. (CPE INEN 5 Parte 1. Cap.12 Art. 6.7.1)



**Figura 18.** Análisis dinámico, porcentaje de refuerzo y vista en 3D de la estructura (Modelación ETABS v9.0).

**Cortante Basal.-** CPE INEN 5:2001. Parte 1, Cap.12. Art. 6.2.1

V= 64.64 Ton

**Excentricidades.-** CPE INEN 5:2001. Parte 2. Cap. 12. Art.6.4.2.

Se ha considerado en todo el proceso el 5% mínimo de excentricidad

**Derivas de piso.- CPE INEN 5:2001. Parte 2. Cap. 12. Art.6.8.2.2. Tabla 8.**

Story	Load	DriftX	DriftY
STORY5	COMB2	0.0011	
STORY5	COMB8		0.00101
STORY4	COMB6	0.0009	
STORY4	COMB8		0.00081
STORY3	COMB2	0.0013	
STORY3	COMB4		0.00114
STORY2	COMB7	0.0014	
STORY2	COMB8		0.0013
STORY1	COMB3	0.001	
STORY1	COMB5		0.00099

**Cuadro a).** Derivas máximas Análisis Estático

Story	Load	DriftX	DriftY
STORY5	COMB2	0.001372	
STORY5	COMB8		0.00131
STORY4	COMB6	0.001036	
STORY4	COMB8		0.00107
STORY3	COMB2	0.001417	
STORY3	COMB4		0.00147
STORY2	COMB7	0.001568	
STORY2	COMB8		0.00163
STORY1	COMB3	0.001165	
STORY1	COMB5		0.00118

**Cuadro b).** Derivas máximas Análisis Dinámico

**Cuadro 4.** Derivas máximas que presenta la estructura

Estos valores multiplicados por R=10, son inferiores a 0.02, que es lo máximo que recomienda el código.

**Reforzamiento y secciones mínimos y máximos de miembros.-**

Columnas.- CPE INEN5:1993. Parte 2. Cap.21.Art. 4.3.1, 4.1.1.

Vigas.- CPE INEN 5:1993.Cap.8. Art. 8.4.3

De acuerdo a este estudio se determina si la estructura cumple o no con los requisitos mínimos recomendados por el Código Ecuatoriano de la Construcción para diseño sismo resistente, el ejemplo revisado si cumple con los requisitos mínimos establecidos.

**5.2 Para proyectos Caso B, C u otros**

1. Si se tiene un documento como el **Caso B** presentado en esta investigación en el que luego de revisar los datos se está utilizando un código caduco, sugerir al calculista dentro de las observaciones, que debe cumplir con los requisitos

mínimos que establecen los códigos vigentes. (CPE INEN 5: 2001. Parte 1. Cap.12. Art. 2.1)

2. Si se tiene un documento como el **Caso C** , determinado luego de revisar los datos, es decir, si la memoria de cálculo está incompleta y no constan parámetros para definir fuerzas sísmicas de diseño, conviene hacerle notar al calculista que está contraviniendo a lo dispuesto en el CPE 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Art. 0.4, por lo tanto no se cuenta con información suficiente para realizar una revisión.
3. De la misma manera a parte de la sugerencia que se ha hecho en esta investigación, queda por cuenta del revisor o calculista su criterio de estudio exhaustivo basado en los requisitos mínimos que establece el Código Ecuatoriano de la Construcción vigente.
4. El revisor debe prestar mucha atención en la importancia de la relación directa que debe existir entre memoria de cálculo y planos estructurales, es decir como ejemplo: si en memoria de cálculo se indica que las columnas son de 30x30, esto debe estar reflejado en planos. Además debe revisar que no exista dentro la memoria datos de otra edificación, ya que cada estructura es independiente.

## **CAPÍTULO VI**

### **6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

1. En el Departamento de Planificación del I. Municipio de Riobamba, se reciben v\*arios documentos de trámites entre los cuales, como parte de esta investigación son los Proyectos Estructurales.

Hay una Ordenanza para Control y Aprobación de Planos N° 00.2.99, que indica los requisitos que se deben presentar para sujetarse a la aprobación, son exigencias básicas para todo proyecto y cuando se trata de edificaciones de 3 pisos o más se debe adjuntar planos estructurales y memoria de cálculo, pero no se especifica requisitos que deben constar en memoria de cálculo para diseño sismo-resistente, no existe por lo menos una guía para revisión de estos.

De acuerdo a la Ley Orgánica de Régimen Municipal de igual manera dentro de sus articulados indica que es el Municipio quien tiene participación en la aprobación. (De las Funciones de la Administración Municipal. Sección 2°. De las Funciones. Párrafo 1°. Planeamiento y Urbanismo. Art.161.). Si hacemos un seguimiento a estos términos, aprobar implica que los proyectos

presentados deben haber sido revisados por una persona conocedora del tema, por lo tanto el Municipio tiene responsabilidad en este proceso.

De la misma forma en el CPE INEN 5 Parte 3. 1984, dentro de sus primeros 3 capítulos indica de la responsabilidad de la entidad municipal en el proceso de revisión de proyectos e incluso sobre las inspecciones para la correcta ejecución en obra de lo que consta en planos.

2. Únicamente el 3% de los proyectos aprobados en el I. Municipio de Riobamba ha utilizado la normativa vigente, es decir la hipótesis en la que se afirmaba que el 50% de las edificaciones se acogen a la normativa de diseño sísmo resistente actual, no se cumplió.
3. Un 26% de las edificaciones aprobadas en el I. Municipio de Riobamba durante los años 2005 a 2009, no contienen memoria de cálculo o planos estructurales. Otra información obtenida es que no hay el suficiente cuidado en el archivo de los documentos, esto lleva a que extravié tal o cual proyecto; sucede más a menudo mucho con los que constan en Archivo General, de acuerdo a esta información únicamente los proyectos correspondientes a construcción de edificaciones permanecen en el Municipio, y los demás papeles de documentación varia una vez acumulada es quemada.
4. Un aspecto importante dentro de los resultados obtenidos es que todavía se sigue utilizando el CEC-77, para diseño sísmo-resistente, en donde se calcula el cortante basal con  $V = IKCSW$ , cuyo uso involucra que su resultado sea menor a que si fuera calculado con  $V = \frac{ZIC}{R\phi_P\phi_E} * W$ , esto quiere decir que se está subdimensionando los elementos, el 25% de los proyectos analizados utilizan códigos caducos.



5. Es conocido en nuestra ciudad la construcción de edificaciones sin permisos. Tomando en cuenta el crecimiento poblacional y urbano, las personas levantan sus viviendas que inicialmente fueron de 1 o 2 pisos a 3 o 4 plantas, unas con permisos previos, otras legalizan lo construido, otros prefieren pagar una multa, y una gran parte pasa desapercibida. En este trabajo se cuenta con datos de los dos primeros casos, es decir de lo registrado en el Municipio de Riobamba.

De acuerdo a esta investigación las edificaciones que constan el I. Municipio de Riobamba registradas como ampliaciones o legalizaciones no están debidamente respaldadas con un estudio técnico que refleje la situación original de la edificación, un 50% de estos proyectos contienen dentro de la documentación un certificado expedido por el calculista en el que explica que se ha realizado una “inspección ocular” y por lo tanto están aptas para elevar dos o tres niveles más, el 8% de las muestras analizadas son Legalizaciones y el 10% corresponden a Ampliaciones.

6. Uno de los proyectos analizados contiene dentro de la memoria de cálculo respectiva, datos de otra edificación, incluso con el nombre de otro propietario, se trata de una legalización.
7. Hay una marcada diferencia en el uso de un tipo de sistema constructivo, que es losas con vigas banda, a diferencia de la utilización del sistema losa sobre vigas, el 77% de este grupo corresponden al primer caso, mientras que en 23% al segundo, únicamente el 3% de edificaciones diseñadas con vigas banda describen un cálculo específico sobre este tema. De acuerdo a los resultados obtenidos la mayoría asume un ancho de vigas banda sin una justificación técnica, sin tomar en cuenta que existe un procedimiento diferente de diseño de las mismas.

Después del terremoto ocurrido en Perú de intensidad IX en la escala Mercalli Modificada, el 17 de Octubre de 1966, de acuerdo a un estudio realizado por la UNESCO, en una Misión de Reconocimiento Sismológico, se concluye que los efectos fueron importantes en construcciones de adobe y pequeñas de hormigón con defectos de diseño y construcción, la falla más notable es la causada por la escases de resistencia lateral suministrada por vigas de poco peralte embebidas en la losa y fallas de columnas por torsión.

8. La actual ordenanza determina un máximo de 5 hojas que debe constar en memoria de cálculo, en realidad son muy pocas en relación a lo que verdaderamente se necesita plasmar en la memoria.

Aproximadamente se aprueban 5 proyectos estructurales por mes, es necesaria la participación de uno o dos profesionales más, en la revisión de proyectos estructurales ya que se tiene que hacer una observación exhaustiva.

9. Un común denominador en los proyectos que no cumplen con la normativa vigente es la utilización de sección y armadura en columnas inferior a la recomendada, debe tomarse en cuenta que la estructura representa solamente un costo del orden del 20% del costo total del edificio y, de este porcentaje, el costo del hierro es aproximadamente la tercera parte, es decir el 7% del costo total. (Construaprende.com).

10. Como complemento a esta investigación se realizó varias encuestas y entrevistas de las cuales se pudo observar que un Ing. Civil es el encargado de revisar los proyectos estructurales, el sabe utilizar SAP 2000 y AUTO CAD, las demás personas son Arquitectos encargados de otros trámites y usan AUTOCAD, todos cuentan con computadora en su oficina y los

programas instalados cuentan con licencia, según versión de la Ing. Rosa Zabala Jefe de Sistemas del I. Municipio de Riobamba.

Además, en la Comisaría de Construcciones únicamente el Jefe de este departamento es un Ingeniero Civil, las demás personas encargadas de salir a las inspecciones según otra información obtenida son funcionarios del Municipio pero no son técnicos que conozcan de diseño estructural, y según el Comisario de Construcciones José Moreano, dijo que para este año se incrementará el número de inspectores.

## **6.2. Recomendaciones**

1. El I. Municipio de Riobamba, debe tener responsabilidad en el proceso de revisión y aprobación de proyectos estructurales, de igual manera debe haber un ente regulador, fiscalizador y auditor, quien revise cada procedimiento para:
  - ✓ el cumplimiento de las ordenanzas municipales,
  - ✓ el cumplimiento de la Ley de Régimen Municipal,

- ✓ la revisión de proyectos estructurales (memorias de cálculo y planos estructurales), recomiendo que debe haber al menos 2 personas en esta actividad y una de ellas debe ser independiente del municipio, con el fin de que el proceso sea transparente.
- ✓ La construcción de las edificaciones; una vez revisado y aprobado el proyecto estructural, con el objetivo de hacer un seguimiento en la ejecución del mismo para verificar la aplicación en obra de los planos estructurales y de los criterios de diseño que especifican los códigos.

El incumplimiento de la ley debe ser sancionado con multas significativas, pues en la actualidad según la Ley de Régimen Municipal la sanción es igual al valor del fondo de garantía acordado. La ciudadanía está acostumbrada a ahorrarse el contratar a un profesional de la construcción y pagar la multa respectiva.

2. Recomiendo no realizar proyectos de ampliaciones en viviendas en cuanto a 3 niveles o más, de igual manera certificar legalizaciones, a menos que exista un proyecto estructural aprobado con anterioridad y por razones varias no se pudo concluir o en su defecto un estudio a fondo que cumpla con lo que exige el Cap. 20 del CPE INEN 5:1993. Parte 2, pues no se puede conocer a ciencia cierta con simples inspecciones oculares todas las características internas de una edificación, cómo fue construido, ni los materiales empleados.
3. Es necesario implementar un Programa de Actualización de Conocimientos en el que la Universidad Nacional de Chimborazo forme parte del mismo, se realice convenios no solo con el Municipio de Riobamba donde se ha visibilizado el problema sino con todos quienes son o somos actores del mismo.

Este programa de capacitación debe contener temáticas como **Actualización** de:

- ✓ Procedimientos de Diseño de Estructuras
- ✓ Procedimientos de Presentación de Proyectos Estructurales
- ✓ Procedimientos de Revisión de Memoria Técnica y Planos Estructurales
- ✓ Utilización SAP, ETABS, (versiones nuevas)
- ✓ Control y Ejecución de Proyectos Estructurales

Este programa debe ser periódico, cada año o de acuerdo a los estudios que se realicen para el efecto.

De igual manera periódicamente cada 2 o 3 años se debe evaluar tanto los efectos de la recomendación 1 y esta, con el fin de proponer mejoras.

4. De acuerdo a una resolución de Consejo del I. Municipio de Riobamba No. 057-SCM-2009, se permitirán nuevas alturas en edificaciones en varios sectores de la ciudad de Riobamba, atendiendo a la dinámica de desarrollo urbano (Anexo 4).

Teniendo este antecedente y considerando que las nuevas edificaciones van ser esbeltas, con mayor masa y mayor riesgo ante eventos sísmicos, recomiendo se escoja un diseño más estricto junto con el cumplimiento de los códigos para diseño sismo-resistente en vigencia CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12 u otros códigos extranjeros actualizados, pero siempre teniendo en cuenta los requerimientos mínimos que nuestro código exige.

5. Esta investigación se centra en proyectos estructurales de 3 pisos o más aprobados en el I. Municipio de Riobamba, en los que se exige la

presentación de memoria de cálculo y planos estructurales, pero se debería exigir también en los de 1 dos niveles, o por lo menos revisar el procedimiento constructivo, ya que de acuerdo a una investigación realizada por el Dr. Roberto Aguiar, las viviendas de uno y dos pisos son las que mayor daño sufren en un sismo, y aún más en países subdesarrollados donde la gente construye sin normas técnicas, el manifiesta que la gente todavía piensa que estas a edificaciones pequeñas no le afecta un sismo por eso en los varios municipios no exigen planos estructurales para construcciones menores a dos pisos.

6. Antes de presentar los proyectos estructurales, se debe revisar bien verificando dentro de él no se haya agregado datos de otro edificio. Los planos estructurales son el resultado de lo que dice la memoria de cálculo, estos dos documentos deben estar relacionados.
7. En la actualidad, la Universidad Nacional de Chimborazo es una de las mejores del país, sería conveniente seguir haciendo más investigaciones relacionadas al tema, poner cartas en el asunto y para cambiar de alguna manera la mentalidad de las personas considerando el peligro al que estamos expuestos por no acatar las normas.

### 6.3 BIBLIOGRAFÍA

1. ACI.318S-05
2. AGUIAR, Roberto. 2007. Factores que influyeron en el daño en el sismo de Colombia de Enero de 1999. Centro de Investigaciones Científicas. ESPE. Ecuador.
3. BBCMundo.com. Mala construcción, es la raíz del drama en Haití. Disponible en: [http://noticias.latino.msn.com/latinoamerica/articulos\\_bbc.aspx](http://noticias.latino.msn.com/latinoamerica/articulos_bbc.aspx)
4. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12
5. CPE INEN 5:1993. Parte 2.
6. CPE INEN 5:1993. Parte 3.
7. DEMORAES, F. D'ERCOLE, R. 2001. Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador. COOPI, OXFAM, SIISE, ODEPLAN.
8. HERNÁNDEZ, E. Manual de Aplicación del Programa ETABS v9. Disponible en: [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com)
9. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Edición: 9na. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito Ecuador.
10. MUNICIPIO DE RIOBAMBA. Ordenanza para El Control y Aprobación de Planos. N° 00.2.99.
11. MUNICIPIO DE RIOBAMBA. Comisaría de Construcciones intensifica controles en la urbe. Disponible en: <http://www.diariolosandes.com.ec/>
12. MUNICIPIO DE RIOBAMBA. Proceso constructivo de las edificaciones en la ciudad será vigilado por la municipalidad. Disponible en: <http://www.municipioderibamba.com.ec/>

13. SENPLADES. 2009. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010. Planificación para la revolución ciudadana. Disponible en: <http://www.senplades.gov.ec/>
14. SENPLADES. 2009. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010. Estrategia territorial nacional. Disponible en: <http://www.senplades.gov.ec/>
15. Sismicidad histórica del Ecuador. Disponible en: [www.geoslac.org/memorias2/memorias/.../sismicidad\\_h\\_ecuador.pdf](http://www.geoslac.org/memorias2/memorias/.../sismicidad_h_ecuador.pdf)
16. UNESCO. Misión de Reconocimiento Sismológico terremoto del 17 de Octubre de 1966 destructor en Perú. Disponible en:  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000079/007990sb.pdf>
17. URQUIZO, Ángel. 2005. Cómo realizar una tesis o una investigación. Ed. Edipcentro, Riobamba Ecuador.



## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ordenanza para el Control y Aprobación de Planos.....	73
Anexo 2. Hoja de cálculo Análisis de Cargas para Diseño.....	85
Anexo 3. Hoja de Cálculo para determinación de espesor de losa equivalente..	86
Anexo 4. Resolución No.057-SCM-2009 Municipio de Riobamba. Nuevas alturas para edificaciones.....	87
Anexo 5. Inventario de edificaciones analizadas.....	92
Anexo 6. Encuestas realizadas.....	269

**ANEXO 1.**

**Ordenanza para el Control y Aprobación de Planos.**

**ANEXO 2.**

**Hoja de cálculo Análisis de Cargas para Diseño.**

<b>ANALISIS DE CARGAS PARA DISEÑO</b>		
<b>Proyecto:</b>	Seminario de Estructuras de Edificación	
<b>Expositor:</b>	Ing. Diego J. Barahona R.	
<b>Fecha:</b>	enero-06	
<b>1.- Carga Muerta (D):</b>		
<b>1.1.- Losa:</b>	E = 20 cm	
	Nervios:	0.130 T/m <sup>2</sup>
	Carpeta:	0.120 T/m <sup>2</sup>
	Bloques:	0.096 T/m <sup>2</sup>
<b>1.2.- Mamposteria:</b>		
	Ladrillo:	0.250 T/m <sup>2</sup>
<b>1.3.- Enlucido y masillado:</b>		
	Enlucido=	0.044 T/m <sup>2</sup>
	Masillado=	0.044 T/m <sup>2</sup>
<b>1.4.- Acabados:</b>		
	Ceramica de piso:	0.016 T/m <sup>2</sup>
<b>1.5.- Instalaciones:</b>		0.01 T/m <sup>2</sup>
<b>2.- Carga Viva (L):</b>		
<b>2.1.- Uso:</b>		
	Oficinas:	0.250 T/m <sup>2</sup>
<b>3.- Cargas Totales</b>		
	D:	0.710 T/m <sup>2</sup>
	L:	0.250 T/m <sup>2</sup>
	<b>C<sub>T</sub>:</b>	<b>0.960 T/m<sup>2</sup></b>
	<b>C<sub>U</sub>:</b>	<b>1.418 T/m<sup>2</sup></b>

(BARAHONA, Diego. Hoja de cálculo Excel, Análisis de Cargas para Diseño. Seminario de Estructuras de Edificación, Enero 2006.)

### ANEXO 3.

## Hoja de Cálculo para determinación de espesor de losa equivalente

ESPESOR EQUIVALENTE:								
espesor losa aliviada:	0.25 m							
ancho nervios:	0.1 m							
ancho aliviamientos:	0.2 m							
altura aliviamientos:	0.2 m							
b de la viga lama:	0.35 m							
CALCULO DE INERCIAS								
Figura	bi	hi	Ai	yi	yi <sup>2</sup> *Ai	di	loi	Ai*di <sup>2</sup>
1	0.2	0.2	0.04	0.1	0.004	0.069444444	0.000133333	0.000192901
2	1	0.05	0.05	0.225	0.01125	-0.055555556	0.0000104	0.0001543
$I = 0.000490972$								
$h_{\text{equ}} = 0.181 \text{ m}$								

(BARAHONA, Diego. Hoja de cálculo Excel, Dimensionamiento de elementos. Seminario de Estructuras de Edificación, Enero 2006.)

**ANEXO 4.**

**Resolución No.057-SCM-2009**

**MUNICIPIO DE RIOBAMBA**  
**Nuevas alturas para edificaciones**

**ANEXO 5.**

**INVENTARIO DE EDIFICACIONES ANALIZADAS**

**ANEXO 6.**

**ENCUESTAS REALIZADAS**



