



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA

DOIVER ANTONIO NISPERUZA LOPEZ

doiverdec@Hotmail.com

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA
E INGENIERIA

2019



INTRODUCCIÓN

El proyecto profesional:

- *Presenta un análisis y comparación del método Benedetti- Petrini y la NRS 2010.

- *Aplicación de los resultados a 5 viviendas del barrio Bijao, municipio de Bagre Antioquia.

- *Enfocado en la vulnerabilidad sísmica que puede presentar una vivienda ante un sismo.

- *Analizando la seguridad estructural que brinda a las personas que allí habitan.

Las viviendas serán analizadas, por la realización de etapas del proyecto.

Clasificación final de la vivienda si es de vulnerabilidad baja, media o alta.

Hechas las etapas se obtendrá el resultado de cada vivienda clasificadas por porcentajes de vulnerabilidad.

- *información secundaria.
- *información primaria.
- * Análisis e interpretación de datos obtenidos.
- *Preparación del informe final.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el municipio del Bagre Antioquia, por el método Benedetti-Petrini y la Norma de construcciones Sismo Resistentes (NRS 2010).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de cada una de las cinco viviendas del barrio Bijao, en el municipio del Bagre Antioquia, de acuerdo a la aplicación de los métodos Benedetti-Petrini y la NRS 2010.
- Establecer los parámetros mas relevantes de los métodos aplicados a las viviendas del municipio del Bagre Antioquia.
- Analizar el estado actual de las viviendas del Bagre Antioquia de acuerdo a los resultados arrojados por los métodos Benedetti-Petrini y NRS 2010.

JUSTIFICACION

- Prevención de riesgos a los habitantes del barrio Bijao, en el municipio del Bagre, del departamento de Antioquia.
- Posibilidad de soluciones a la problemáticas de viviendas que no cuentan con un sistema estructural adecuado.
- Aplicación de este proyecto como alternativa económica para evaluar viviendas en el municipio del Bagre Antioquia..

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- *El Bagre Antioquia es un municipio que se ha asentado sobre la rivera del rio Nechi.
- *Su Expansión fue de manera rápida por el auge del oro en los años 70 y 80 de nuestra época.
- * Las viviendas se construyeron de forma artesanal con materiales de las riveras del rio(arena, piedra).
- * Las normas de sismo resistencia no se aplicaron para tal época.
- *Se construyo sobre suelo dragado por la empresa Mineros de Antioquia.
- *El barrio Bijao esta construido Sobre suelo que de nuevo se ha rellenado por los pozos que había dejado las dragas de la Empresa Mineros S.A.

Suelos :

“fueron rellenas con material mixto de piedras , producto de los montículos que dejaba la draga de Mineros de Antioquia S.A. Aproximadamente los montículos tenían la altura de una vivienda actual de 3 pisos, equivalentes a 9 metros de altura aproximadamente, los lotes eran irregulares (laderas), por lo cual se removió y lleno, para su nivelación, se hizo de forma manual”. (Testimonio de los habitantes de las viviendas).



Foto de ilustración

Fuente: recuperado de

<https://www.elmundo.es/america/2012/07/10/colombia/1341940168.html>

Bloque


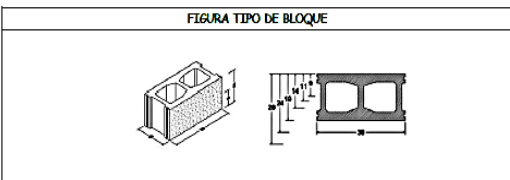
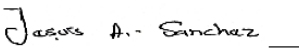
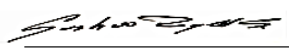
los bloques que se utilizan para la construcción de las viviendas son bloques macizos de formato aproximado de 38 cm largo, 17 centímetro alto y 8 cm de ancho con dosificaciones que varían de acuerdo con las bloqueras de la zona en una relación cemento -arena de 1:5 y 1:6.



Fotografías de los materiales de la zona, para hacer ensayos de compresión

Fuente: Propia

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA

	GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S		GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S		GEL-RB									
	NIT: 900.442.096-8		ENSAYO DE ROTURA DE BLOQUE DE CONCRETO NCR-10 / NTC 4026		VERSION 1									
	Estudios geotécnicos para obras civiles, ensayos de laboratorios, diseños de mezcla de materiales, diseños y construcción de obras civiles, consultorías e interventorías				FECHA 09 ABRIL 2019									
Entidad solicitante: DOIVER ANTONIO NISPERUZA		Fecha de Informe: ABRIL DE 2019												
Proyecto: ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO BENEDETTI VS NSR 2010														
Dirección Proyecto: BARRIO BIJAO EL BAGRE - ANTIOQUIA														
Color: GRIS														
Procedencia: EL BAGRE ANTIOQUIA														
No. BLOQUE	CARACTERISTICAS		FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ENSAYO	EDAD	PESO	VOLUMEN	PESO ESPECIFICO	ALTURA	AREA TOTAL	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	
GR	CLIENTE	TIPO	MODELO	DD/MM/AA	DD/MM/AA	DIAS	KG	CM3	KG/CM3	CM	CM2	KN	PSI	Mpa
1	1	BLOQUE 10	MACIZO LISO	8/04/2019	23/04/2019	15	11.080	1960,0	5,5531	14,0	140	61,80	643,0	4,4
2	2	BLOQUE 10	MACIZO LISO	8/04/2019	23/04/2019	15	10.900	2116,8	5,1493	14,0	140	74,80	778,3	5,4
3	3	BLOQUE 10	MACIZO LISO	8/04/2019	23/04/2019	15	10.860	2116,8	5,1304	14,0	140	65,80	684,7	4,7
4	4	BLOQUE 10	MACIZO LISO	8/04/2019	23/04/2019	15	11.110	2116,8	5,2485	14,0	140	68,80	715,9	4,9
5	5	BLOQUE 10	MACIZO LISO	8/04/2019	23/04/2019	15	10.790	2116,8	5,0973	14,0	140	70,50	733,6	5,1
OBSERVACIONES:														
														
JESUS ALBERTO SANCHEZ													GUSTAVO ROYETT GALVAN	

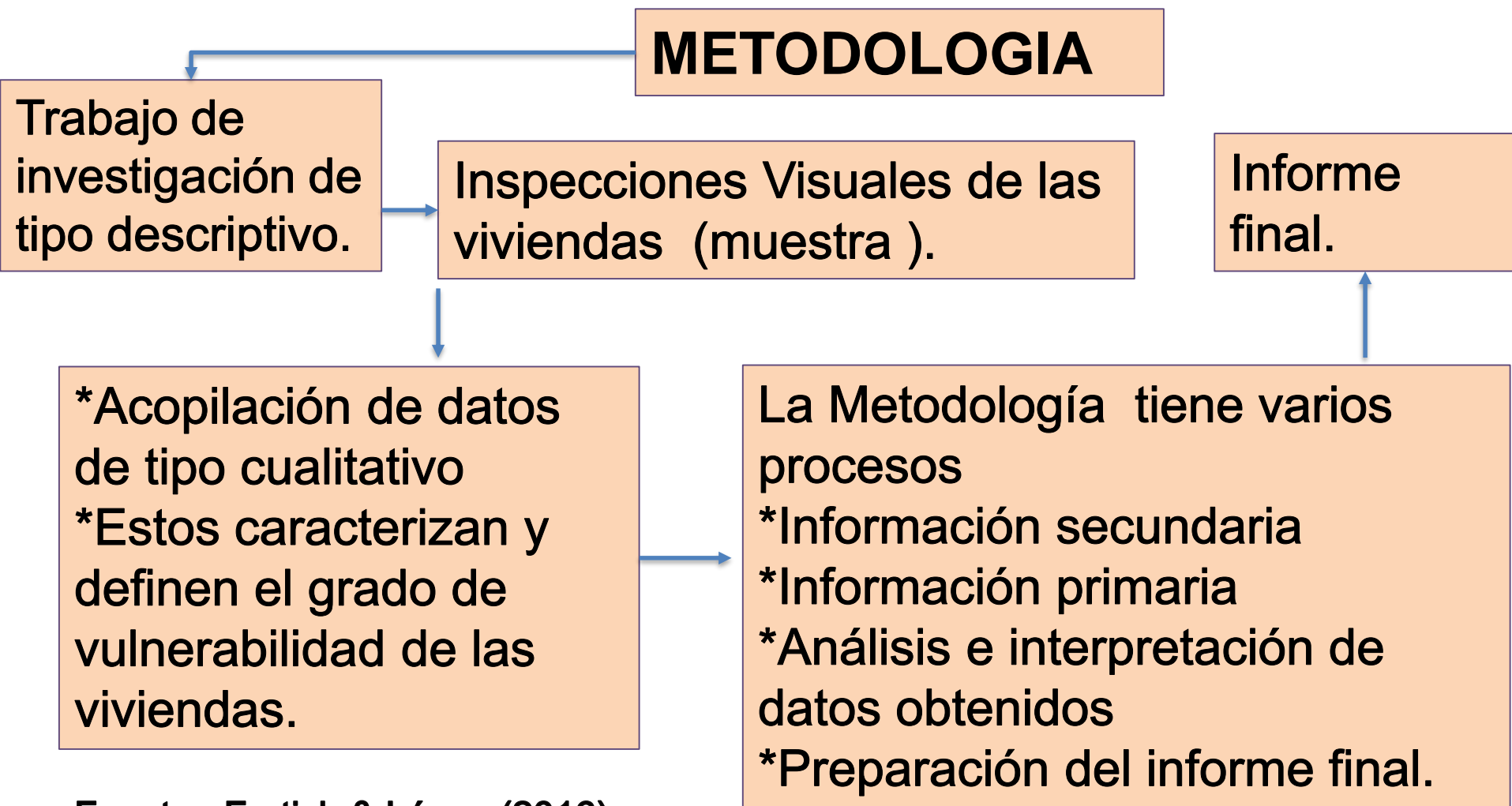
Resultado de ensayo de bloque

La resistencia a compresión es de un orden de 4,9 Mpa/cm² muy baja comparada con la que se ofrece comercialmente. Que puede llegar hasta los 10 Mpa

Fuente: Laboratorio de montería G. INGARQ.S.A.S

A partir de lo mencionado anteriormente se establece la siguiente pregunta:
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica en el barrio Bijao del municipio del Bagre Antioquia?

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010,
DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL
BAGRE ANTIOQUIA



Fuente : Fortich & López (2016)

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010,
DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL
BAGRE ANTIOQUIA

METODO BEDETTI-PETRINI

PARÁMETRO	CLASE Ki			Wi
	A	B	C	
1. Organización del sistema resistente	0	6	12	1
2. Calidad del sistema resistente	0	6	12	0,5
3. Cálculo de la Resistencia Convencional	0	11	22	1
4. Influencia del terreno y la cimentación	0	2	4	0,5
5. Losas	0	3	6	1
6. Configuración en planta	0	3	6	0,5
7. Configuración en elevación	0	3	6	1
8. Conexiones elementos críticos	0	3	6	0,75
9. Elementos con baja ductilidad	0	3	6	1
10. Elementos no estructurales	0	4	10	0,25
11. Estado de conservación	0	10	20	1

LA NRS 2010

PARÁMETRO	CLASE Ki			Wi
	A	B	C	
1. Organización del sistema resistente	0	6	12	0,5
2. Calidad del sistema resistente	0	6	12	0,5
3. Cálculo de la Resistencia Convencional	0	8	16	2
4. Influencia del terreno y la cimentación	0	2	4	0,5
5. Losas	0	2	4	0,5
6. Configuración en planta	0	3	6	0,5
7. Configuración el elevación	0	3	6	1
8. Conexiones elementos críticos	0	3	6	0,75
9. Elementos con baja ductilidad	0	3	6	1
10. Elementos no estructurales	0	5	9	0,25
11. Estado de conservación	0	10	20	1

Fuente : Quiroga (2013)

ANÁLISIS DE INFORMACION

INFORMACION SECUNDARIA

- *Observación de los datos obtenidos de otras investigaciones.
- *Los datos se aplicaran a las viviendas(muestra).
- *Permitiendo tener los conceptos claros.
- *Obtener aspectos importantes, para el desarrollo del proyecto.

INFORMACION PRIMARIA

- *Definido por 11 parámetros mostrados, tanto para el método Benedetti-Petrini, como los 11 parámetros de la NRS 2010, con valores numéricos.
- *Con la recolección de datos en la etapa anterior se procederá a estudiar la información obtenida mediante una suma ponderada de los valores numéricos.
- *Los valores numéricos expresan la calidad estructural de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales. Fortich & López (2016)

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS

- *Se efectúa el análisis de los datos, con herramientas importantes como Microsoft Office como Excel, Word y AutoCAD
- *Se analizarán los datos obtenidos de cada una de las viviendas (muestra)
- *Con el análisis se determinara las posibles vulnerabilidades sísmicas de las viviendas.

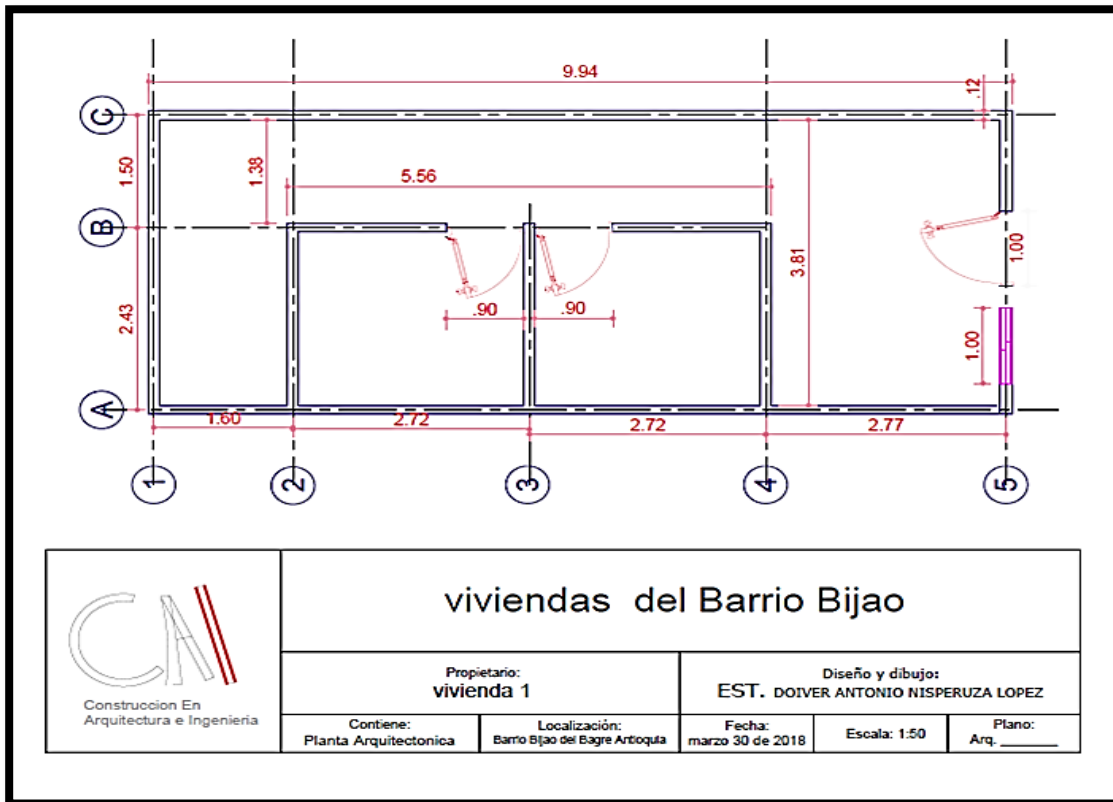
PREPARACION Y PRESENTACION DEL INFORME FINAL

- *Realización de las etapas anteriores.
- *Desarrollar los objetivos propuestos.
- *Llegar a conclusiones que den solución al planteamiento del problema.
- *Realización del informe en donde se exponga y plasme todos los resultado. obtenidos al final del proceso investigativo. Fortich & López (2016).

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA

Casa 1. Del Barrio Bijao calle 52^a-49^a#108

Plano Casa 1. Del Barrio Bijao calle 52^a-49^a#108



Fuente: propia

**ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010,
DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE
ANTIOQUIA**

METODO BENEDETTI-PETRINI

LA NRS 2010

VIVIENDA 1 CALLE 52A-49A-109					
Parametros	Clase Ki			Peso Wi	Subtotal
	A	B	C		
1.Organizacion del sistema resistente		6		1	6
2.Calidad del sistema		6		0,5	3
3. Calculo de la resistencia convencional	0			1	0
4. Influencia del terreno y la cimentacion	0			0,5	0
5.Losas o diafragmas horizontales			6	1	6
6.Configuracion en planta			6	0,5	3
7.Configuracion en elevacion	0			1	0
8.Conexion de elementos criticos			6	0,75	4,5
9. Elementos de baja ductilidad (cubierta)			6	1	6
10. Elementos no estructurales	0			0,25	0
11. Estado de conservacion			20	1	20
Total					48,5
IV	48,5				
53,888889	0,9				

VIVIENDA 1 CALLE 52A-49A-109					
Parametros	Clase Ki			Peso Wi	Subtotal
	A	B	C		
1.Organizacion del sistema resistente			12	0,5	6
2.Calidad del sistema			12	0,5	6
3. Calculo de la Resistencia convencional			16	2	32
4. Influencia del terreno y la cimentacion	0			0,5	0
5.Losas o diafragmas horizontales	0			0,5	0
6.Configuracion en planta			6	0,5	3
7.Configuracion en elevacion	0			1	0
8.Conexion elementos criticos			6	0,75	4,5
9. Elementos de baja ductilidad (cubierta)	0			1	0
10. Elementos no estructurales	0			0,25	0
11. Estado de conservacion			20	1	20
Total					71,5
IV	71,5				
79,6657382	0,8975				

Fuente: Elaboración propia

METODO BENEDETTI-PETRINI

Se evalúa el índice de vulnerabilidad multiplicando la clasificación que dio de cada parámetro por el factor de importancia de cada uno. Se obtiene un índice de vulnerabilidad en una escala de 0 a 90: $IV = 54$.

Para ubicarlo en una escala normalizada entre 0 y 100 se divide entre 0,9 y se obtiene: $IV = 54 / 0,9 = 53,888 \approx 54\%$

Fuente: Fortich & López (2016)

NRS 2010

Se evalúa el índice vulnerabilidad multiplicando la clasificación que dio de cada parámetro, por el factor de importancia de cada uno. Se obtiene un índice de vulnerabilidad en una escala de 0 a 0,8975: $IV = 71,5$.

▪ Para ubicarlo en una escala normalizada entre 0y 100, se divide entre 0,8975 y se obtiene: $IV = 71,5 / 89,75 = 79,665 \approx 80\%$.

Fuente: Quiroga (2013)

METODO BENEDETTI-PETRINI

Como el valor es igual a 54%, entonces esta estructura presenta índice de vulnerabilidad media. De acuerdo. $30\% \leq$ vulnerabilidad $< 60\%$:media

METODO NRS 2010

Como el valor es igual a 80, entonces esta estructura presenta un índice de vulnerabilidad alta . De acuerdo $\geq 60\% \geq$ vulnerabilidad 90% alta.

ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA

METODO BENEDETTI-PETRINI

LA NRS 2010

Tablas de comparación

VIVIENDAS	(%) BENEDETTI-PETRINI	CLASIFICACION	VIVIENDAS	(%) NRS 2010	CLASIFICACION
VIVIENDA 1	54	MEDIA	VIVIENDA 1	80	ALTA
VIVIENDA 2	66	ALTA	VIVIENDA 2	53	MEDIA
VIVIENDA 3	88	ALTA	VIVIENDA 3	80	ALTA
VIVIENDA 4	76	ALTA	VIVIENDA 4	76	ALTA
VIVIENDA 5	79	ALTA	VIVIENDA 5	80	ALTA

Fuente: Elaboración propia

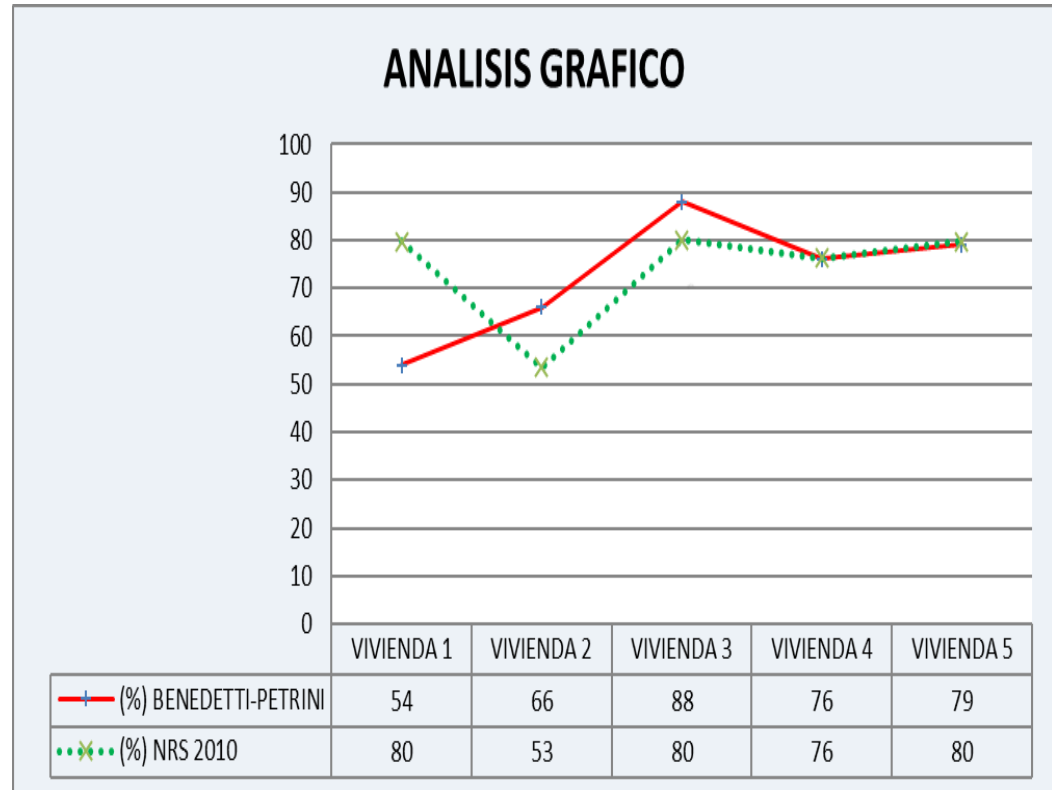
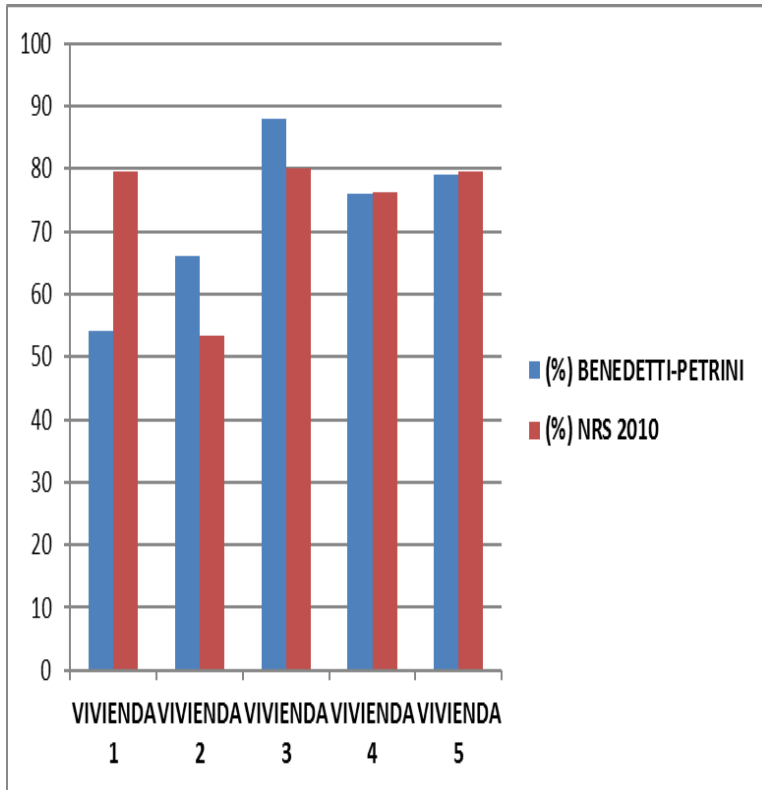


UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA



ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010, DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL BAGRE ANTIOQUIA

Comparativo grafico



Fuente: Elaboración propia

ANALISIS DE CONCLUSIONES

El resultado global de la vulnerabilidad es un proceso de análisis de resultado de porcentajes de vulnerabilidad de cada vivienda, para el caso de Benedetti – Petrini la vivienda 1, tiene un porcentaje de vulnerabilidad de 54%, la vivienda 2 tiene un porcentaje de vulnerabilidad de 66%, la vivienda 3 tiene un porcentaje de vulnerabilidad de 88%, la vivienda 4 tiene un porcentaje de 76 y la vivienda 5 tiene un porcentaje de 79 %, si sabemos que la suma de todas las viviendas es el 100% de vulnerabilidad sísmica, cada vivienda representa un 20% de vulnerabilidad global, para saber cuanto de porcentaje global representa cada vivienda se multiplica cada resultado por 20 y se divide por 100

**ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010,
DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL
BAGRE ANTIOQUIA**

Análisis de resultado de la vulnerabilidad global

Vivienda 1= $54 \times 20 / 100 = 10,8\%$

Vivienda 2= $66 \times 20 / 100 = 13,2\%$

Vivienda 3= $88 \times 20 / 100 = 17,6\%$

Vivienda 4= $76 \times 20 / 100 = 15,2\%$

Vivienda 5= $79 \times 20 / 100 = 15,8\%$

La sumatoria de todas las viviendas es el resultado de global de vulnerabilidad, en este caso es de 72,6%

Para el caso de la NRS 2010 se hace el mismo procedimiento

Vivienda 1= $80 \times 20 / 100 = 16\%$

Vivienda 2= $53 \times 20 / 100 = 10,6\%$

Vivienda 3= $80 \times 20 / 100 = 16\%$

Vivienda 4= $76 \times 20 / 100 = 15,2\%$

Vivienda 5= $80 \times 20 / 100 = 16\%$

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE CONCLUSIONES

La sumatoria de las viviendas es el resultado global de vulnerabilidad, en este caso es de 73,8% .

Al observar el resultado de los dos métodos se deduce que la norma tiene un 1,2% de incremento en la vulnerabilidad global, debido que la norma incrementa un 1,2% en el parámetro 3, resistencia convencional, por que introduce el valor (S_a) espectro de diseño , mientras que el método Benedetti-Petrini solo utiliza un valor arbitrario o se puede elegir el coeficiente sísmico

**ANÁLISIS CUALITATIVO Y COMPARATIVO DEL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI Y LA NRS 2010,
DESARROLLADO EN EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO BIJAO, MUNICIPIO DEL
BAGRE ANTIOQUIA**

Además la NRS 2010 tiene su propio modelo de análisis de vulnerabilidad para construcciones.

Estas condiciones hacen que el incremento sea del 1,2 % más que el método Benedetti.

Analizado lo anterior se deduce que el método se puede aplicar con el formato modificado que presenta la NRS 2010, ya que es más adaptado a la norma.

CONCLUSIONES

Después de haber desarrollado el proyecto profesional. Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini, con la NRS 2010. Y analizado el resultado de las viviendas a través de su aplicación Se determinan las siguientes conclusiones:

- El estado de vulnerabilidad global de las viviendas del barrio Bijao en el municipio del Bagre, por el método Benedetti-Petrini es de un 72,6 % y por la NRS 2010 es de 73,8%, evidenciando que las viviendas están en condiciones de alta vulnerabilidad.**
- Con estos datos vemos que la norma se diferencia del método Benedetti Petrini por encima de un 1,2 %, por lo que se determina que se puede adaptar un método extranjero a las condiciones que exige nuestro país en cuanto a la sismicidad que presenta, permitiendo la validación del método en su aplicación.**

- **El 1,2 % que se incrementa con la norma, se origina con el parámetro 3 resistencia convencional por el dato diferente que utiliza cada parámetro, además la NRS es muy rigurosa en cuanto a estos parámetros ya que en su formato la ponderación es más rigurosa.**
- **Con los datos obtenidos se concluye que el método Benedetti-Petrini es de aplicabilidad para otros municipios en Colombia, pero con la adaptación presentada en este proyecto, para tener un método viable y aplicable.**

RECOMENDACIONES

- **Se recomienda que se estudien más a fondo las viviendas con métodos cuantitativos, para obtener datos más precisos en estas metodologías, que son de gran utilidad cuando no se cuenta con muchos recursos para invertir en estas investigaciones.**
- **se recomiendan modelaciones, en las viviendas para seguir comparando los resultados, obteniendo porcentajes de vulnerabilidad sísmica más exactos.**
- **Se recomienda que se aplique esta metodología a otros municipios de nuestro territorio nacional. para establecer en qué estado de vulnerabilidad sísmica se encuentran actualmente. Permitiendo la mitigación de riesgos por sismos al aplicar este método.**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

GRACIAS

**ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS**

Res. MEN No. 01456 del 29 de enero de 2016