



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de Unidades  
educativas y universidades en Latacunga, Ambato y Riobamba,  
basada en la guía FEMA P-1000.

**Autores:**

Arroba Giraldo Andrea Mariela  
Chiliquinga López Yadira Alexandra  
Córdova Córdova José Javier  
Lema Morocho Juan Felipe  
Pomatoca Guashpa Ingrid Patricia  
Quishpe Mejía Jennifer Karina.

**Directora de carrera:**

Ing. Maribel Aldás, Mgs.

**Director de proyecto:**

Toulkeridis Theofilos, Ph.D.

**Docente oponente:**

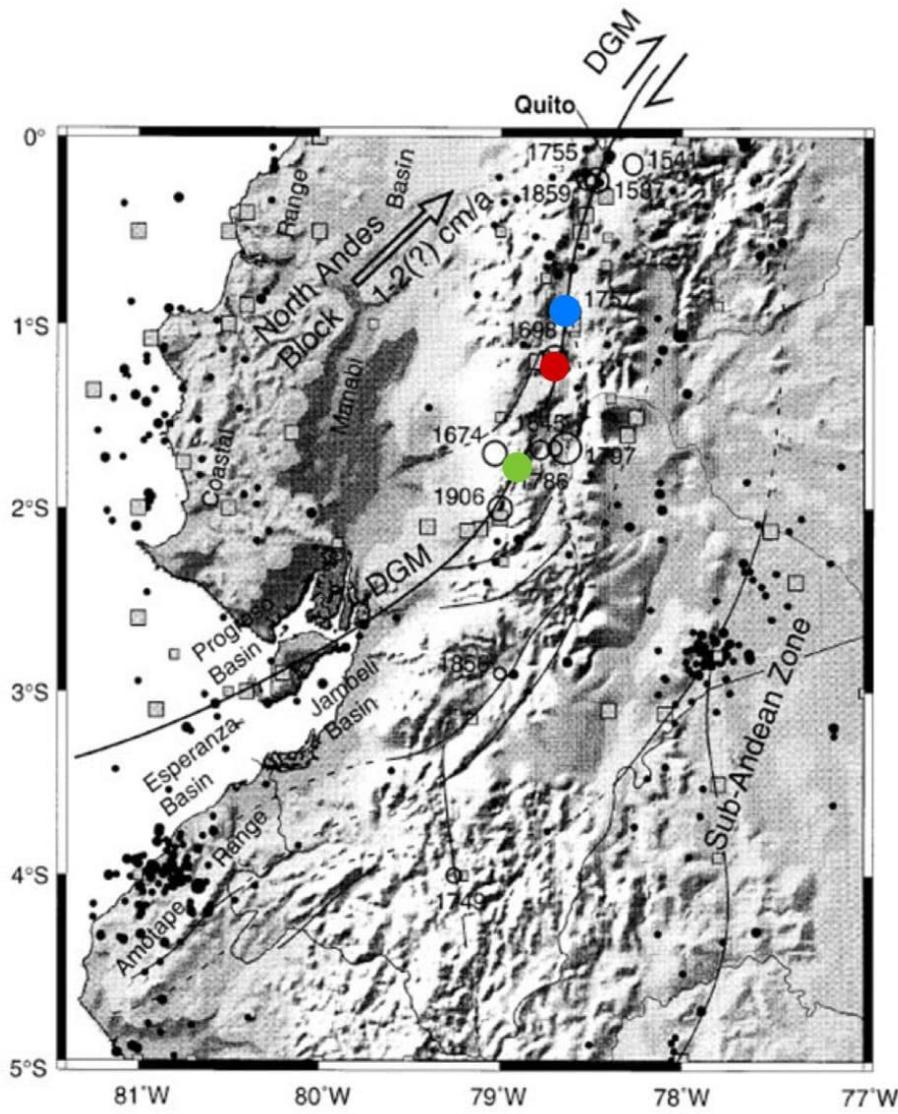
Ing. Blanca Chávez, Mgs.



# Tabla de contenido

- 01 Introducción
- 02 Objetivos
- 03 Antecedentes
- 04 Marco Teórico
- 05 Metodología
- 06 Resultados
- 07 Conclusiones y Recomendaciones

# Ecuador



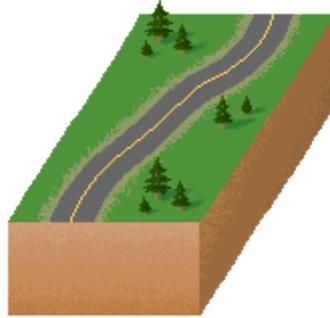
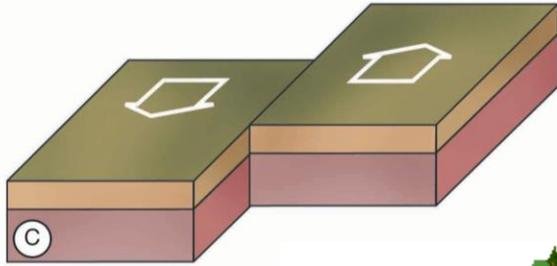
- LATACUNGA
- AMBATO
- RIOBAMBA

**TIPO DE SUELO:**

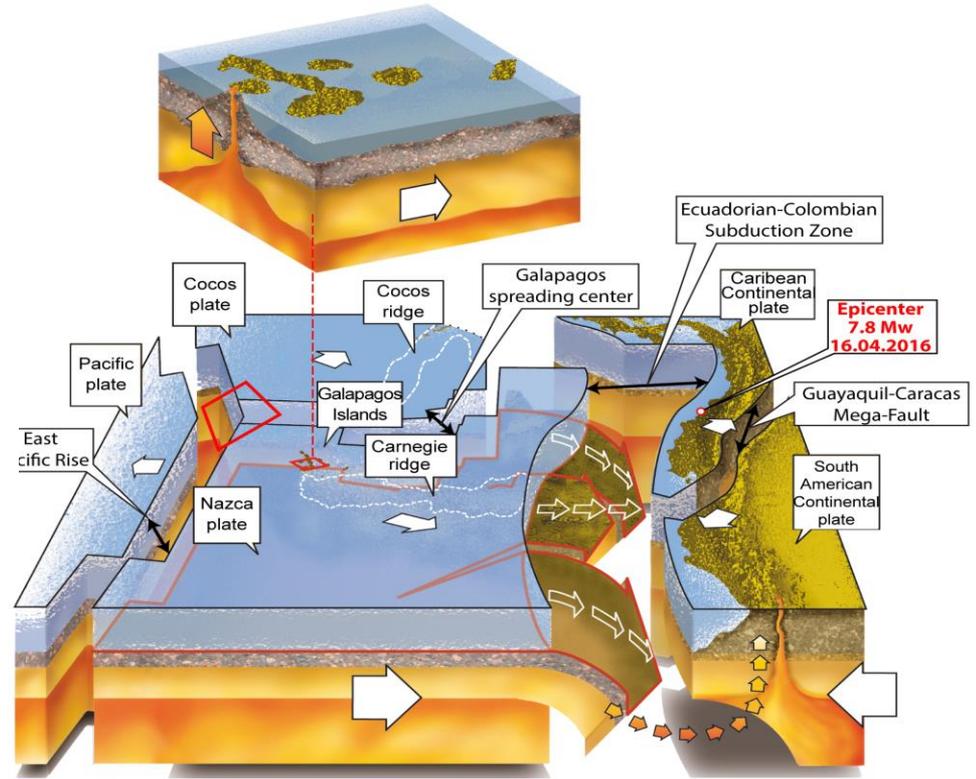
“D”

- Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante

- Depósitos coluviales
- Depósitos glaciares
- Cangahua



# Falla Transcurrente



# Sismos en el Ecuador

Antes



Latacunga

Riobamba

Ambato

Después



## Planteamiento del problema

- Investigaciones de desempeño sísmico de estructuras de escuelas y colegios, han llegado a la conclusión de la necesidad de refuerzo.
- Unidades Educativas y Universidades son las más propensas a generar pérdidas humanas en masa y pérdidas económicas a gran escala.

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas del Ecuador?

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### **Objetivo General**

Realizar la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de Unidades Educativas y Universidades en el Ecuador tomando como referencia a la guía “FEMA P-1000”.

### **Objetivos Específicos**

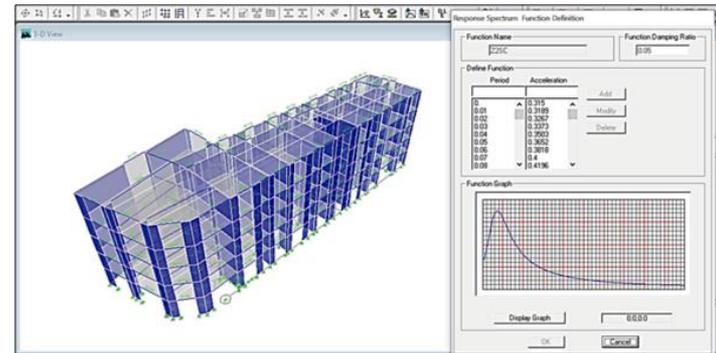
- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en unidades educativas de Latacunga.
- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en unidades educativas de Ambato.
- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en unidades educativas de Riobamba.
- Identificar y determinar el grado de vulnerabilidad y riesgo global correspondiente a cada una de las unidades educativas en las 3 ciudades respectivas.
- Establecer comparaciones entre los resultados obtenidos.

# Métodos de Cálculo

## EXPERIMENTAL



## ANALÍTICO



## EMPÍRICO

Formularios

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
 FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_  
 Other Identifiers: \_\_\_\_\_  
 No. Stories: \_\_\_\_\_ Year Built: \_\_\_\_\_  
 Seismic: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_  
 Total Floor Area (sq. ft.): \_\_\_\_\_  
 Building Name: \_\_\_\_\_  
 Use: \_\_\_\_\_

PHOTOGRAPH

Scale: \_\_\_\_\_

BUILDING TYPE	W1	W2	BASIC SCORE MODIFIERS AND FINAL SCORE, S						W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
			S1	S2	S3	S4	S5	S6										
Open Frame	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Steel Moment Resisting	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Concrete Moment Resisting	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Other	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

FINAL SCORE, S: \_\_\_\_\_

COMMENTS: \_\_\_\_\_

Detailed Evaluation Required: YES NO

TIPO DE ESTRUCTURA	CLASE DE VULNERABILIDAD					
	A	B	C	D	E	F
<b>Mampostería</b>						
Cascotes. Piedras del campo	○					
Adobe (adillos de barro)	○					
Piedras pequeñas, sencillas	○					
Piedra grandes, masivas		○				
No reforzada con unidades de piedra manufacturadas		○				
No reforzada con forjados de Hierro/Hierro armado		○				
Reforzada o confinada		○				
<b>Hormigón Armado</b>						
Estructura sin diseño sismorresistente		○				
Estructura con un nivel moderado de diseño sismorresistente		○				
Estructura con un nivel alto de diseño sismorresistente		○				
<b>Muros</b>						
Muros sin diseño sismorresistente		○				
Muros con un nivel moderado de diseño sismorresistente		○				
Muros con un nivel alto de diseño sismorresistente		○				
<b>Madera</b>						
Estructuras Méticas		○				
Estructuras de Madera		○				

○ Clase de vulnerabilidad más probable.      ◻ Rango probable  
 ◻◻◻ Rango de casos excepcionales menos probables





## Safer, Stronger, Smarter: A Guide to Improving School Natural Hazard Safety

FEMA P-1000 / June 2017



Gua para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades educativas localizadas  
en la parroquia de Sangolquí, basada en la guía FEMA P-1000. Estudio de caso.

Ballesteros Salazar, Kevin Sebastián y Calzaguano Montero, Diego German

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Trabajo de titulación, previo al título de Ingeniero Civil

Ing. Haro Báez, Ana Gabriela PhD

17 de agosto del 2020



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA)

## Riesgos, desastres y emergencias



# ***Grupos de Vulnerabilidad GV1, GV2 y GV3***

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje</b>
<i>GA</i>	Representa una vulnerabilidad baja	20
<i>GB</i>	Representa una vulnerabilidad media	40
<i>GC</i>	Representa una vulnerabilidad alta	60
<i>GD</i>	Representa una vulnerabilidad muy alta	80

## PUNTAJE BASE

Rango de año	Desempeño estructural	Puntaje base
Después del año 2015 (NEC 15)	Buen desempeño	12,5
Entre 2000-2014 (CEC 2000)	Moderado desempeño	22,5
Entre 1977-1999 (CEC 77)	Deficiente desempeño	45
Antes del año 1977 (sin normativa)	Nulo desempeño	55

## ***Grupo de Vulnerabilidad (GV1)***

Número de pisos

Tipo de edificio FEMA

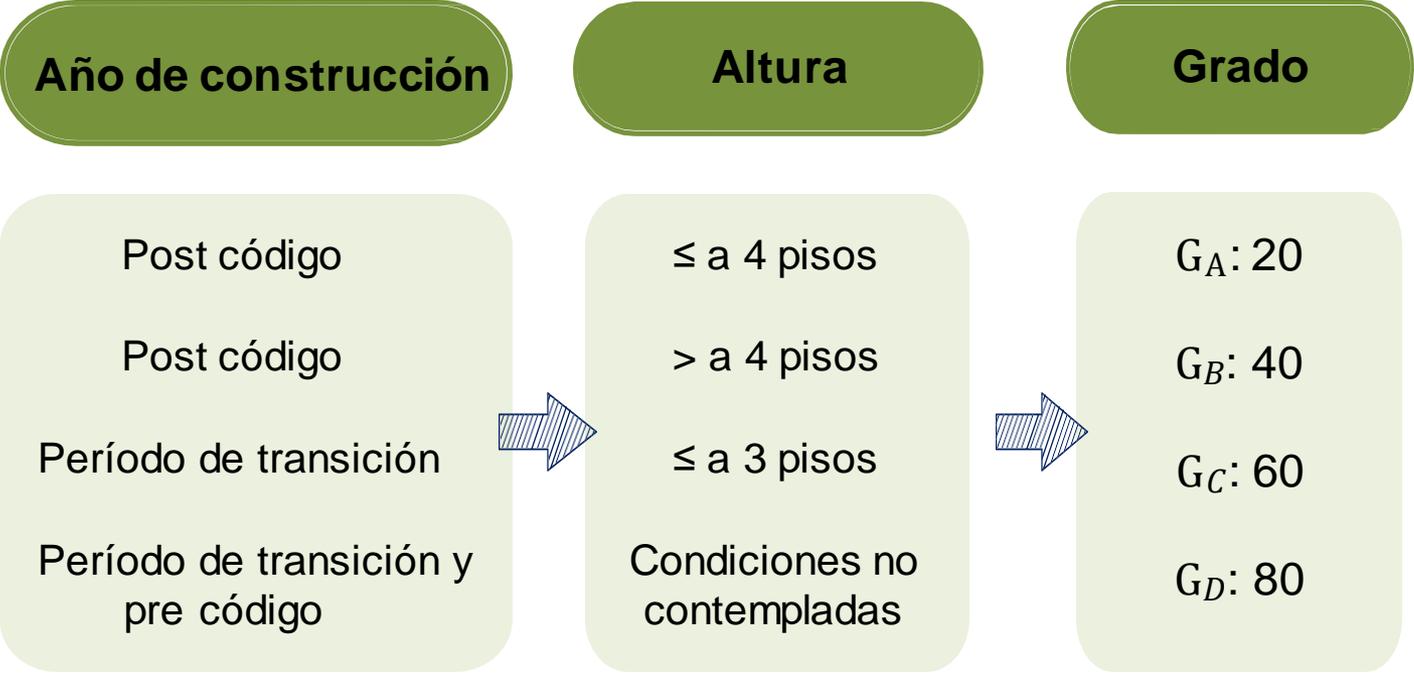
Condición de golpeteo

Condición de Adyacencia

Tipo de suelo



## Número de Pisos



## Tipo de edificio FEMA

<b><math>G_A: 20</math></b>	W1
<b><math>G_B: 40</math></b>	S1, S3
<b><math>G_C: 60</math></b>	S2, S4, S5, C2
<b><math>G_D: 80</math></b>	C1, C3, PC, RM, URM, MX

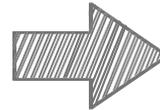


## Condición de golpeteo

$$\text{Espacio de separación mínima} = \Delta(p) * 5 \text{ cm}$$

### Condición

- Sin presencia de edificios cercanos
- Separación mayor a la mínima
- Separación igual o menor a la mínima
- Ausencia de juntas entre edificaciones



### Grado

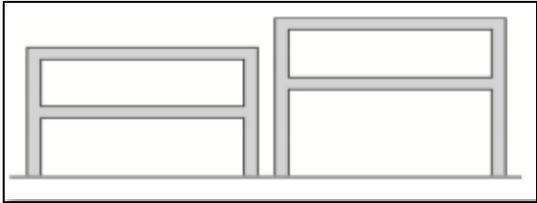
- $G_A: 20$
- $G_B: 40$
- $G_C: 60$
- $G_D: 80$



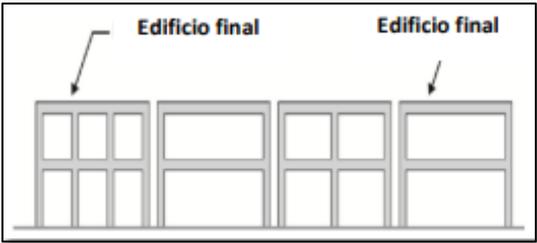
## Condición de adyacencia

Sin presencia de edificios adyacentes

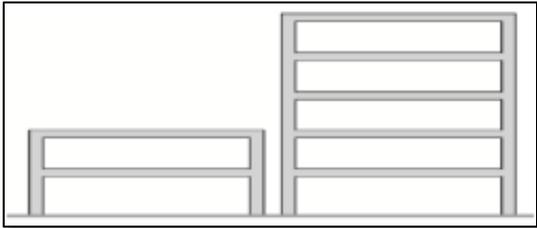
**$G_A: 20$**



**$G_C: 60$**



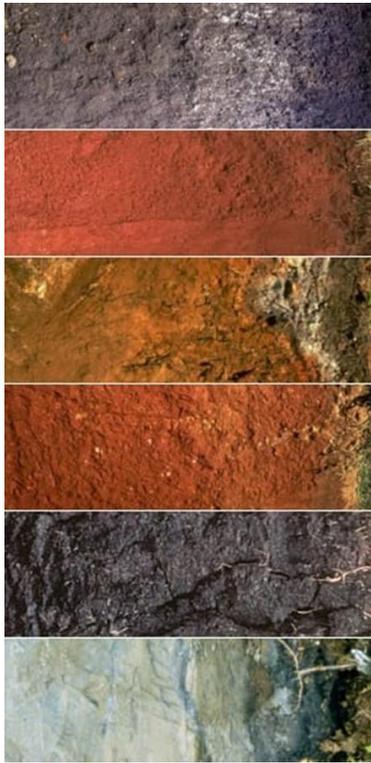
**$G_B: 40$**



**$G_D: 80$**

## Tipo de Suelo

<b><math>G_A: 20</math></b>	A y B
<b><math>G_B: 40</math></b>	C
<b><math>G_C: 60</math></b>	D
<b><math>G_D: 80</math></b>	E y F



# ***Grupo de Vulnerabilidad (GV2)***

Relación Largo-Ancho

Irregularidad en Planta

Irregularidad en Elevación

Ampliaciones Verticales y Horizontales

Patologías en Sistemas Estructurales

Patologías en Losas de Entrepiso y Cubiertas

Patologías en Paredes



## Relación Largo - Ancho

### Condición

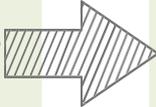
### Grado

La edificación posee una relación largo ancho menor a 4

La edificación posee una relación largo ancho menor a 4, uno de sus longitudes es próxima a 30m.

La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4

La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.



$G_A : 20$

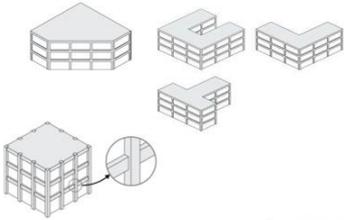
$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$

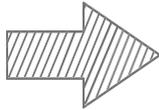


# Irregularidades en Planta



## Condición

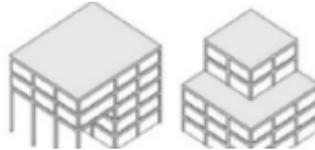
La edificación es regular  
 La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas. Abertura en diafragmas  
 La edificación presenta: esquinas reentrantes  
 La edificación presenta: Torsión. Sistemas no paralelos



## Grado

$G_A : 20$   
 $G_B : 40$   
 $G_C : 60$   
 $G_D : 80$

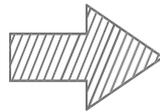
# Irregularidades en Elevación



## Condición

## Grado

- La edificación es regular
- La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o niveles divididos.
- La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o retroceso en el plano o pared de sótano sin refuerzo.
- La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando / débil o Retroceso fuera del plano



- $G_A : 20$
- $G_B : 40$
- $G_C : 60$
- $G_D : 80$

## Ampliaciones Verticales



### Condición

Estructura no presenta ampliaciones

Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Uno o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción.

Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo.

Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo.

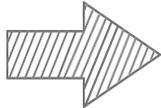
### Grado

$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$



## Ampliaciones Horizontales



### Condición

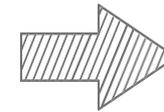
### Grado

Estructura no presenta ampliaciones

Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas.

Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo

Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$

# Patologías en Sistemas Estructurales

**Hormigón armado y mampostería**

- Fisuras
- Fracturas
- Grietas

**Estructura metálica**

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Corrosión localizada	Corrosión por picadura (pitting)	Corrosión uniforme, par galvánico (soldaduras, placas),
	Aireación diferencial	Juego de uniones, efecto de fatiga
	Erosión por abrasión	
	Efectos de fuego	

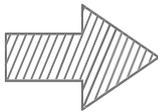
**Estructura de madera**

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Degradación leve de la madera	Degradación parcial de la madera	Degradación grave de madera
Pudrición leve de madera	Pudrición parcial de madera	Pudrición grave de madera
		Juego de uniones
		Efecto de fuego en madera
		Humedad en madera

# Patología en Vigas

## Condición

- Vigas sin presencia de patologías
- Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera)
- Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afecciones tipo II (metálica o madera)
- Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas



## Grado

- $G_A : 20$
- $G_B : 40$
- $G_C : 60$
- $G_D : 80$

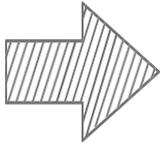


# Patologías en Columnas

## Condición

## Grado

Columnas sin presencia de patologías.  
Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)  
Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)  
Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera)



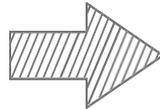
$G_A : 20$   
 $G_B : 40$   
 $G_C : 60$   
 $G_D : 80$



## Patologías en Losas

### Condición

Losas sin presencia de patologías  
 Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)  
 Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)  
 Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa



### Grado

$G_A : 20$   
 $G_B : 40$   
 $G_C : 60$   
 $G_D : 80$



# Patología en Paredes

## Condición

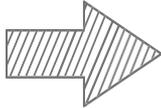
## Grado

Paredes sin presencia de patologías.

Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (laminas metálicas y de madera).

Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (laminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.

Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (laminas metálicas y de madera)



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$



# ***Grupo de Vulnerabilidad (GV3)***

Elementos no estructurales exteriores

Elementos no estructurales interiores

Estado de conservación de la edificación

Estado de conservación de cubiertas

Puertas de salida o de emergencia

Ventanas

Accesibilidad inclusiva



## Elementos no estructurales Exteriores

### Condición

### Grado

No hay presencia de elementos no estructurales altos.

Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.

Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.

Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$



## Elementos no estructurales Interiores

### Condición

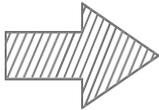
### Grado

Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación.

Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación.

Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación.

Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico



$G_A: 20$

$G_B: 40$

$G_C: 60$

$G_D: 80$



## Estado de conservación de la Edificación

### Condición

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Deficiente



### Grado

- $G_A : 20$
- $G_B : 40$
- $G_C : 60$
- $G_D : 80$



# Estado de conservación de la Cubierta

## Condición

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Deficiente



## Grado

- $G_A : 20$
- $G_B : 40$
- $G_C : 60$
- $G_D : 80$



# Puertas de Salida o de Emergencia

## Condición

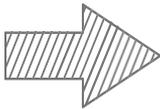
## Grado

75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos

50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos

25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos

0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$



# Ventanas

## Condición

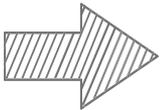
## Grado

75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados.

50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados.

25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados.

0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$



# Accesibilidad Inclusiva

## Condición

## Grado

- Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva.
- Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva.
- En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva.
- No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva.



- $G_A : 20$
- $G_B : 40$
- $G_C : 60$
- $G_D : 80$



Puntaje de Grado de Vulnerabilidad

$$V = GV + P.Base$$

I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
<b>Gv1</b>	0,225	0,225	0,225	0,1875
<b>Gv2</b>	0,1125	0,1125	0,113	0,0938
<b>Gv3</b>	0,0375	0,0375	0,038	0,0313

## Grado de Vulnerabilidad (V)

Rango	Grado de Vulnerabilidad (V)	Observaciones
<b>60 &lt; valor ≤ 80</b>	Alto	Debe realizarse un análisis estructural.
<b>40 &lt; valor ≤ 60</b>	Medio	Evaluar mediante FEMAP-154, para descartar o confirmar la realización de un análisis estructural.
<b>20 &lt; valor ≤ 40</b>	Bajo	Tomar las recomendaciones emitidas por los evaluadores.

## Elemento del Terreno (E)

Factor de incidencia por uso				
Uso	Población de la edificación			
	de 1 a 10	de 10 a 50	de 50 a 100	más de 100
Enfermería	5	5	5	5
Aulas/Dormitorios	3	4	5	6
Laboratorios o dormitorios	3	4	5	6
Oficinas	3	4	5	N/A
Comedor	2	4	5	N/A
Baños	2	3	N/A	N/A
Bodega	1	N/A	N/A	N/A
Coliseo	N/A	4	5	6

## Grado de capacidad de respuesta (Cr)

### Condición

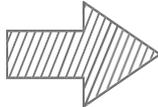
### Grado

Cumple satisfactoriamente, elaborado e implementado

Parcial, aceptable, elaborado, pero no implementado

En proceso, escaso, mínimo, existe, pero es deficiente

No cumple, no ha sido planificado, no elaborado, está junto al factor de riesgo



$G_A : 20$

$G_B : 40$

$G_C : 60$

$G_D : 80$

Rango	Grado de Capacidad (Cr)	Observaciones
$20 < \text{valor} \leq 40$	Bajo	Mantener el POE. Reuniones esporádicas
$40 < \text{valor} \leq 60$	Medio	Reformular aspectos relevantes POE
$60 < \text{valor} \leq 80$	Alto	Reformular completamente o crear POE

## Nivel de Exposición de la Amenaza (NE)

Muy alta (AMA).	➡	1.00
Alta (AA).	➡	0.83
Moderada-alta (AM2).	➡	0.50
Moderada (AM).	➡	0.25
Baja (AB).	➡	0.17

## Vulnerabilidad Total

$$V_{total} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i E_i}{\sum_{i=1}^n E_i}$$

## Coeficiente de capacidad

$$\text{Si } Cr \leq 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (V + 240)}{48000}$$

$$\text{Si } Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$$

## Riesgo Global

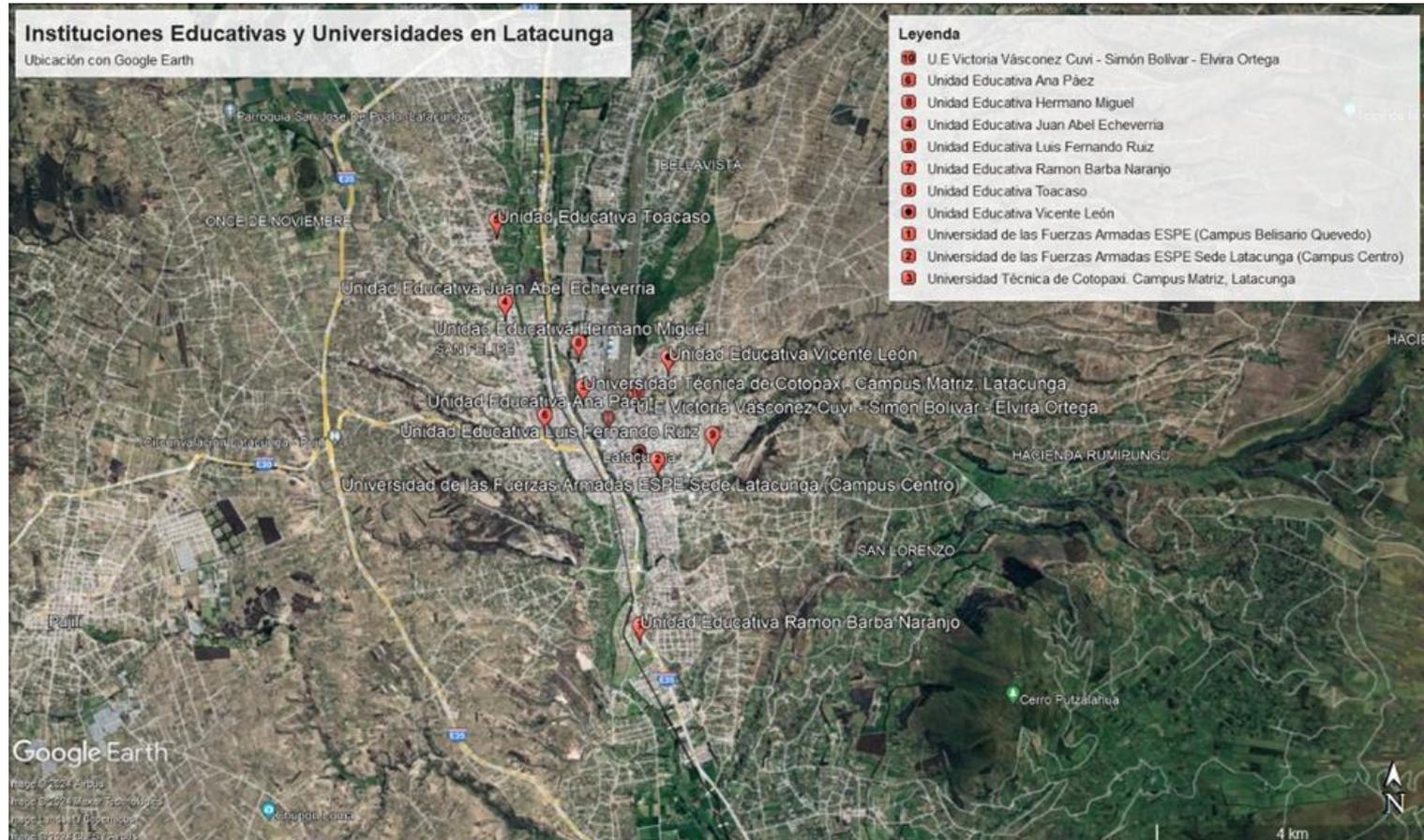
$$Rg = \frac{V_{total}}{C} * NE$$

## Riesgo Global

Nivel de Riesgo Global	Estimación del Riesgo Global	Categoría
$R_g \leq 15$	Bajo	A
$15 < R_g \leq 30$	Moderado	B
$30 < R_g \leq 45$	Moderado Alto	C
$45 < R_g \leq 75$	Alto	D
$75 < R_g \leq 100$	Muy Alto	E

## RESULTADOS LATACUNGA

### Mapa de Ubicación de las Unidades Educativas y Universidades Evaluadas en Latacunga



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# LATACUNGA

## Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo

Datos generales			
<b>Nombre de la Unidad Educativa:</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo		
<b>Dirección:</b>	Parroquia Belisario Quevedo calle Cesar León		
		Este	Norte
	Bloque 1	768902.15 m	9889717.47 m
	Bloque 2	768929.78 m	9889606.57 m
<b>Coordenadas</b>	Bloque 3	769054.06 m	9889569.97 m
	Bloque 4	769056.66 m	9889543.51 m
	Bloque 5	768643.76 m	9889597.80 m
	Bloque 6	768997.82 m	9889730.58 m
<b>Fecha de evaluación:</b>	12/09/2023		<b>N° de Edificios:</b> 11
<b>Cota de Construcción aproximada</b>	Bloques del 1 - 6	2820 msnm	<b>Jornada:</b> Matutina y Vespertina

## Identificación del terreno

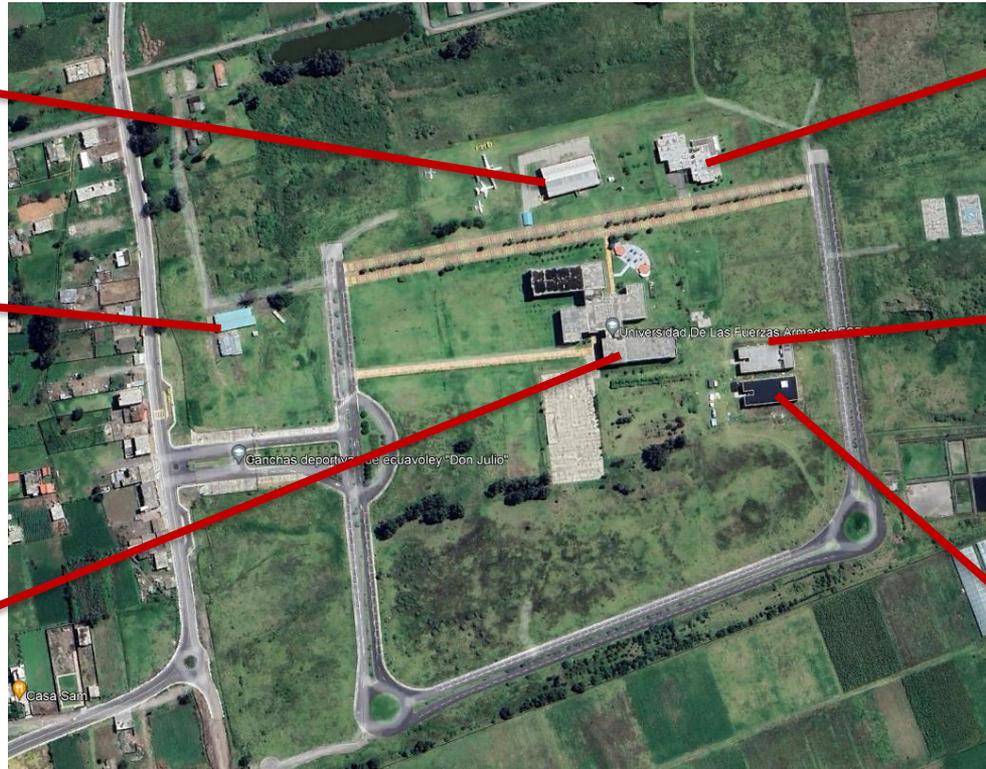
**E1**  
Laboratorio  
de Autotrónica

**E5**  
Laboratorio  
de Mecánica  
Aeronáutica

**E2**  
Aulas

de

de



**E6**  
Aulas

**E3**  
Laboratorio  
de  
Eléctrica, Electrónica y  
Telecomunicaciones

**E4**  
Laboratorio  
de  
Eléctrica,  
Electrónica y Telecom  
unicaciones



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## E1 - Laboratorio de Autotrónica



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



*Respuestas formulario FEMA P-1000 edificio E1 Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo*

	<b>Pregunta</b>	<b>GA</b>	<b>GB</b>	<b>GC</b>	<b>GD</b>
1	Año de construcción		X		
2	Número de pisos	X			
3	Tipo de Edificio FEMA			X	
4	Condición de golpeteo			X	
5	Condición de adyacencia	X			
6	Tipo de perfil de Suelo			X	
7	Relación Largo Ancho	X			
8	Irregularidades en planta	X			
9	Irregularidades en elevación	X			
10	Ampliaciones verticales	X			
11	Ampliaciones Horizontales	X			
12	Patologías en Vigas	X			
13	Patologías en columnas	X			
14	Patologías en losas	X			
15	Patología en paredes	X			
16	Elementos no estructurales exteriores			X	
17	Elementos no estructurales interiores	X			
18	Estado de conservación de la edificación	X			
19	Estado de conservación de cubiertas	X			
20	Puertas de salida, o de emergencia	X			
21	Ventanas	X			
22	Accesibilidad inclusiva	X			

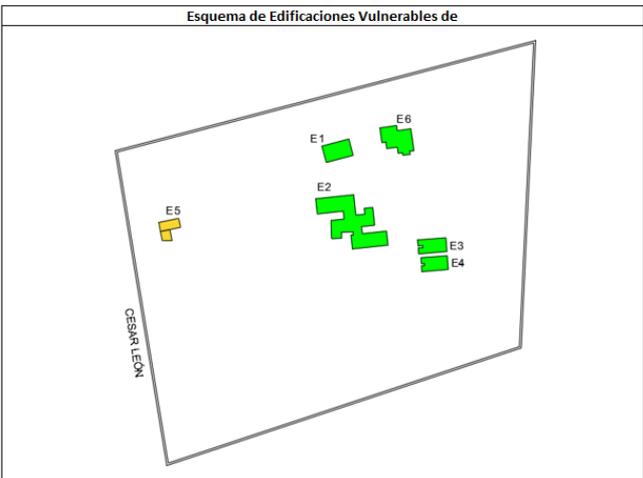
## Cálculo de Vulnerabilidad por edificio

VULNERABILIDAD				
PUNTAJE BASE =				22,5
I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
GV1	0,225	0,225	0,1875	
GV2	0,1125	0,113	0,0938	
GV3	0,0375	0,038	0,0313	
V = Puntaje Base +GV				
V = <b>33,81</b>				
		<b>GV1</b>	<b>I</b>	
		36,00	x 0,225	= <b>8,10</b>
		<b>GV2</b>	<b>I</b>	
		20,00	x 0,1125	= <b>2,25</b>
		<b>GV3</b>	<b>I</b>	
		25,71	x 0,0375	= <b>0,96</b>
GV =				<b>11,31</b>
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-	
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-	
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	X	



- Determinación de Vulnerabilidad Total**

Edificio	Uso	V		Elemento de Terreno		V Total
E1	Laboratorio	33,81	Baja	6	5,64	<b>39,16</b>
E2	Aulas	35,89	Baja	6	5,98	
E3	Laboratorio	36,11	Baja	6	6,02	
E4	Laboratorio	35,86	Baja	6	5,98	
E5	Laboratorio	58,50	Media	6	9,75	
E6	Laboratorio	34,78	Baja	6	5,80	
		<b>234,95</b>		<b>36</b>	<b>39,16</b>	



- Cálculo de Capacidad de Respuesta**

Capacidad de Respuesta [Cr= 68]			
60 < Cr < 80	<b>Alto</b>	Mantener el POE. Reuniones esporádicas	<b>X</b>
40 < Cr < 60	<b>Medio</b>	Reformular aspectos relevantes POE	
20 < Cr < 40	<b>Bajo</b>	Reformular completamente o crear POE	

- **Determinación de Riesgo Sísmico**

V=	39.16
Cr=	68.0

$$\text{Si } Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$$

$$NE = 1,00$$

$$C = 0.98$$

$$Rg = \frac{V_{total}}{C} * NE$$

$$Rg = 40.08$$

- **Determinación de Riesgo Sísmico**

Categoría D con una estimación del riesgo global moderado alto

### Vulnerabilidad total en instituciones de Latacunga

Vulnerabilidad total en instituciones de Latacunga

	Alta	Media	Baja
N° de Instituciones	3	7	1
Porcentaje	27,27%	63,64%	9,09%



### Categoría de riesgo global en instituciones de Latacunga

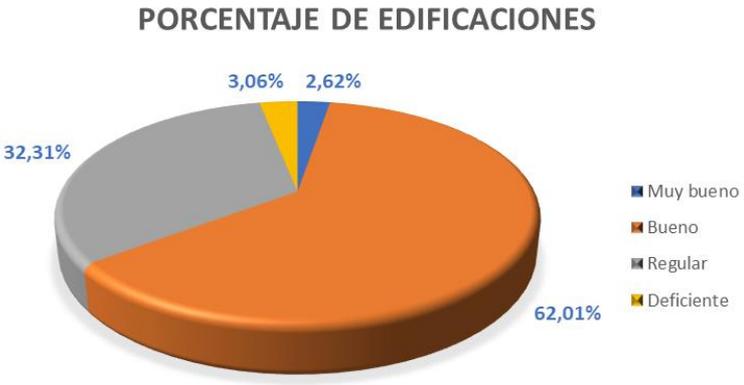
Categoría

	C	D
N° de Instituciones	1	11
Porcentaje	9,09%	90,91%



### Estado de conservación de edificaciones en Latacunga

	Estado de conservación de las edificaciones			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
<b>N° de Edificios</b>	6	142	74	7
<b>Porcentaje</b>	2,62%	62,01%	32,31%	3,06%



### Puertas de salida o emergencia de edificaciones en Latacunga

	Puertas de salida, o de emergencia y ventanas	
	Cumple	No cumple
<b>N° de Edificios</b>	30	199
<b>Porcentaje</b>	13,10%	86,90%



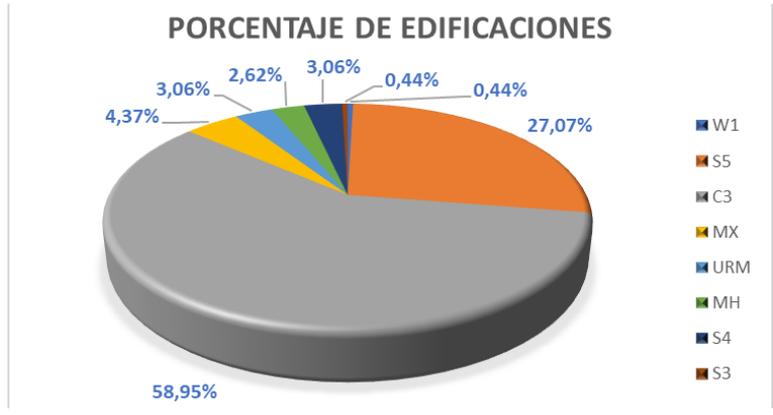
### Año de construcción de edificaciones en Latacunga

	Año de Construcción			
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma
<b>N° de Edificios</b>	12	84	98	35
<b>Porcentaje</b>	5,24%	36,68%	42,79%	15,28%



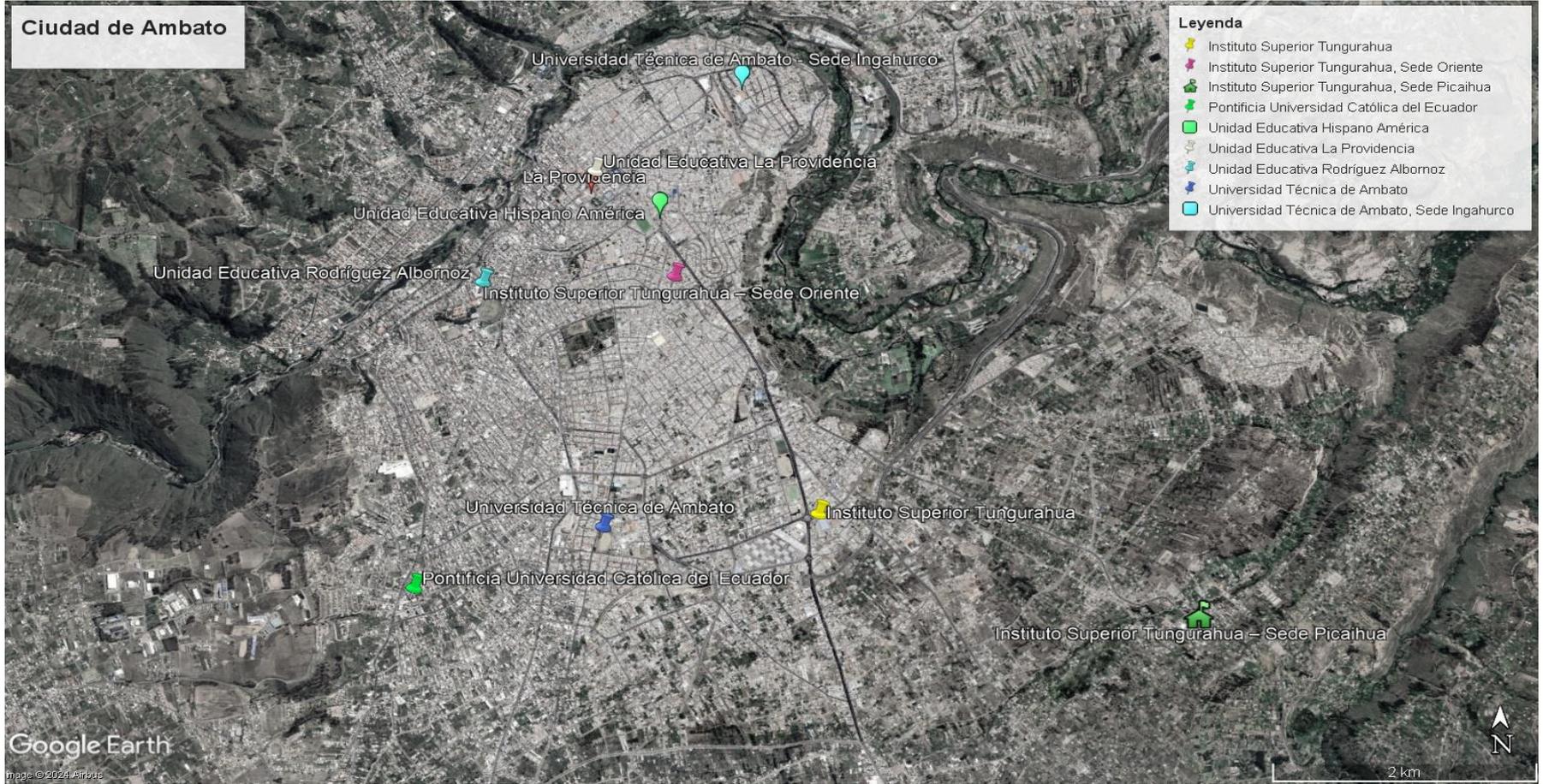
### Porcentaje de tipo de estructura FEMA en Latacunga

	Tipo de estructura							
	W1	S3	S4	S5	C3	MX	URM	MH
<b>N° de Edificios</b>	1	1	7	62	135	10	7	6
<b>Porcentaje</b>	0,44%	0,44%	3,06%	27,07%	58,95%	4,37%	3,06%	2,62%



# RESULTADOS AMBATO

## Mapa de Ubicación de las Unidades Educativas y Universidades evaluadas en Ambato



Nombre de la Unidad Educativa	Este [m]	Norte [m]	Altitud [m]
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	762776.50	9859066.86	2779
Universidad Técnica de Ambato	764208.42	9859556.85	2729
Universidad Técnica de Ambato - Sede Ingahurco	765264.50	9863465.76	2541
Instituto Superior Tungurahua	765812.35	9859687.01	2666
Instituto Superior Tungurahua –Sede Picaibo	768750.29	9858797.27	2590
Instituto Superior Tungurahua –Sede Oriente	764713.65	9861719.91	2635
Unidad Educativa Hispano América	764629.93	9862327.97	2616
Unidad Educativa La Providencia	764112.45	9862627.17	2580
Unidad Educativa Rodríguez Albornoz	763256.11	9861668.52	2639

# AMBATO

## *Datos Generales "Pontificia Universidad Católica del Ecuador"*

---

### Datos generales

---

<b>Nombre de la Unidad</b>	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
<b>Educativa:</b>			
<b>Dirección:</b>	Av. Manuelita Sáenz y Av. Ernesto López. Ambato EC180207		
<b>Sitio de referencia:</b>	Complejo Judicial de Ambato		
<b>Coordenadas</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	
	762776.50	9859066.86	
<b>Fecha de evaluación:</b>	10/ 11/2023	<b>N° de Edificios:</b>	9
<b>Cota de Construcción</b>	2779msnm	<b>Jornada:</b>	Matutina y
<b>aproximada</b>			Vespertina

---

*Respuestas formulario FEMA P-1000 edificio E1 de la "Pontificia Universidad Católica del Ecuador"*

	<b>Pregunta</b>	<b>GA</b>	<b>GB</b>	<b>GC</b>	<b>GD</b>
<b>1</b>	Año de construcción	X			
<b>2</b>	Número de pisos	X			
<b>3</b>	Tipo de Edificio FEMA	X			
<b>4</b>	Condición de golpeteo	X			
<b>5</b>	Condición de adyacencia	X			
<b>6</b>	Tipo de perfil de Suelo	X			
<b>7</b>	Relación Largo Ancho	X			
<b>8</b>	Irregularidades en planta	X			
<b>9</b>	Irregularidades en elevación	X			
<b>10</b>	Ampliaciones verticales	X			
<b>11</b>	Ampliaciones Horizontales	X			
<b>12</b>	Patologías en Vigas	X			
<b>13</b>	Patologías en columnas	X			
<b>14</b>	Patologías en losas	X			
<b>15</b>	Patología en paredes	X			
<b>16</b>	Elementos no estructurales exteriores	X			
<b>17</b>	Elementos no estructurales interiores	X			
<b>18</b>	Estado de conservación de la edificación	X			
<b>19</b>	Estado de conservación de cubiertas	X			
<b>20</b>	Puertas de salida, o de emergencia	X			
<b>21</b>	Ventanas	X			
<b>22</b>	Accesibilidad inclusiva	X			

## Cálculo de Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				
PUNTAJE BASE =		22,5		
I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
GV1	0,225	0,225	0,1875	
GV2	0,1125	0,113	0,0938	
GV3	0,0375	0,038	0,0313	

<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: right;"><b>GV1</b></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40,00</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">0,225</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">= <b>9,00</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><b>GV2</b></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20,00</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">0,1125</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">= <b>2,25</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><b>GV3</b></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">22,86</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">0,0375</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">= <b>0,86</b></td> </tr> </table>	<b>GV1</b>	I		40,00	x	0,225			= <b>9,00</b>	<b>GV2</b>	I		20,00	x	0,1125			= <b>2,25</b>	<b>GV3</b>	I		22,86	x	0,0375			= <b>0,86</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: right;"><b>V</b></td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: left;">Puntaje Base +GV</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><b>V</b></td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;"><b>34,61</b></td> </tr> </table>	<b>V</b>	=	Puntaje Base +GV	<b>V</b>	=	<b>34,61</b>
<b>GV1</b>	I																																	
40,00	x	0,225																																
		= <b>9,00</b>																																
<b>GV2</b>	I																																	
20,00	x	0,1125																																
		= <b>2,25</b>																																
<b>GV3</b>	I																																	
22,86	x	0,0375																																
		= <b>0,86</b>																																
<b>V</b>	=	Puntaje Base +GV																																
<b>V</b>	=	<b>34,61</b>																																

	<b>GV = 12,11</b>
--	-------------------

60 < V ≤ 80	<b>Alto</b>	Realizar análisis estructural detallado	-
40 < V ≤ 60	<b>Medio</b>	Evaluar mediante FEMA P-154	-
20 < V ≤ 40	<b>Bajo</b>	Considerar recomendaciones de esta guía	<b>X</b>

## Cálculo de Capacidad de Respuesta

Capacidad de Respuesta [Cr= 80,00]		
60 < Cr < 80	<b>Alto</b>	Mantener el POE. Reuniones esporádicas X
40 < Cr < 60	<b>Medio</b>	Reformular aspectos relevantes POE
20 < Cr < 40	<b>Bajo</b>	Reformular completamente o crear POE

## Determinación de Riesgo Sísmico

$$Si Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$$

$$NE = 1,00$$

$$C = 1.10$$

$$Rg = \frac{V_{total}}{C} * NE \quad Rg = 51.31$$

## Determinación de Riesgo Sísmico

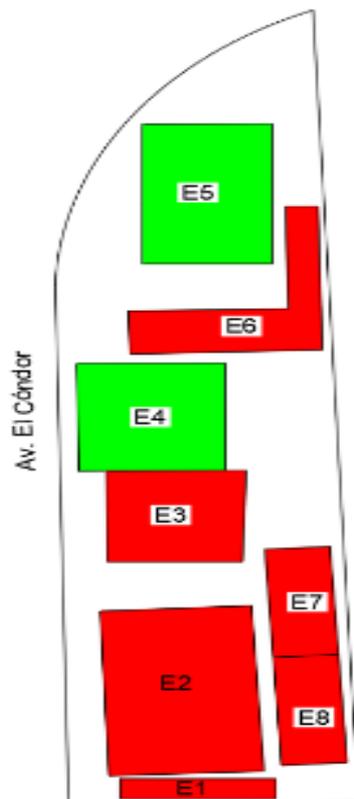
Categoría D con una estimación del riesgo global alto

Edificio	Uso	V		Elemento de Terreno	V Total	
E1	Aulas	34.67	Baja	4	3,46	56,24
E2	Aulas	57.71	Media	6	8,66	
E3	Laboratorio	68.92	Alta	3	5,17	
E4	Aulas	59.18	Media	6	2,28	
E5	Oficinas	57.77	Media	5	8,88	
E6	Aulas	57.13	Media	4	7,22	
E7	Cafetería	57.13	Media	4	5,71	
E8	Enfermería	57.13	Media	4	5,71	
E9	Coliseo	57.13	Media	4	5,71	

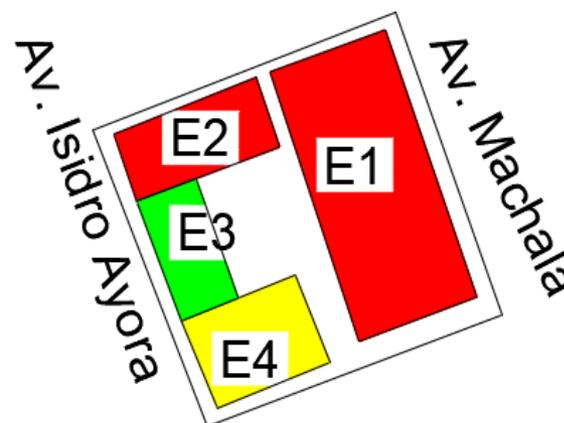


## Determinación de Vulnerabilidad Total

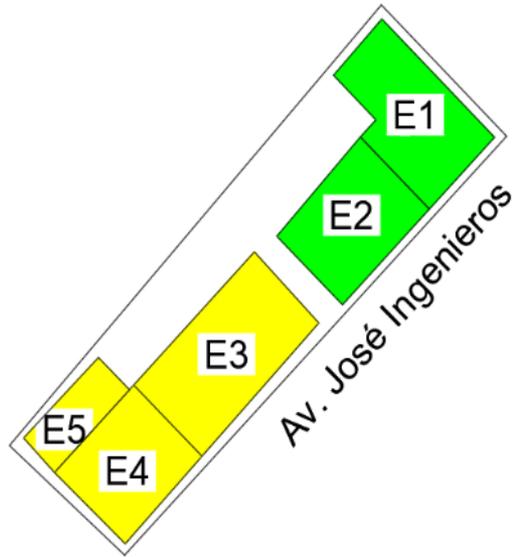
Instituto Superior Tungurahua



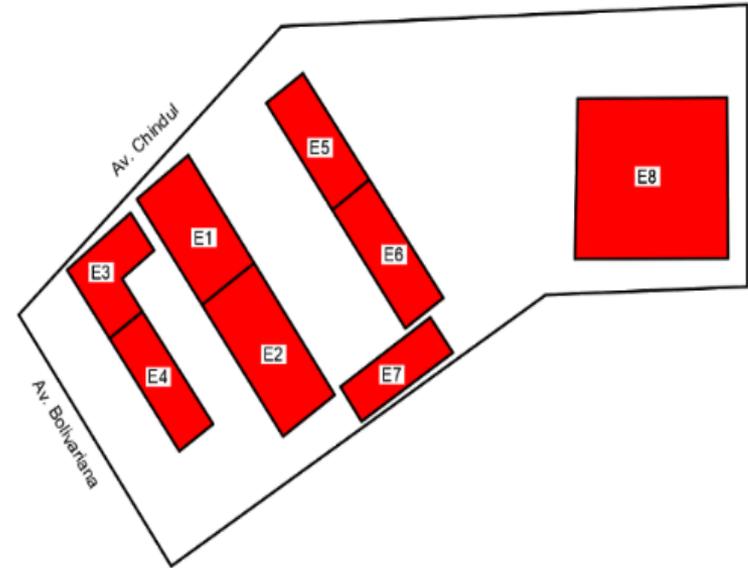
IST - Sede Picaibo



### IST - Sede Oriente



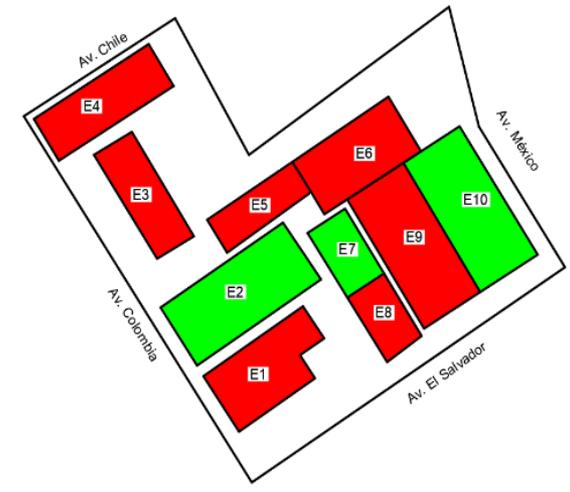
### Unidad Educativa Hispano América



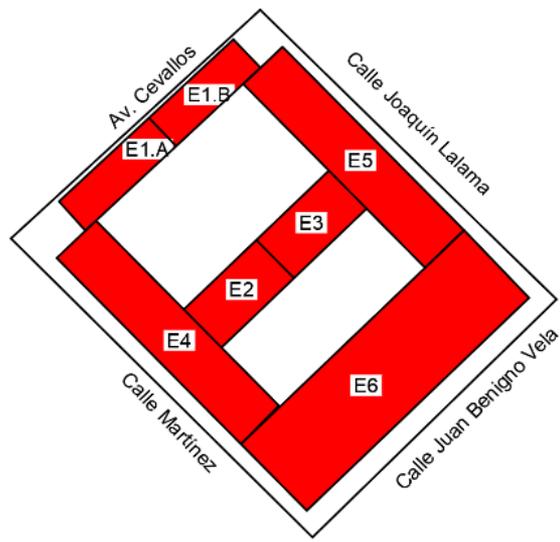
### Universidad Técnica de Ambato



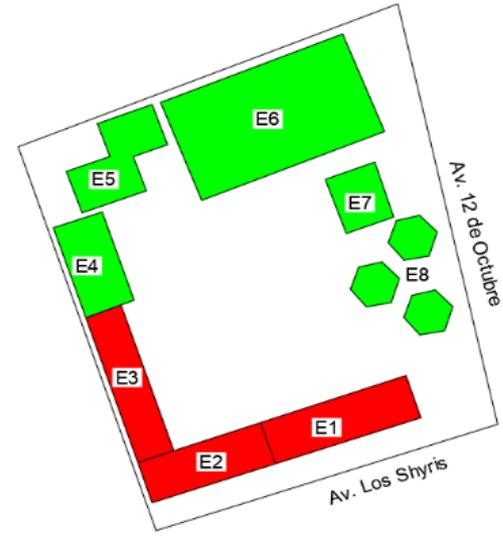
### UTA – Sede Ingahurco



### Unidad Educativa La Providencia



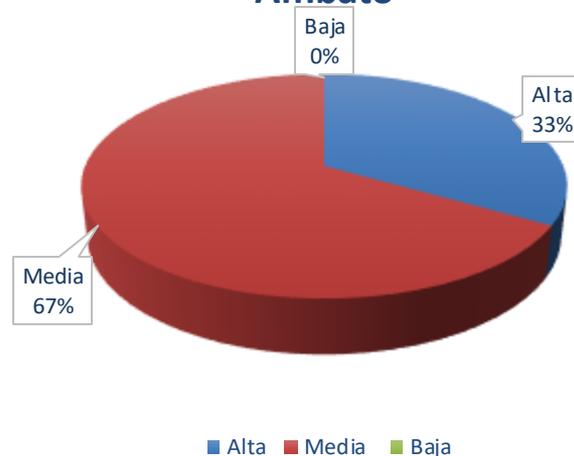
### Unidad Educativa Rodríguez Albornoz



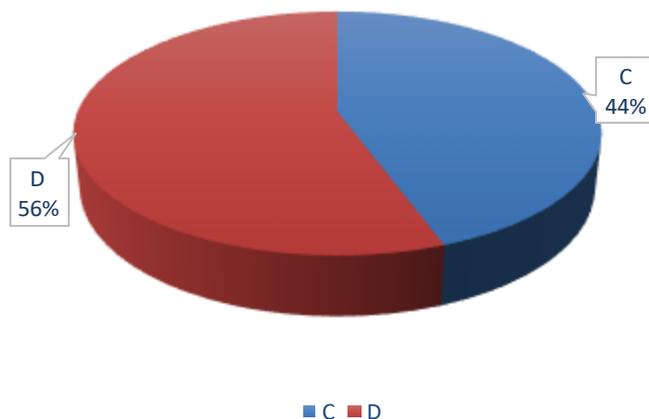
### Vulnerabilidad total de Instituciones de Ambato

	Alta	Media	Baja
<b>N° de Instituciones</b>	3	6	0
<b>Porcentaje</b>	33,33%	66,67%	0,00%

### Vulnerabilidad total de Instituciones de Ambato



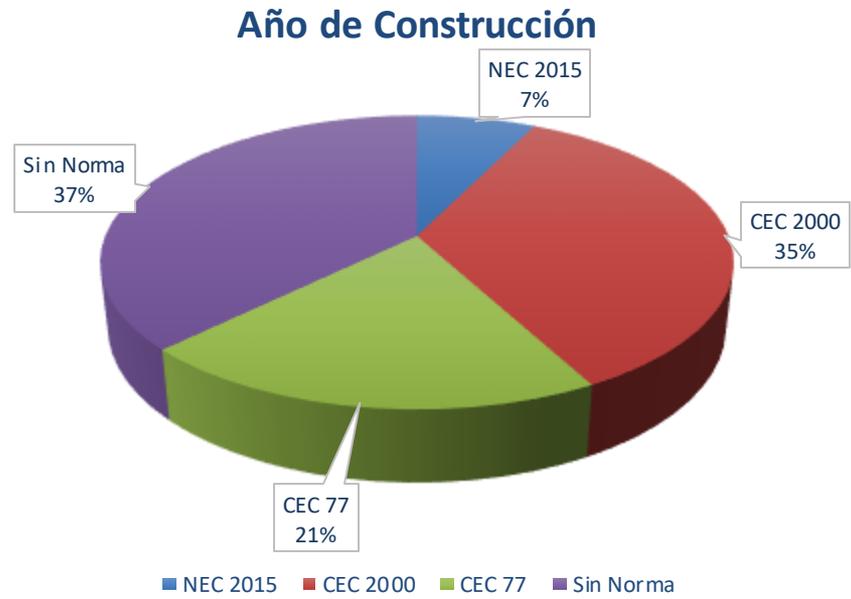
### Categoría de riesgo Global de Ambato



### Categoría de riesgo Global de Ambato

	C	D
<b>N° de Instituciones</b>	4	5
<b>Porcentaje</b>	44,44%	55,56%

	Año de Construcción				
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma	
<b>N° de Edificios</b>		6	29	17	31
<b>Porcentaje</b>	7,23%	34,94%	20,48%	37,35%	

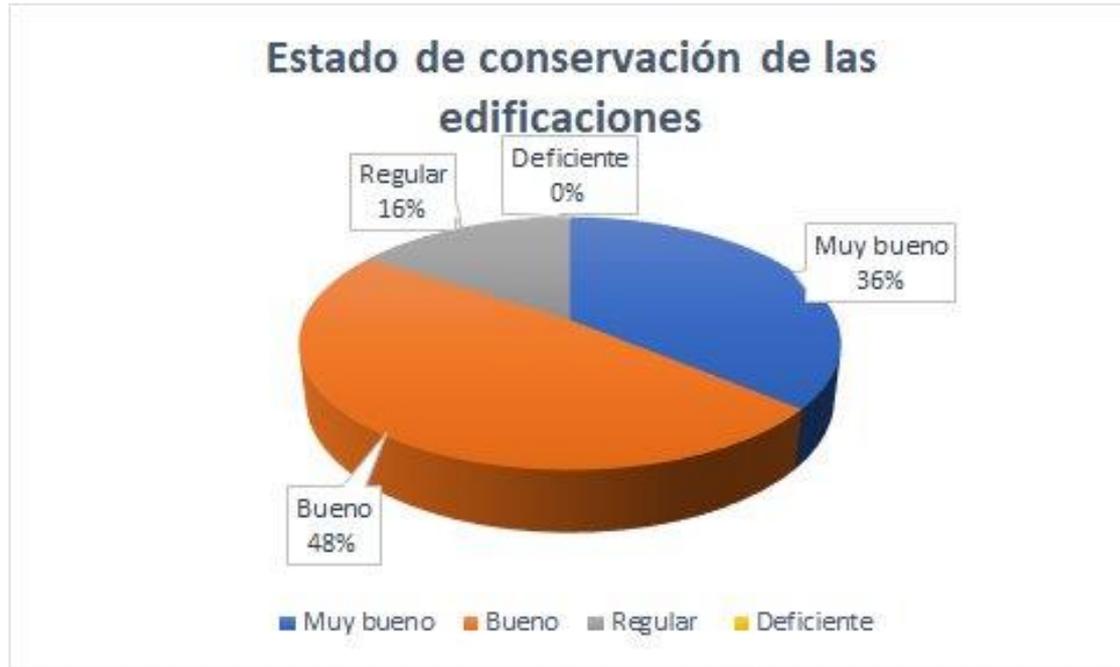


	Tipo de estructura				
	W1	S3	S4	S5	C3
<b>N° de Edificios</b>	8	6	4	25	40
<b>Porcentaje</b>		7,23%	4,82%	30,12%	48,19%



**Estado de conservación de las edificaciones**

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
<b>N° de Edificios</b>	30	40	40	13
<b>Porcentaje</b>	36,14%	48,19%	15,66%	0,00%



**Puertas de salida, o de emergencia y ventanas**

	Cumple	No cumple
<b>N° de Edificios</b>	63	20
<b>Porcentaje</b>	75,90%	24,10%



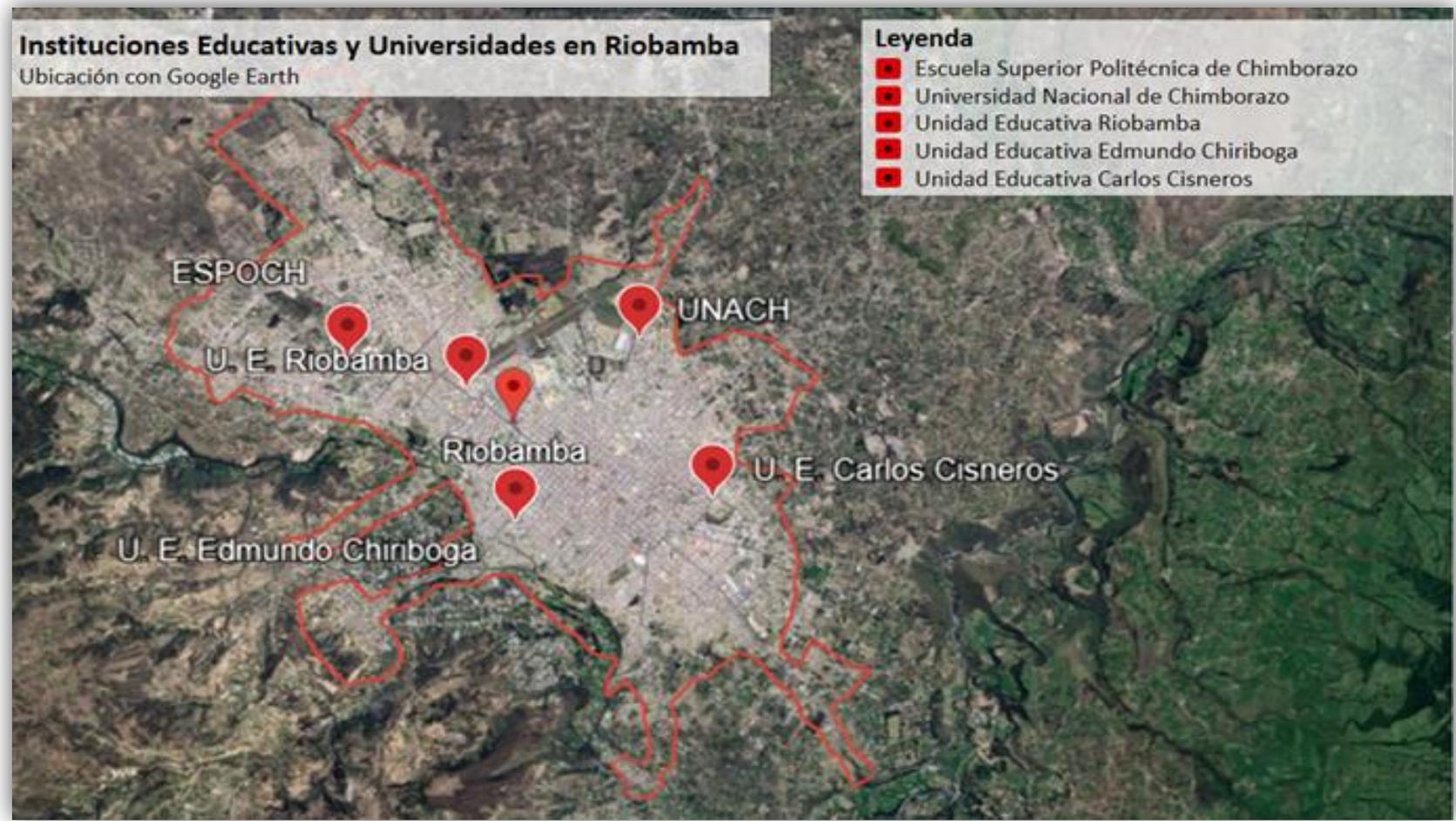
<b>Accesibilidad inclusiva</b>		
	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>N° de Edificios</b>	70	13
<b>Porcentaje</b>	84,34%	15,66%



N°	Nombre de la Unidad Educativa	V total	Cr	C	Rg	Categoría
1	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	56,24	80	1,11	50,62	D
2	Universidad Técnica de Ambato	42,37	80	1,06	40,01	C
3	Universidad Técnica de Ambato - Sede Ingahurco	55,78	80	1,11	53,40	D
4	Instituto Superior Tungurahua	63,91	68,8	1,07	59,80	C
5	Instituto Superior Tungurahua –Sede Picaibo	56,02	68,8	1,04	53,81	D
6	Instituto Superior Tungurahua –Sede Oriente	49,91	68,8	1,02	48,96	D
7	Unidad Educativa Hispano América	68,33	63,2	1,05	66,13	C
8	Unidad Educativa La Providencia	71,91	68	1,09	65,87	D
9	Unidad Educativa Rodríguez Albornoz	45,53	68	0,99	43,87	C

# RESULTADOS DE RIOBAMBA

Mapa de Ubicación de las Unidades Educativas y Universidades evaluadas en Riobamba



## Identificación del terreno



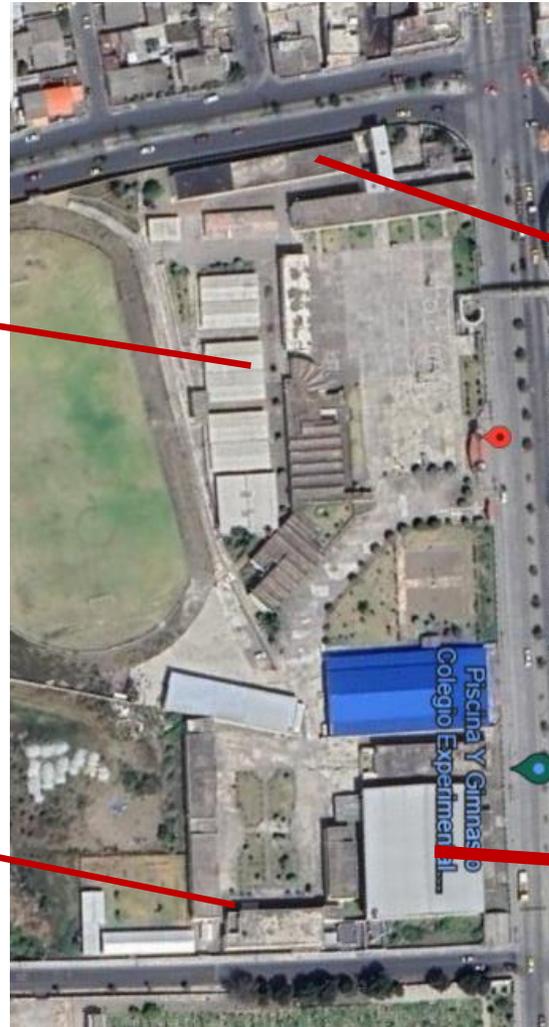
**E13**  
Edificio de aulas



**E19**  
Edificio de aulas



**E1**  
Edificio de aulas y oficinas



**E5**  
Coliseo



*Respuestas formulario FEMA P-1000 edificio E1 U.E. Capitán Edmundo Chiriboga.*

	Pregunta	GA	GB	GC	GD
1	Año de construcción				X
2	Número de pisos				X
3	Tipo de Edificio FEMA		X		
4	Condición de golpeteo	X			
5	Condición de adyacencia	X			
6	Tipo de perfil de Suelo			X	
7	Relación Largo Ancho	X			
8	Irregularidades en planta	X			
9	Irregularidades en elevación	X			
10	Ampliaciones verticales	X			
11	Ampliaciones Horizontales	X			
12	Patologías en Vigas	X			
13	Patologías en columnas	X			
14	Patologías en losas		X		
15	Patología en paredes		X		
16	Elementos no estructurales exteriores	X			
17	Elementos no estructurales interiores	X			
18	Estado de conservación de la edificación			X	
19	Estado de conservación de cubiertas		X		
20	Puertas de salida, o de emergencia		X		
21	Ventanas		X		
22	Accesibilidad inclusiva		X		

## Cálculo de Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				
PUNTAJE BASE =				55
I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
V1	0,225	0,225	0,1875	
V2	0,1125	0,113	0,0938	
V3	0,0375	0,038	0,0313	

<b>GV1</b>	<b>I</b>				
40,00	x	0,1875	=	7,50	
<b>GV2</b>		<b>I</b>			
24,44	x	0,0938	=	2,29	
<b>GV3</b>		<b>I</b>			
37,14	x	0,0313	=	1,16	

V = Puntaje Base +GV	
V = 65,96	GV = 10,96

60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-

## Cálculo de Capacidad de Respuesta

Capacidad de Respuesta [Cr= 63,20]		
60 < Cr < 80	Alto	Mantener el POE. Reuniones esporádicas
40 < Cr < 60	Medio	Reformular aspectos relevantes POE
20 < Cr < 40	Bajo	Reformular completamente o crear POE

## Determinación de Riesgo Sísmico

V=	63.61
Cr=	64.80

$$Si Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$$

$$NE = 1,00$$

$$C = 1,04$$

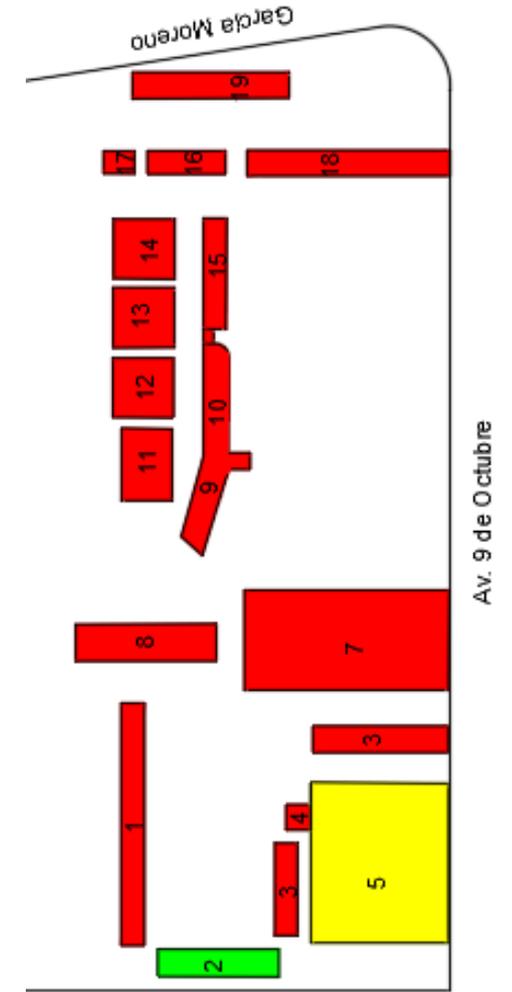
$$Rg = \frac{V_{total}}{C} * NE \quad Rg = 61,02$$

## Determinación de Riesgo Sísmico

Categoría D con una estimación del riesgo global alto

## Determinación de Vulnerabilidad Total

Edificio	Uso	V	Elemento de Terreno	V Total
1	BLOQUE 1 AULAS	65,96	Alta 6 4,40	<b>63,61</b>
2	AUDITORIO	33,84	Baja 6 2,26	
3	BLOQUE 2 AULAS	65,96	Alta 6 4,40	
4	BAÑOS	66,85	Alta 2 1,49	
5	COLISEO	59,15	Media 6 3,94	
6	BLOQUE 3 DE AULAS	65,96	Alta 6 4,40	
7	PISCINA	60,16	Alta 6 4,01	
8	TALLER	68,46	Alta 1 0,76	
9	LABORATORIOS	69,33	Alta 6 4,62	
10	RECTORADO	68,50	Alta 4 3,04	
11	BIBLIOTECA	66,85	Alta 4 2,97	
12	AULAS	66,85	Alta 4 2,97	
13	AULAS	66,85	Alta 4 2,97	
14	ÁREA INGLES	66,85	Alta 4 2,93	
15	BLOQUE 4	65,96	Alta 6 4,46	
16	BAR Y DISPENSARIO	66,85	Alta 5 3,71	
17	BAÑOS	66,85	Alta 2 1,49	
18	BLOQUE 5 DE AULAS	65,96	Alta 6 4,40	
19	BLOQUE 6 DE AULAS	65,96	Alta 6 4,40	

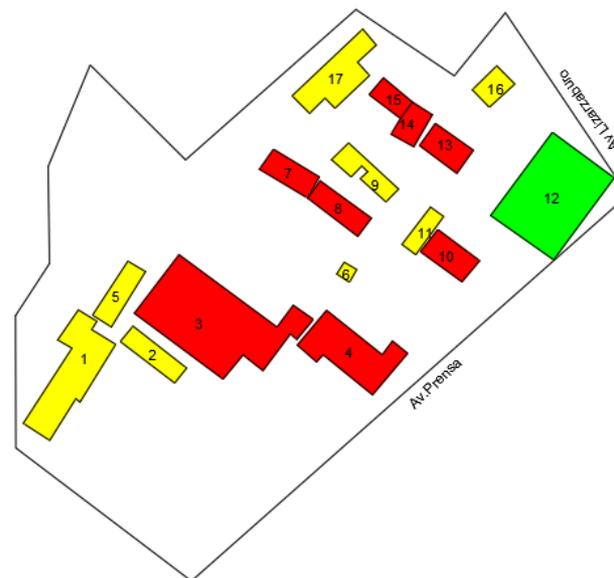


## Determinación de Vulnerabilidad Total

U.E Carlos Cisneros



U. E Riobamba



## Universidad Nacional de Chimborazo



# ESPOCH – Campus completo



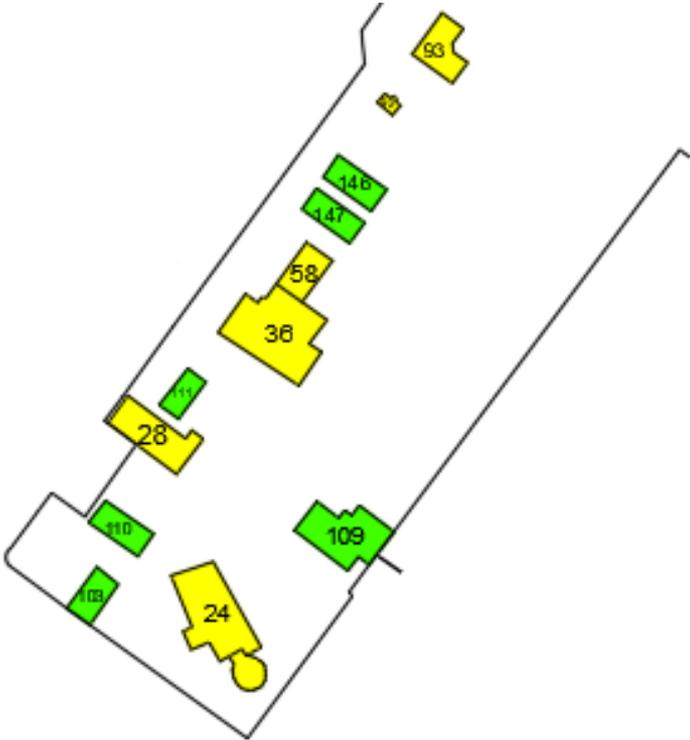
## ESPOCH – Facultad de Administración de Empresas



## ESPOCH – Facultad de Mecánica



# ESPOCH – Facultad de Informática y Electrónica

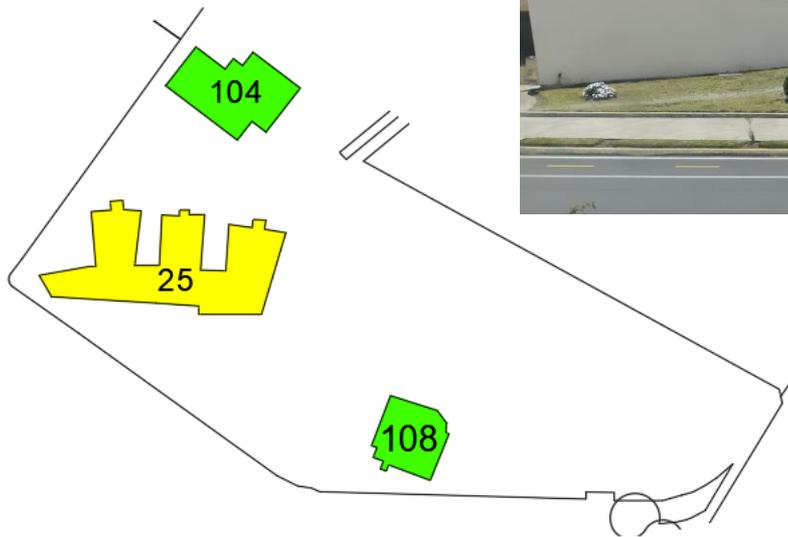


## Determinación de Vulnerabilidad Total

### ESPOCH – Facultad de Ciencias



## ESPOCH – Facultad de Salud Pública



## ESPOCH - Facultad de Ciencias Pecuarias

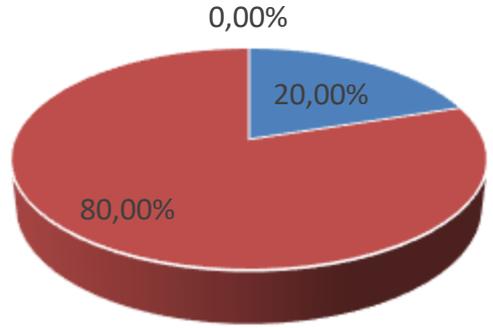


# Determinación de Vulnerabilidad Total

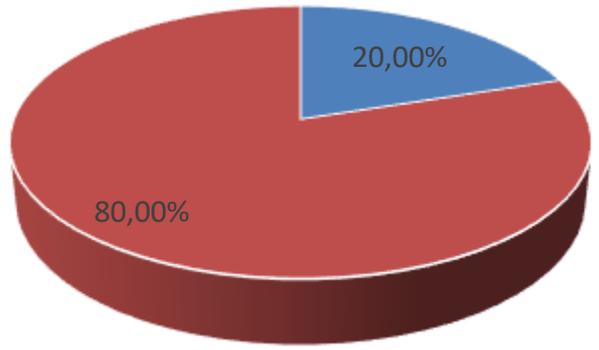
## ESPOCH – Facultad de Recursos Naturales



<b>Vulnerabilidad Total</b>			
	Alta	Media	Baja
<b>N° de Instituciones</b>	1	4	0
<b>Porcentaje</b>	20,00%	80,00%	0,00%



***Categoría de riesgo global en instituciones de Riobamba***

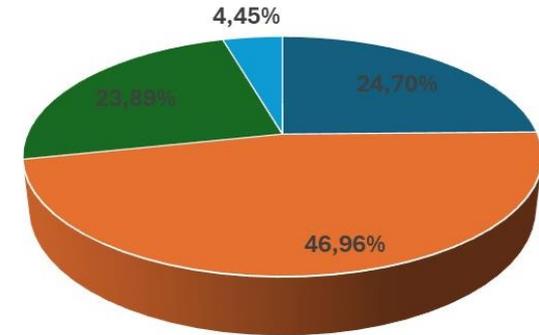


<b>Categoría</b>		
	C	D
<b>N° de instituciones</b>	1	4
<b>Porcentaje</b>	20,00%	80,00%

■ C ■ D

### Estado de conservación de edificaciones en Riobamba

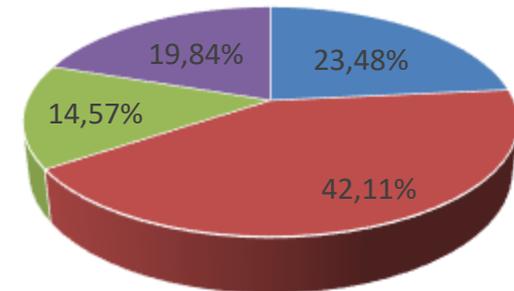
Estado de conservación de las edificaciones				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
<b>N° de Edificios</b>	61	116	59	11
<b>Porcentaje</b>	24,70%	46,96%	23,89%	4,45%



■ Muy bueno ■ Bueno ■ Regular ■ Deficiente

### Puertas de salida o emergencia de edificaciones en Riobamba

Puertas de salida, o de emergencia				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
<b>N° de Edificios</b>	58	104	36	49
<b>Porcentaje</b>	23,48%	42,11%	14,57%	19,84%

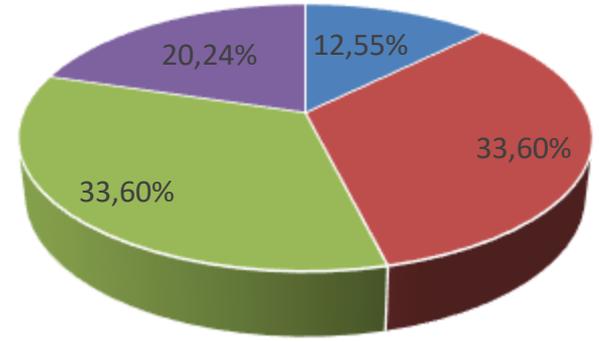


■ Muy bueno ■ Bueno ■ Regular ■ Deficiente



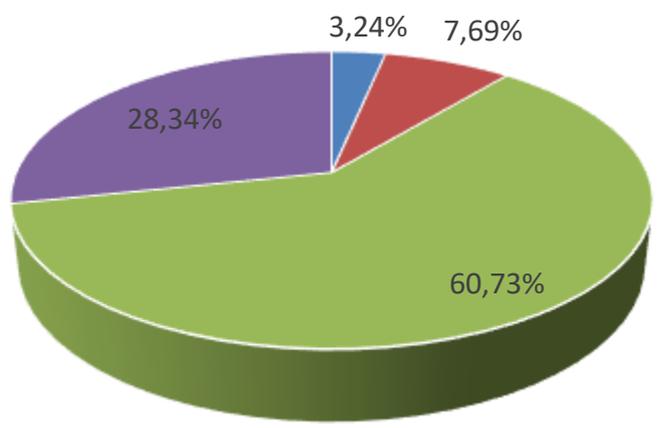
### Año de construcción de edificaciones en Riobamba

	Año de Construcción			
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma
<b>N° de Edificios</b>	31	83	83	50
<b>Porcentaje</b>	12,55%	33,60%	33,60%	20,24%



■ NEC 2015 ■ CEC 2000 ■ CEC 77 ■ Sin Norma

### Porcentaje de tipo de estructura FEMA en Riobamba



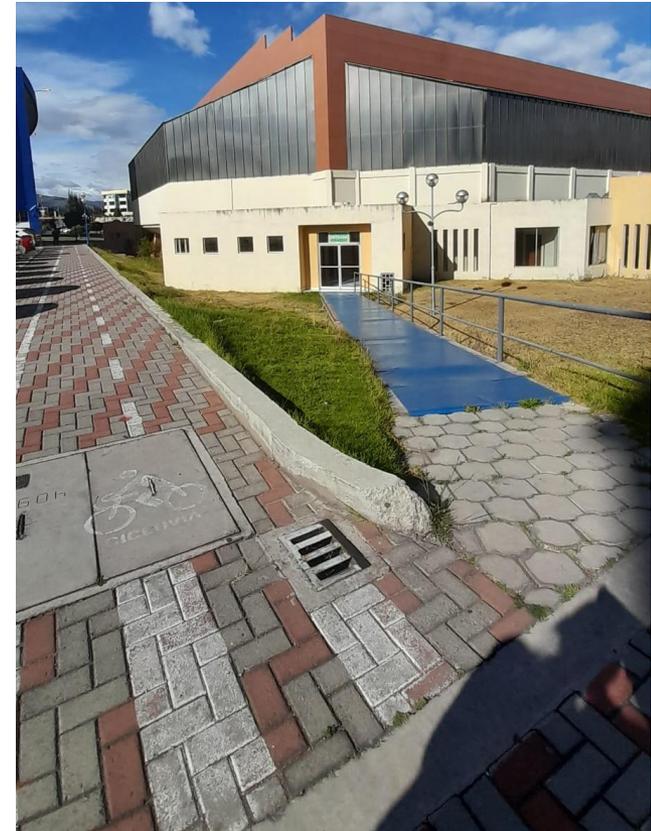
■ W1 ■ S3 ■ S5 ■ C3/MX/URM

	W1	S3	S5	C3/MX/URM
<b>N° de Edificios</b>	8	19	150	70
<b>Porcentaje</b>	3,24%	7,69%	60,73%	28,34%

## Accesibilidad inclusiva de edificaciones en Riobamba

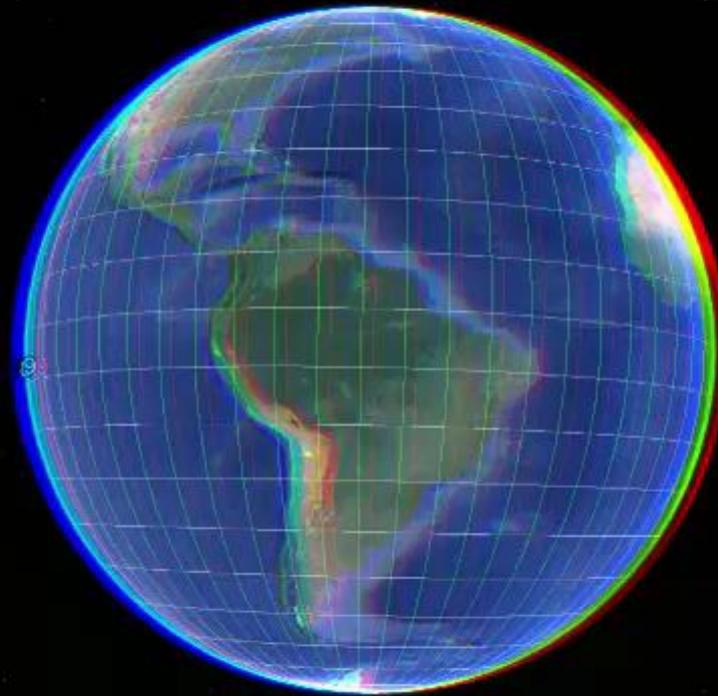
### Accesibilidad inclusiva

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
<b>N° de Edificios</b>	103	77	21	46
<b>Porcentaje</b>	41,70%	31,17%	8,50%	18,62%



## Vulnerabilidad Total de cada institución

N°	Nombre de Unidad Educativa y Universidades	V total	Cr	C	Rg	Categoría
1	U.E. Capitán Edmundo Chiriboga	63,61	64,80	1,04	61,02	D
2	U.E. Riobamba	59,38	64,80	1,03	57,77	D
3	U.E. Carlos Cisneros	41,77	64,80	0,97	43,18	C
4	UNACH	55,99	68,80	1,04	53,79	D
5	ESPOCH	56,19	64,80	1,02	55,26	D



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
Image Landsat/Copernicus  
Image EO/AO

Google Earth

## Conclusión



Vulnerabilidad  
ALTA  
38,82%

16,28% Categoría  
C  
Riesgo Moderado



Vulnerabilidad  
MEDIA  
20,03%

83,72%  
Categoría D:  
Riesgo Alto



Vulnerabilidad  
BAJA  
41,14%

Factor: Año de construcción  
25.58% de edificios fueron  
construidos antes  
del CEC 2000

559 edificios  
evaluados

## Recomendaciones

