

1ER CONGRESO INTERNACIONAL TERREMOTOS Y VULNERABILIDAD

**Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica como Medida
de Prevención en República Dominicana.**

Leonardo Reyes Madera
Director General

Punta Cana, República Dominicana
24-junio-2023



1

Introducción: Contexto Geográfico

2

Sensibilización

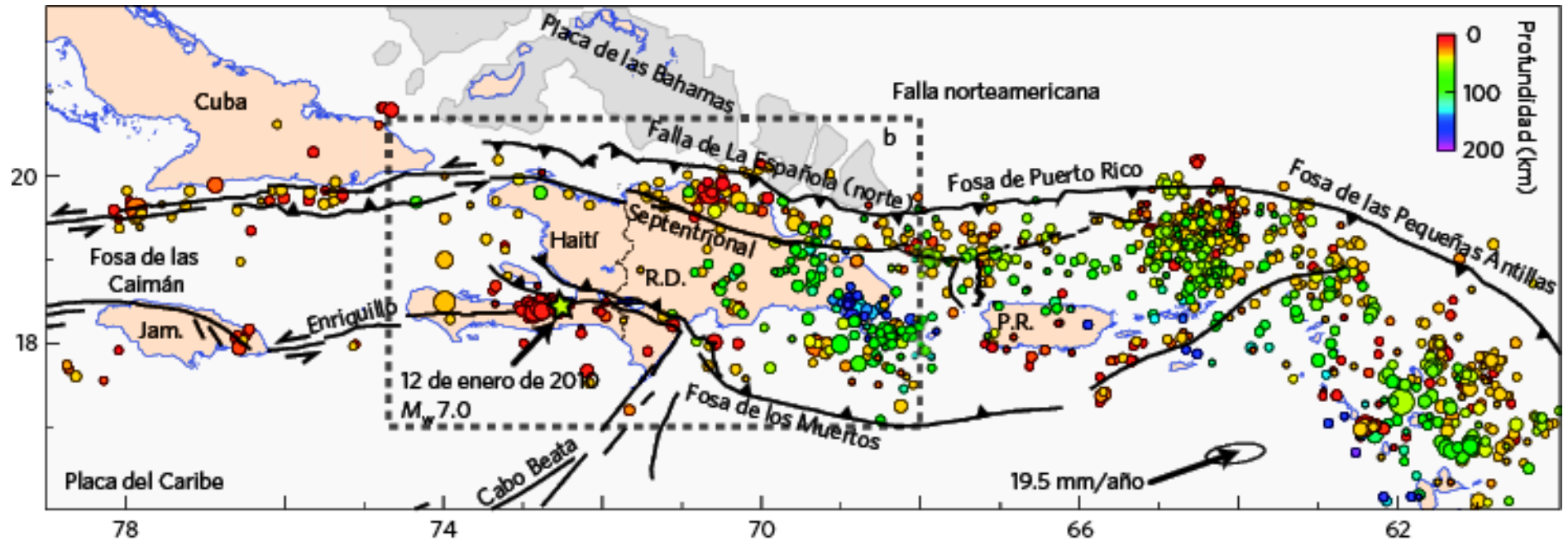
3

Una mirada sobre ONESVIE

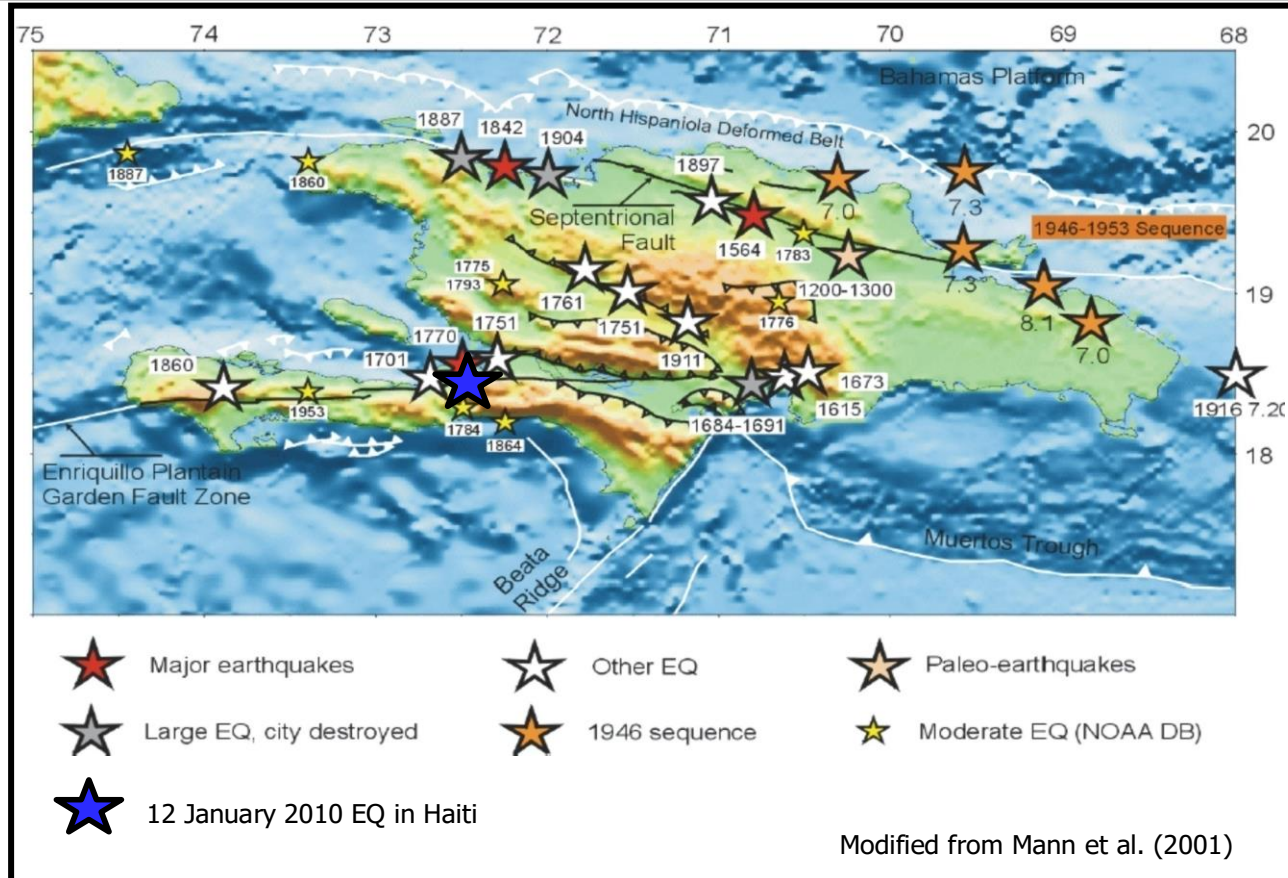
4

**Prevención y Resiliencia,
un aporte.**

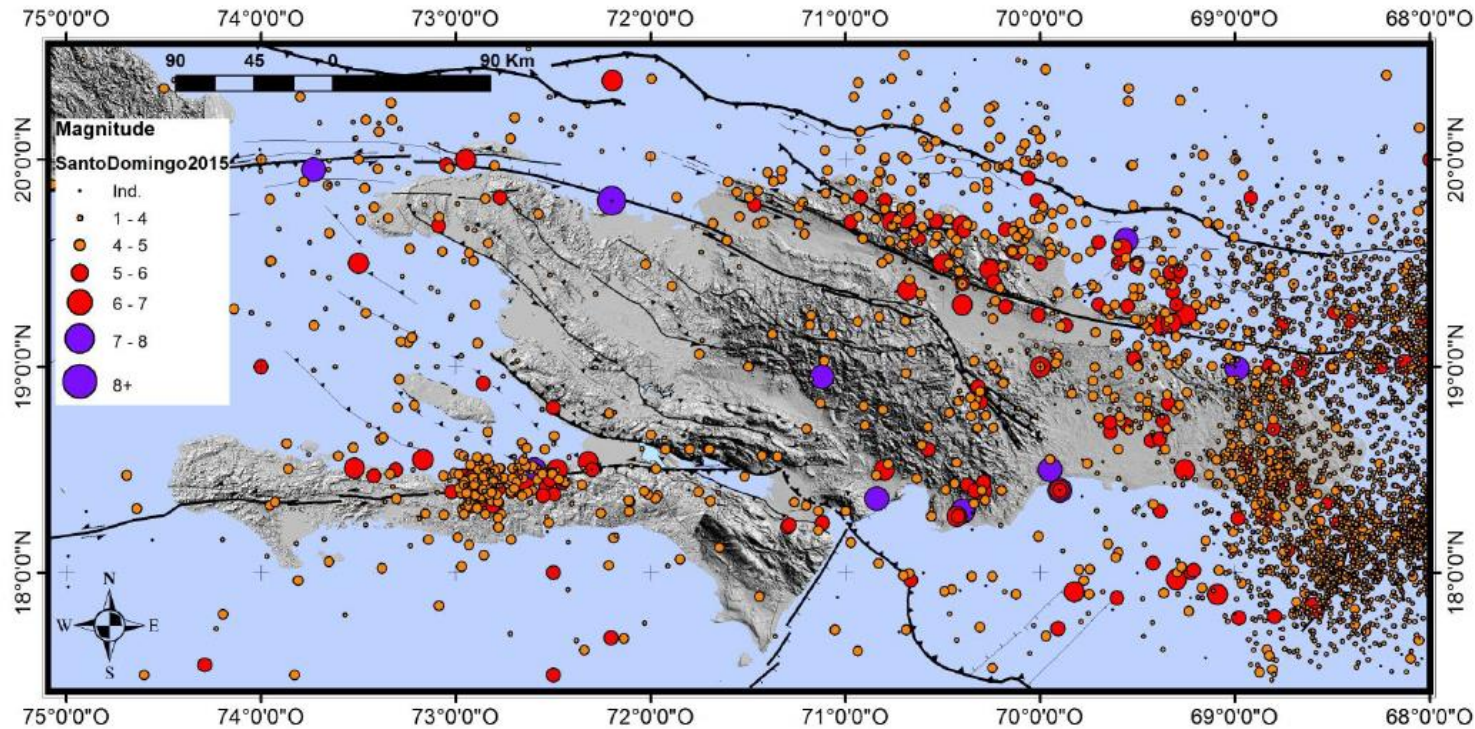
CONTEXTO GEOGRÁFICO



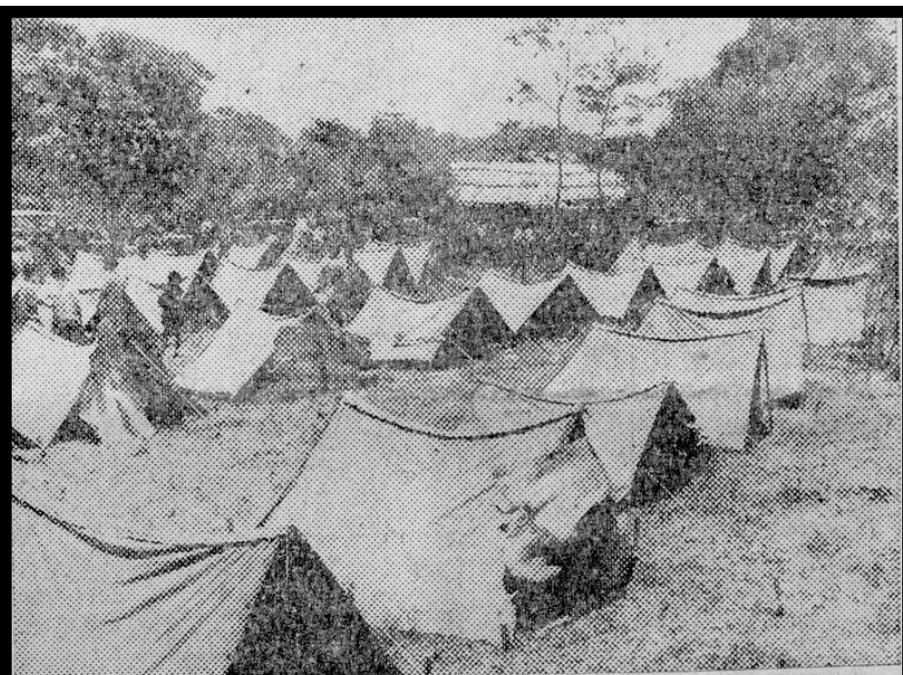
CONTEXTO GEOGRÁFICO



CONTEXTO GEOGRÁFICO



1
9
4
6



CAMPAMENTO RADICADO EN MATANCITAS.— En el presente gráfico aparece una vista del campamento radicado en Matancitas poblado ubicado entre Villa Julia Molina y Matanzas.



Fig. 16. Cupola thrown from supporting concrete pillars, Moca, facing N 65° E

SENSIBILIZACIÓN



2
0
0
3



Reflexión



Ing. Rafael A. Corominas Pepín



La Oficina Nacional de Evaluación Sísmica y Vulnerabilidad de Infraestructura y Edificaciones (Onesvie), creada en el año 2001 mediante Decreto Núm. 715-01 desempeña las siguientes funciones:

Examinar las estructuras e instalaciones existentes y producir un diagnóstico sobre su capacidad para resistir las fuerzas generadas por un terremoto esperado.

Diagnosticar



Elaborar proyecto de refuerzos para estructuras que resulten incapaces de comportarse satisfactoriamente con sus características actuales.

Diseñar Propuesta de Refuerzo



Canalizar hacia empresas consultoras o hacia empresas constructoras, **la ejecución de los proyectos de refuerzos y/o adecuación aprobados por el Poder Ejecutivo.**

Canalizar



Coordinar entre todas las dependencias del Estado para mitigar los daños de origen sísmico en estructuras indispensables.

Coordinar



Localizar, organizar y/o crear los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones de cada estructura intervenida, de modo que puedan utilizarse como referencias capaces de generar una explicación de lo sucedido y facilitar su reparación o demolición.

Crear Plano de Refuerzo.



Asesorar a los organismos tradicionales del Estado, responsables del diseño y manejo de obras, en los aspectos sísmicos de cada fase, así como aportar sus conocimientos especializados para capacitar a los que así lo requieran.

Asesorar

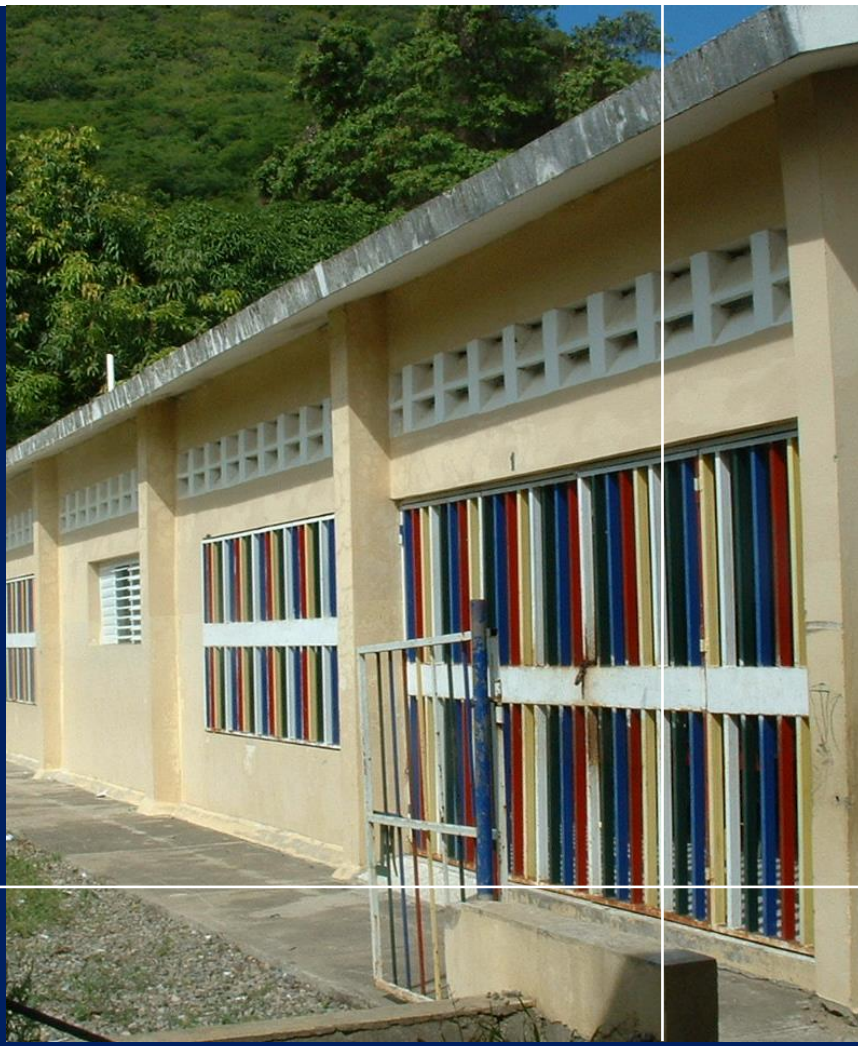


•Apoyar a la Defensa Civil y la Cruz Roja Dominicana en la determinación de las decisiones post-eventos, en cuanto a autorizaciones de uso de estructuras afectadas y a las condiciones que envuelvan demoliciones inminentes.

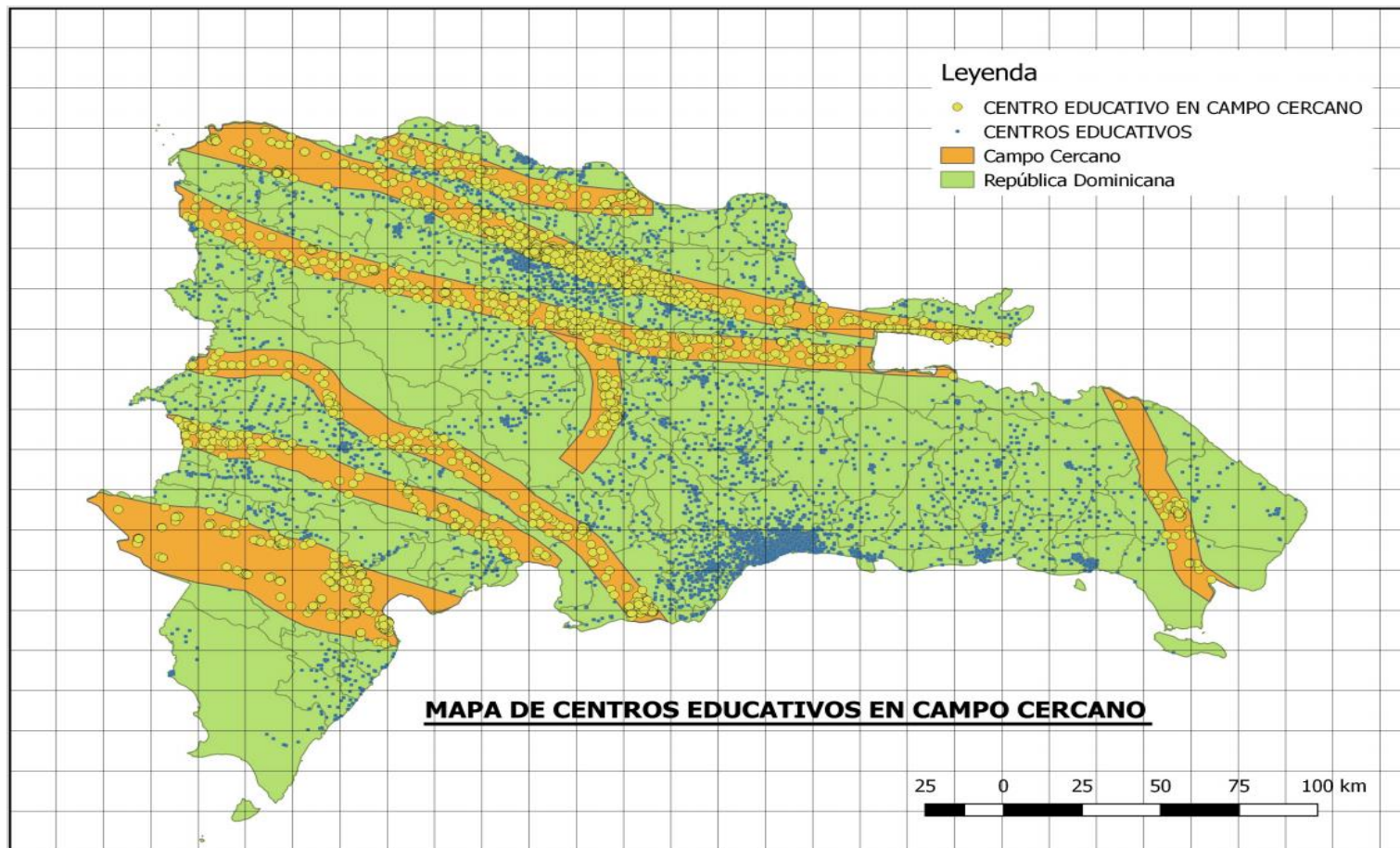
Post-evento



01 = ESCUELAS



ESCUELAS LOCALIZADAS SOBRE CAMPO CERCANO A LAS FALLAS ACTIVAS



TERREMOTO DE PUERTO PLATA 2003

CONSECUENCIAS

01



ESCUELA CONCEPCIÓN GÓMEZ

02



ESCUELA REFORMA COLAPSADA

03



ESCUELA SAN MARCOS

04



LICEO JOSE DUBEAU COLAPSADA

CONSECUENCIAS DE TERREMOTOS EN LAS ESCUELAS

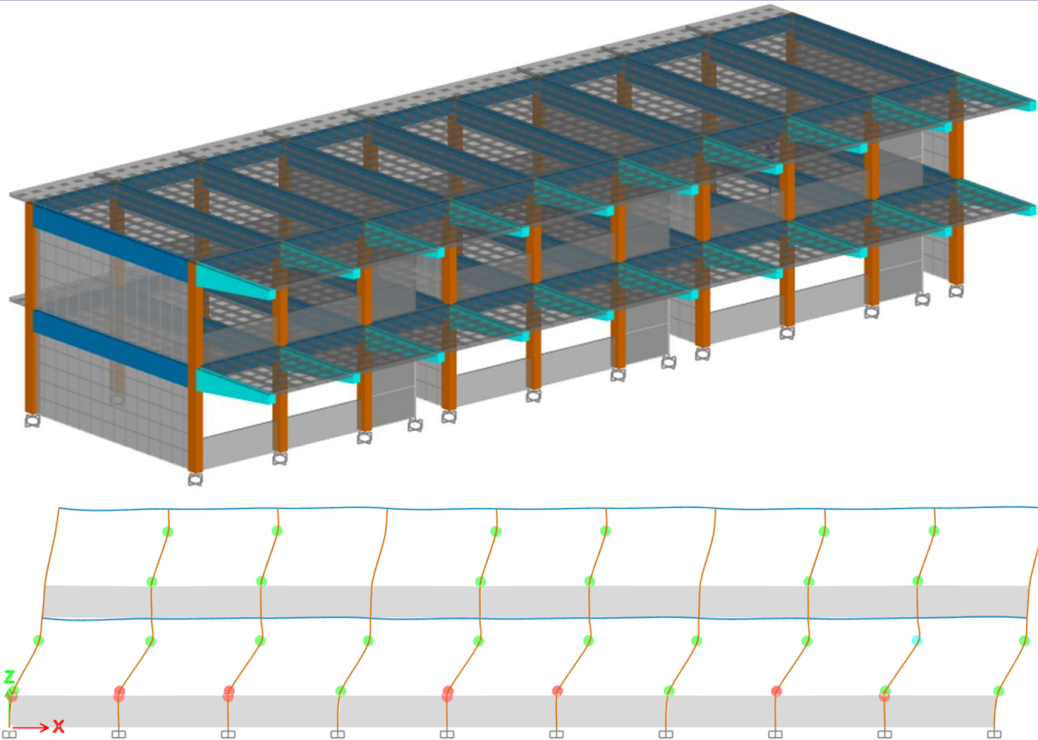
POR LO MENOS 21 NIÑOS Y 5 ADULTOS MURIERON
LUEGO DE QUE COLAPSARA LA ESCUELA PRIMARIA
ENRIQUE RÉBSAMEN EN LA CIUDAD DE MÉXICO EN 2017.



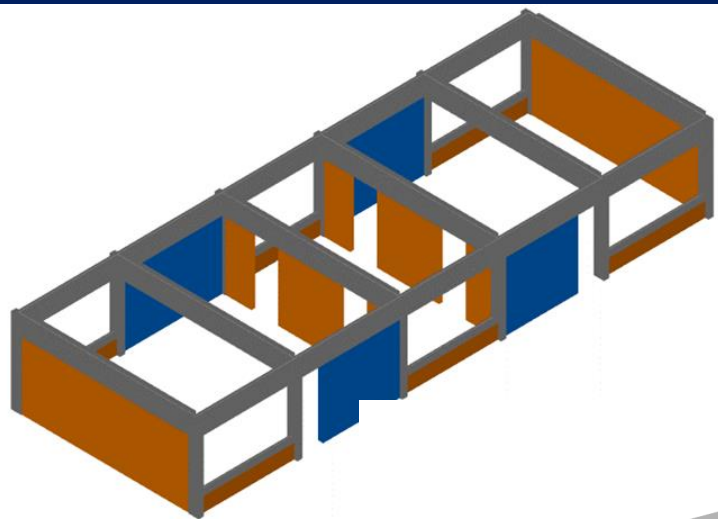
PRECEDENTES DE EFECTO DE COLUMNA CORTA EN ESCUELAS



MODELO QUE ESTUDIA LA RESPUESTA ANTE TERREMOTOS DE LAS ESCUELAS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

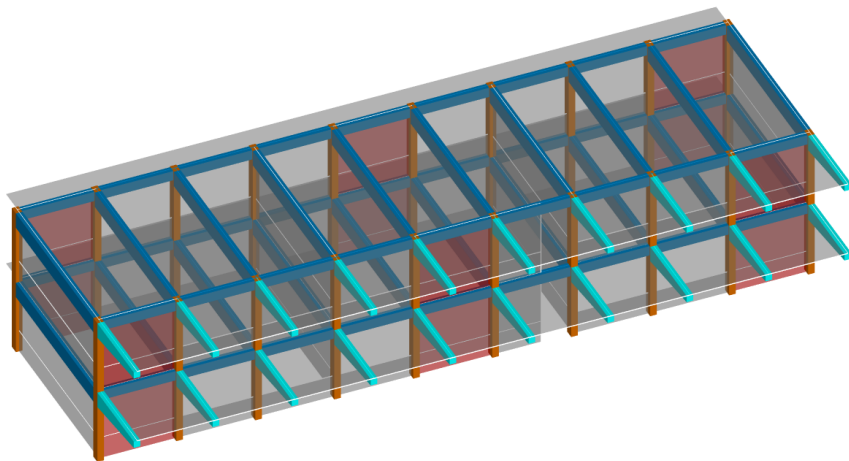


RETROFIT CON MUROS DE CONCRETO ARMADO

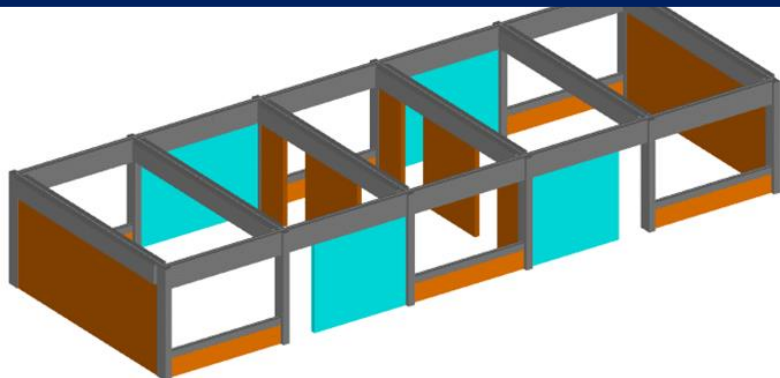


1
NIVEL

2
NIVELES

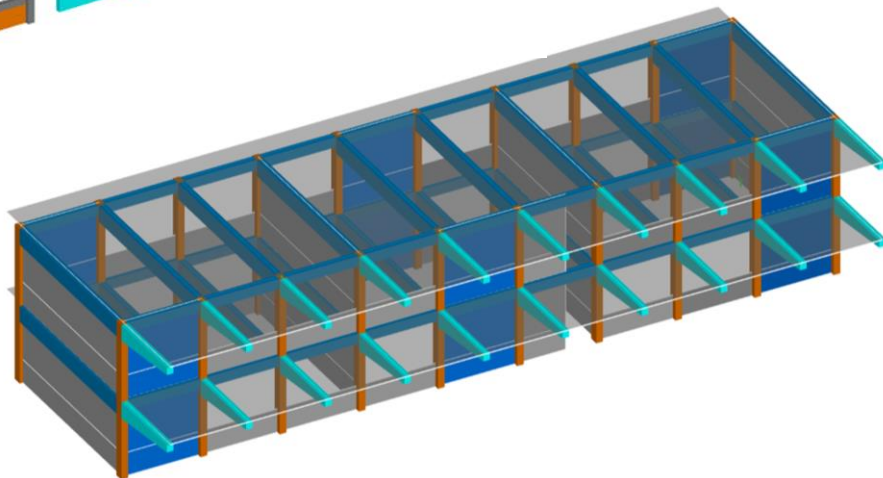


RETROFIT CON MUROS DE MAMPOSTERIA

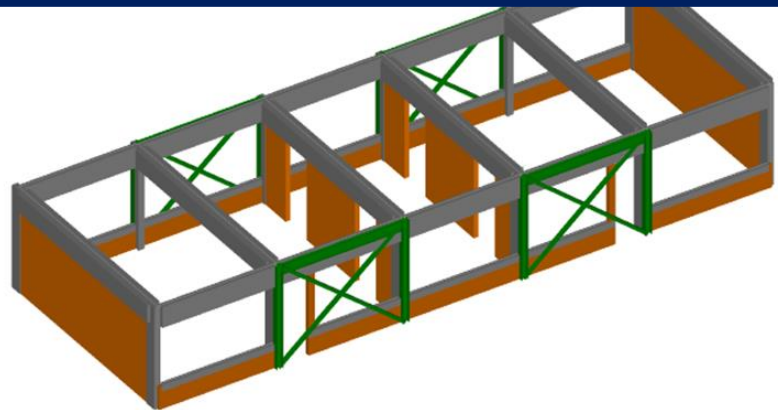


« 1
NIVEL

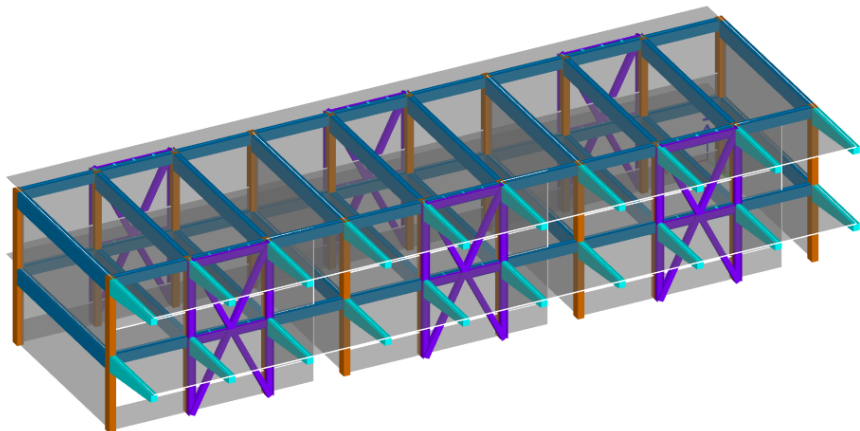
2 »
NIVELES



RETROFIT CON ARRIOSTRAMIENTOS CONCENTRICOS EN X



« 1
NIVEL

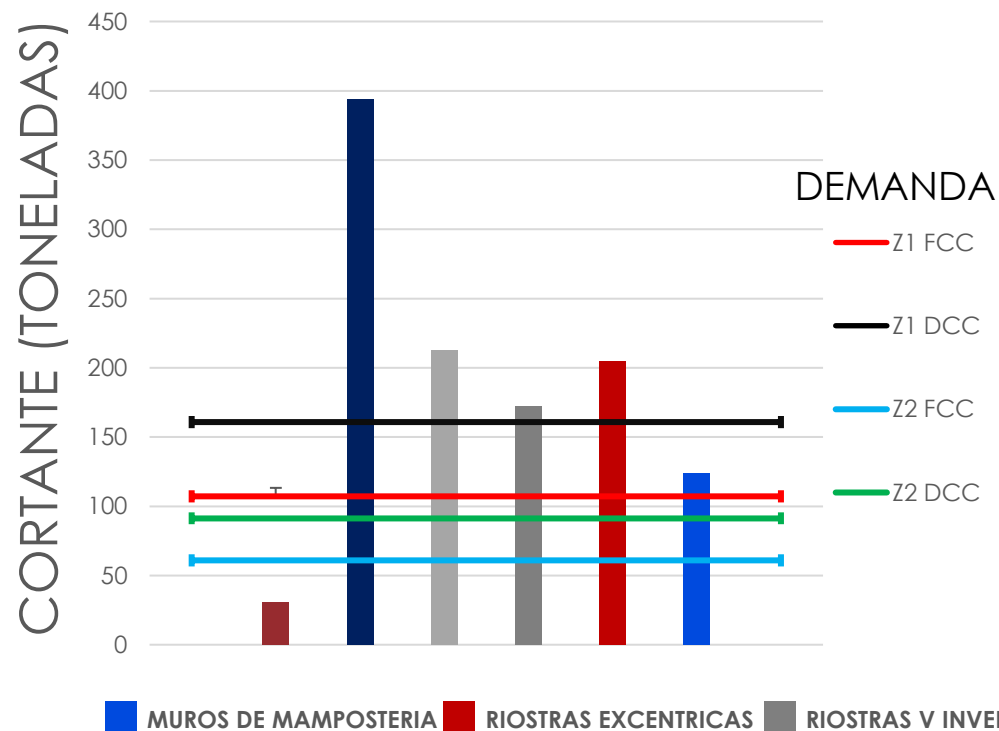


2 »
NIVELES



EFICIENCIA SISMORRESISTENTE DE LAS DIFERENTES SOLUCIONES PROPUESTAS

COMPARACIÓN SISMORRESISTENTE DE ESCUELAS EXISTENTES Y PROPUESTAS DE REFUERZO (MODELO DE 1 NIVEL)



La grafica muestra la capacidad que tiene la estructura existente respecto a las fuerzas sísmicas requeridas por el **Reglamento Para El Análisis Y Diseño Sísmico De Edificaciones R-001**, en comparación con las soluciones para eliminar su vulnerabilidad ante los terremotos, tomando en cuenta las zonas de amenaza sísmica (Zona I y Zona II), así como la ubicación respecto al campo cercano a las fallas principales activas dentro del territorio nacional.

Z1: Zona I

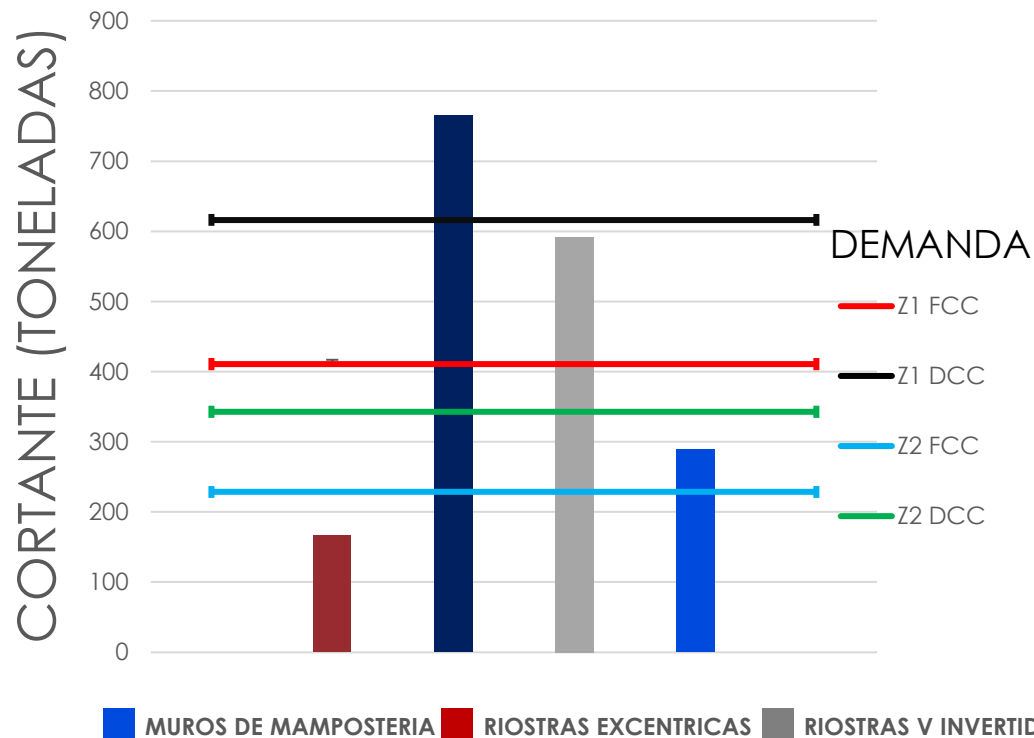
Z2: Zona II

DCC: Dentro De Campo Cercano

FCC: Fuera De Campo Cercano

EFICIENCIA SISMORRESISTENTE DE LAS DIFERENTES SOLUCIONES PROPUESTAS

COMPARACIÓN SISMORRESISTENTE DE ESCUELAS EXISTENTES Y PROPUESTAS DE REFUERZO (MODELO DE 2 NIVELES)



La grafica muestra la capacidad que tiene la estructura existente respecto a las fuerzas sísmicas requeridas por el **Reglamento Para El Análisis Y Diseño Sísmico De Edificaciones R-001**, en comparación con las soluciones para eliminar su vulnerabilidad ante los terremotos, tomando en cuenta las zonas de amenaza sísmica (Zona I y Zona II), así como la ubicación respecto al campo cercano a las fallas principales activas dentro del territorio nacional.

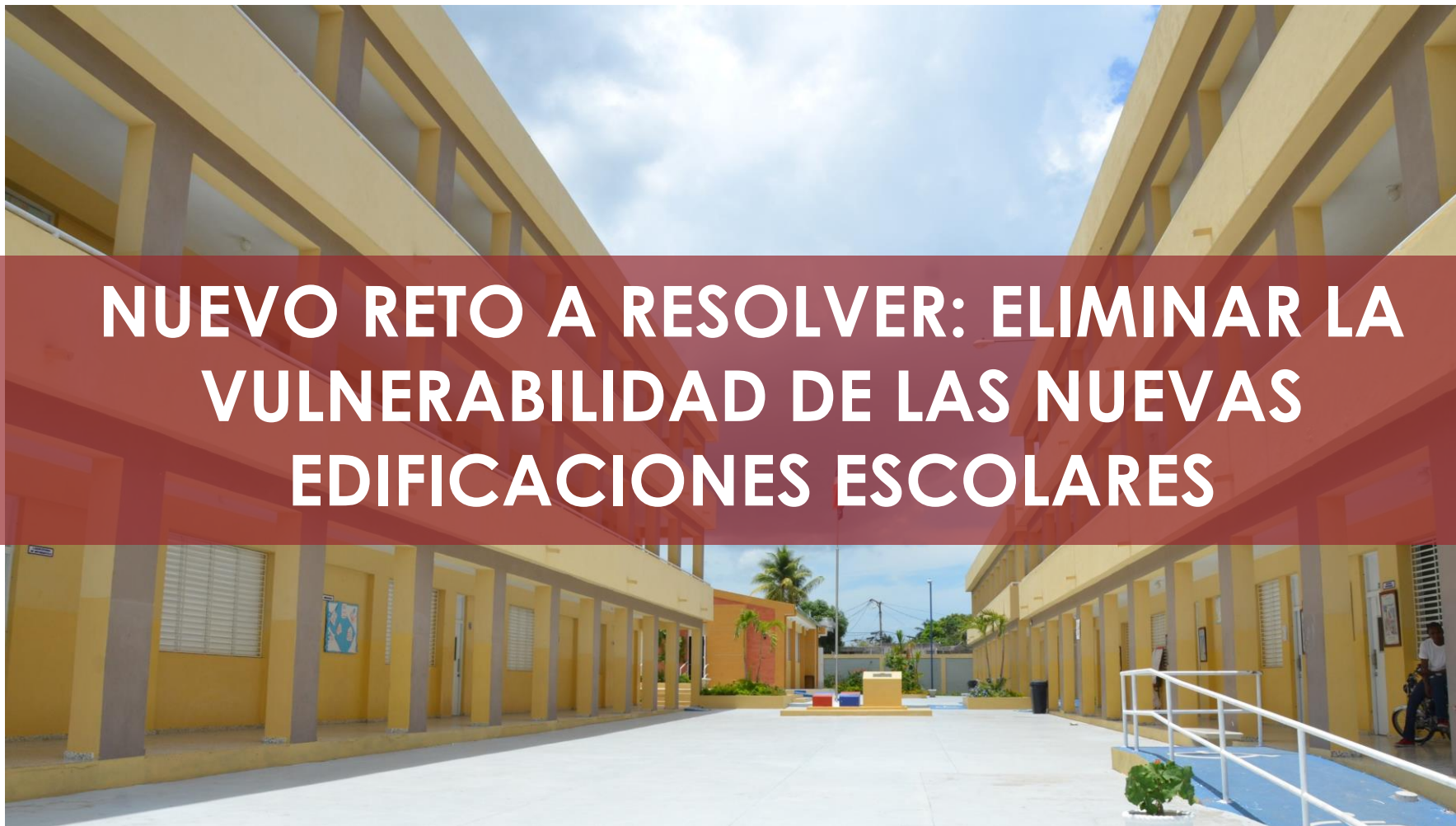
Z1: Zona I

Z2: Zona II

DCC: Dentro De Campo Cercano

FCC: Fuera De Campo Cercano

NUEVO RETO A RESOLVER: ELIMINAR LA VULNERABILIDAD DE LAS NUEVAS EDIFICACIONES ESCOLARES



PROPUESTA DE SOLUCIÓN: SEPARAR LAS PAREDES DE LAS COLUMNAS Y TAPAR CON MASILLA



02= HOSPITALES



AMENAZA

EXISTEN ALREDEDOR DE 187 HOSPITALES DE 1ER NIVEL Y ESPECIALIZADOS, EN TODO EL TERRITORIO NACIONAL.

ALGUNOS DE LOS CUALES, SE ENCUENTRAN UBICADOS EN LAS ZONAS CERCANAS DE LAS PRINCIPALES FALLAS TECTÓNICAS, ESTA SITUACIÓN UNIDA A LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS INSTALACIONES, TRAE COMO CONSECUENCIA UN NIVEL DE RIESGO ALTO.



UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE HOSPITALES EN EL TERRITORIO NACIONAL

VULNERABILIDAD

HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS

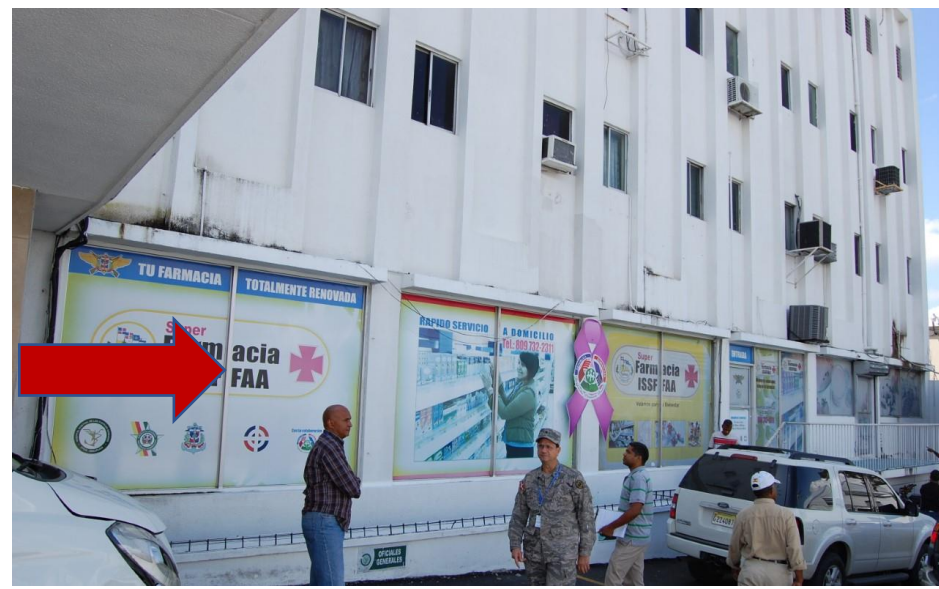
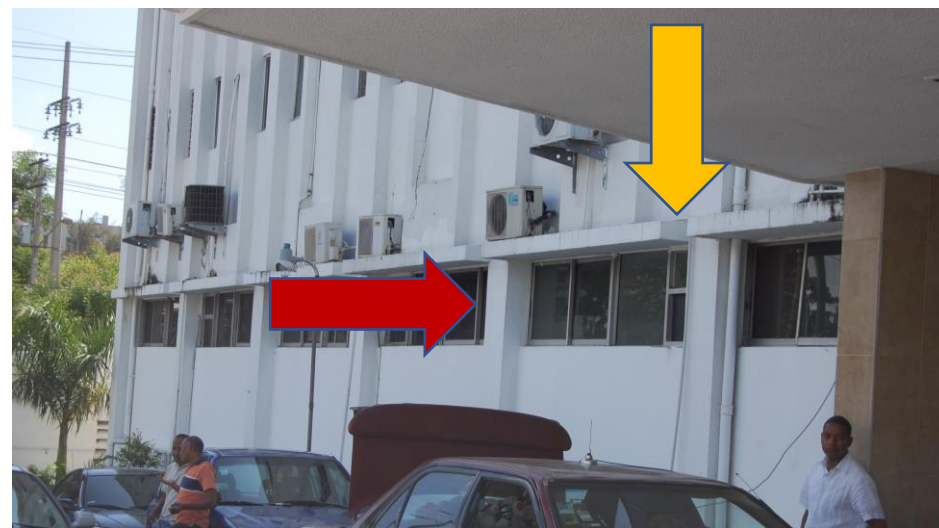
01. IRREGULARIDAD VERTICAL

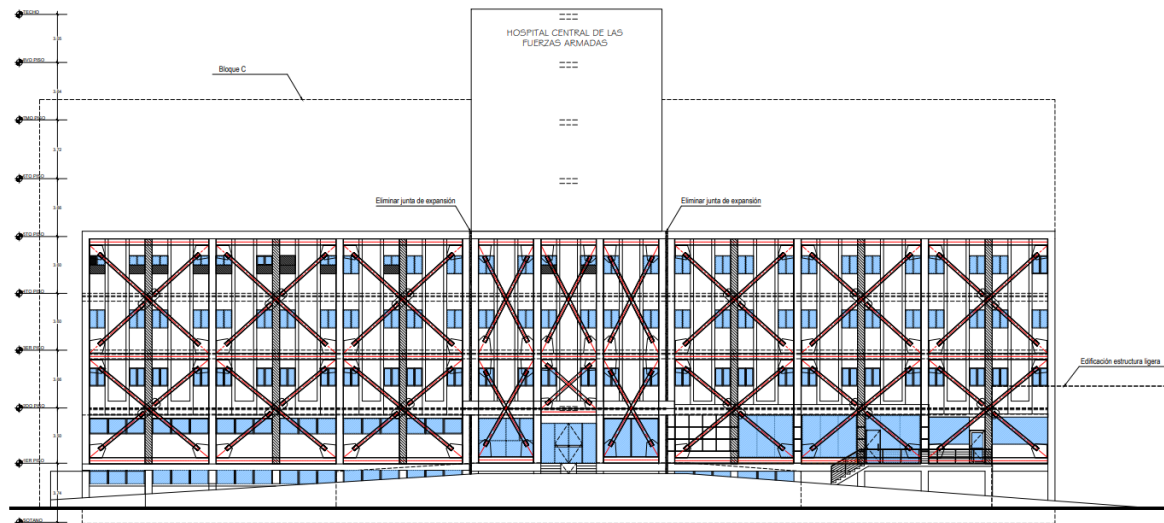
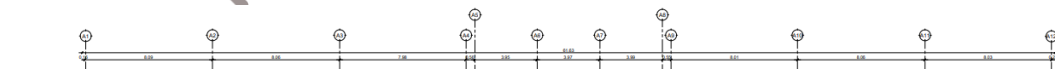
02. LOSAS APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE LAS COLUMNAS

03. COLUMNAS CORTAS

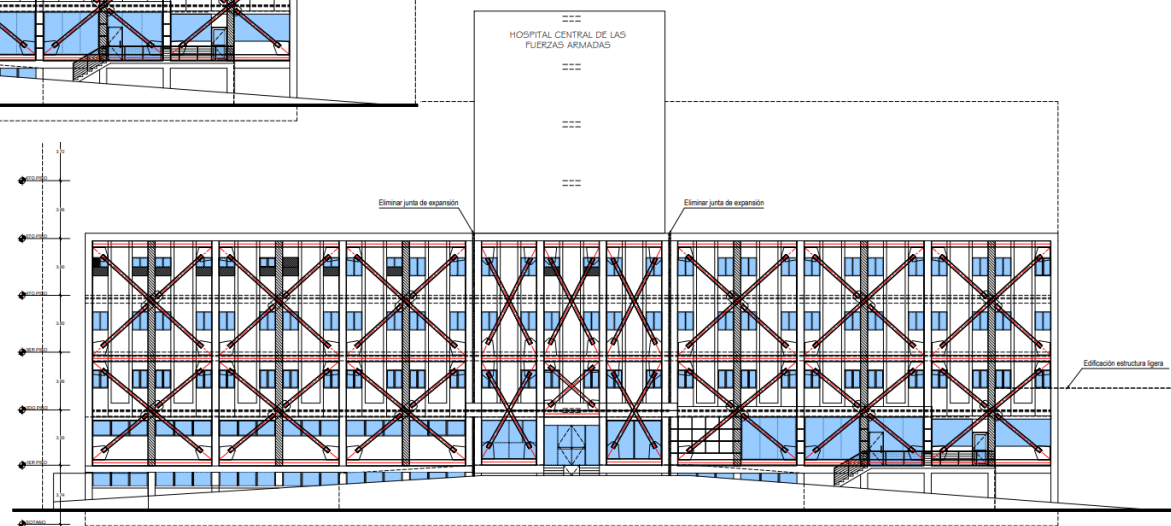
04. PISO SUAVE

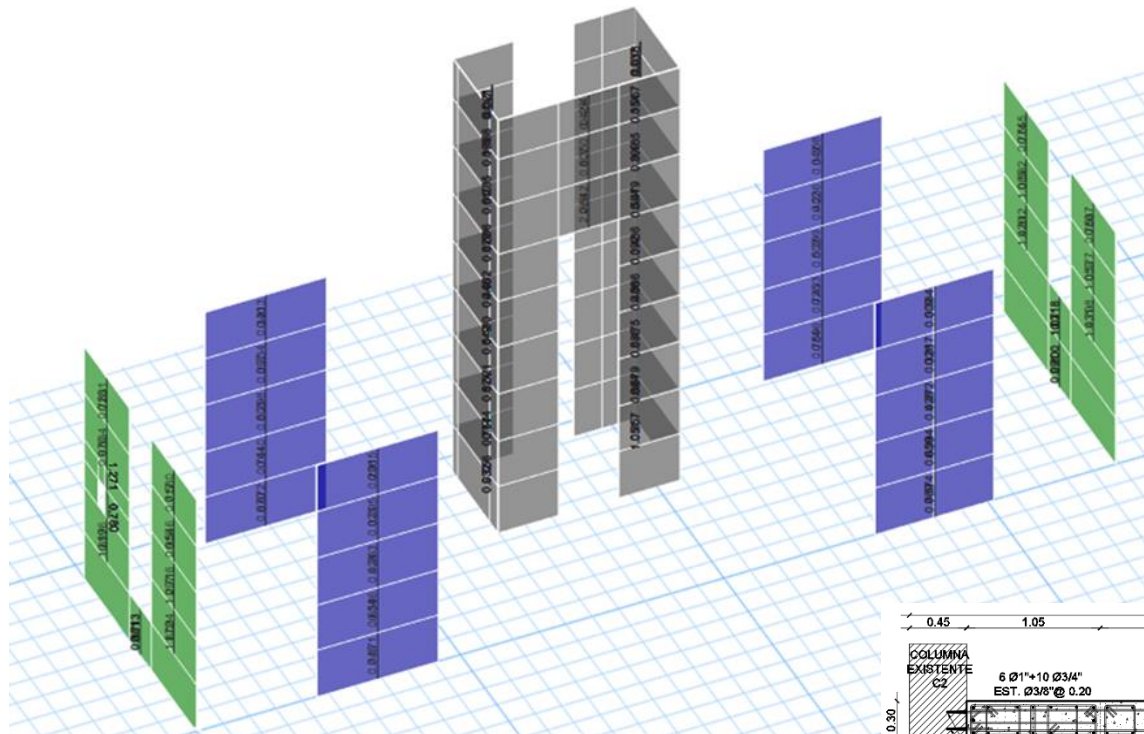
05. POSIBLE GOLPETEO



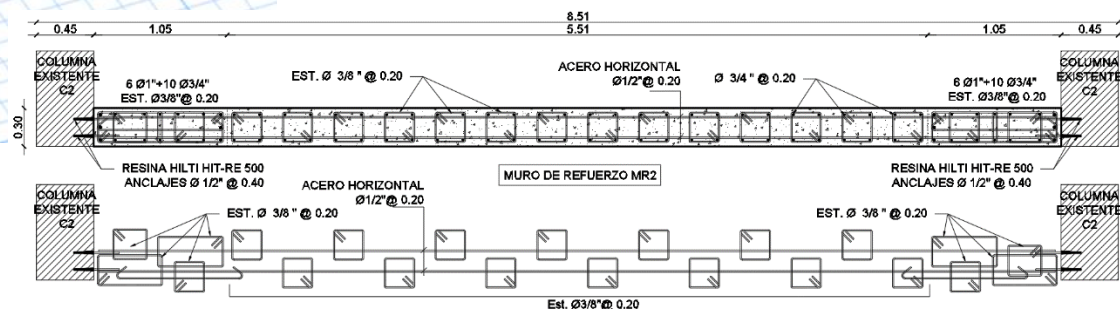


Propuesta de Refuerzo en estructura de Acero exterior





Propuesta de Refuerzo en estructura de Concreto Armado



CONSECUENCIAS

HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JOSÉ DE POPAYÁN, COLOMBIA 1983

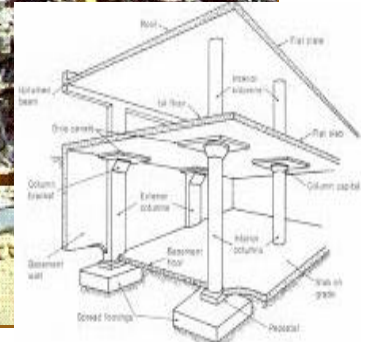
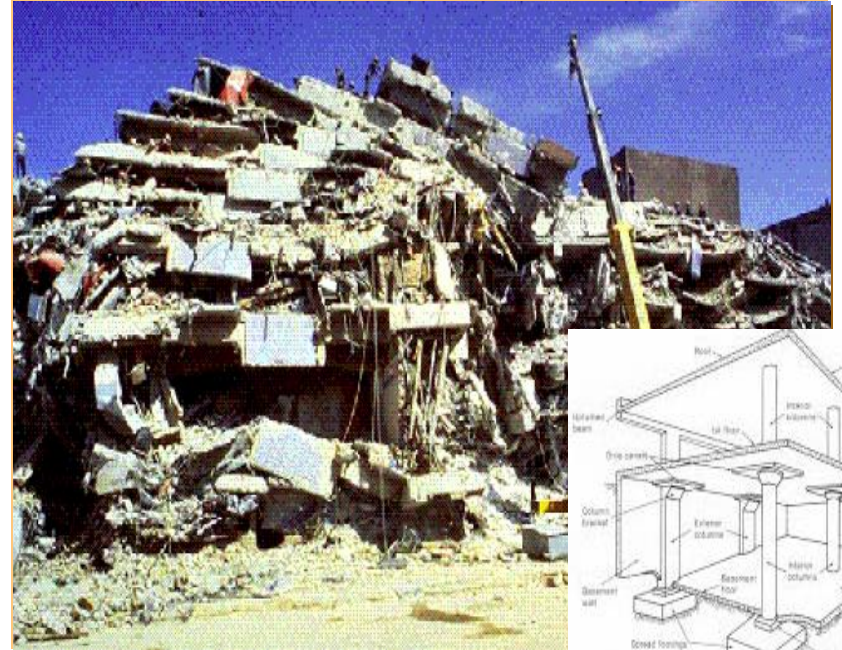
EN LOS SERVICIOS DE SALUD COLAPSARON POR EL GRAN NÚMERO
DE HERIDOS.

300 FALLECIDOS 10.000 PERSONAS DAMNIFICADAS



HOSPITAL BENITO JUÁREZ, MÉXICO 1985

FALLECIERON MÁS DE MIL PERSONAS ENTRE PACIENTES,
MÉDICOS, PERSONAL DE ENFERMERÍA Y DEMÁS
TRABAJADORES.



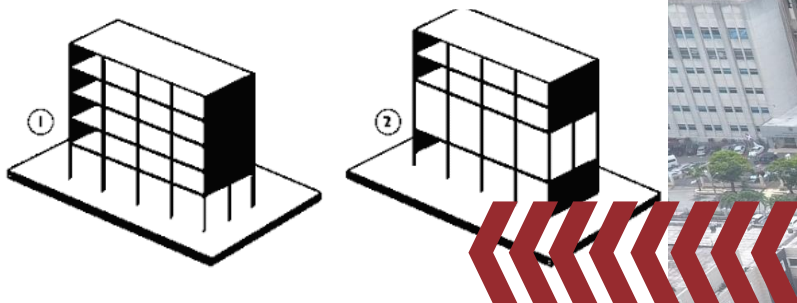
ESQUEMA LOSAS SIN VIGAS



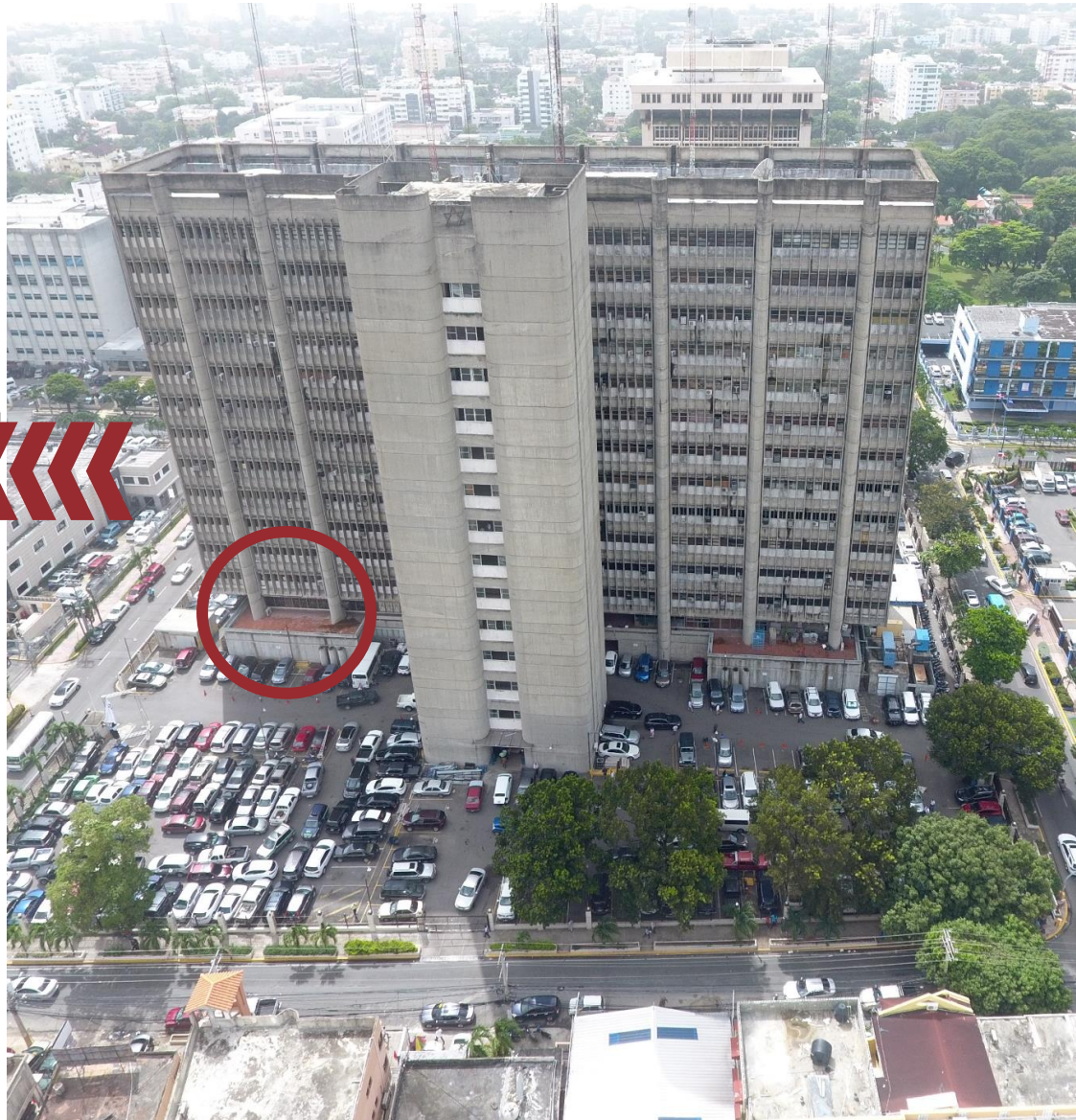
03 = EDIFICIOS DE USO PÚBLICO

EDIFICIO JUAN PABLO DUARTE

EFFECTO DE DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

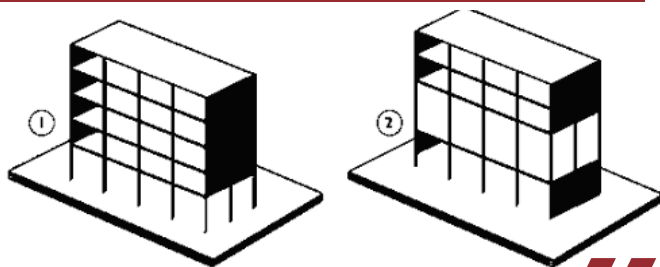


POSIBLES CONSECUENCIAS DEL EFECTO DE DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES



EDIFICIO BANCO CENTRAL

EFFECTO DE DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES



POSIBLES CONSECUENCIAS DEL EFFECTO DE DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES



04=

ACUEDUCTOS, TANQUES Y
ESTACIONES DE BOMBEROS



DAÑOS COMUNES CAUSADOS POR TERREMOTOS EN TANQUES.

» GRANDES ESFUERZOS AXIALES DE COMPRESIÓN, DEBIDO A LA FLEXIÓN Y ESFUERZOS AXIALES, QUE PRODUCEN LA FALLA POR PANDEO CONOCIDA COMO PATA DE ELEFANTE.

» INESTABILIDAD DEL TANQUE CONTRA VOLTEO.

» FALLA DE LAS CONEXIONES ENTRE EL TANQUE Y LAS TUBERÍAS, DEBIDO A LA POCA CAPACIDAD DE ESTOS ELEMENTOS ADECUARSE A LAS DEFORMACIONES DEL TANQUE.

*TANQUES ANCLADOS, LA FUERZA CORTANTE EN LA BASE PUEDE CAUSAR DESLIZAMIENTO DEBIDO A UN MAL ANCLAJE.



Pandeo tipo "Pata de Elefante"



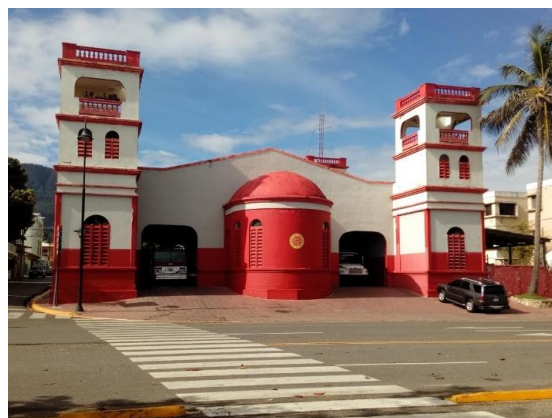
Estanque Anclado



ESTACIONES DE BOMBEROS SANTIAGO Y PUERTO PLATA

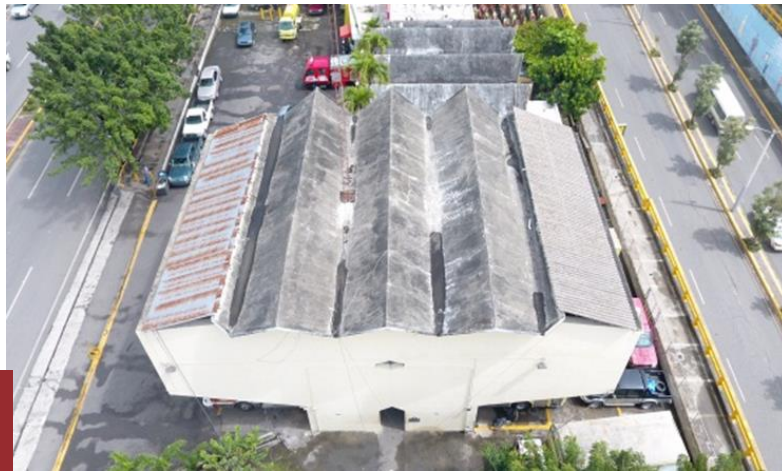
POR SU USO CLASIFICAN DENTRO DEL GRUPO I ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS R-001, QUE AGRUPA LAS EDIFICACIONES E INSTALACIONES ESENCIALES: CONSTRUCCIONES CUYAS FUNCIONES SEAN ESENCIALES PARA LA SOCIEDAD Y QUE POR LO TANTO, NO DEBEN SUFRIR DAÑOS ESTRUCTURALES O DE OTRO TIPO QUE LAS HAGAN INOPERABLES CON LA OCURRENCIA DE UN TERREMOTO.

POR SU UBICACIÓN GEOGRÁFICA, EN LA ZONA I, ALTA SISMICIDAD.



ESTADO

**ESTACIÓN
BOMBEROS
SANTIAGO**



05 = ACUEDUCTOS

HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE ACUEDUCTOS EN REPÚBLICA DOMINICANA

ÍNDICE DE ACUEDUCTO SEGURO

EL OBJETIVO DE ESTA HERRAMIENTA ES DISPONER DE UN INSTRUMENTO QUE PERMITA EVALUAR Y CONOCER LAS VULNERABILIDADES Y CAPACIDADES DE LOS SISTEMAS DE AGUAS ANTE LAS DIFERENTES AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPOGÉNICO PRESENTES EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, PARA ASÍ PODER ARTICULAR DIFERENTES MEDIDAS QUE PERMITAN AUMENTAR SU RESILIENCIA Y POR ENDE SU SEGURIDAD ANTE DESASTRES.

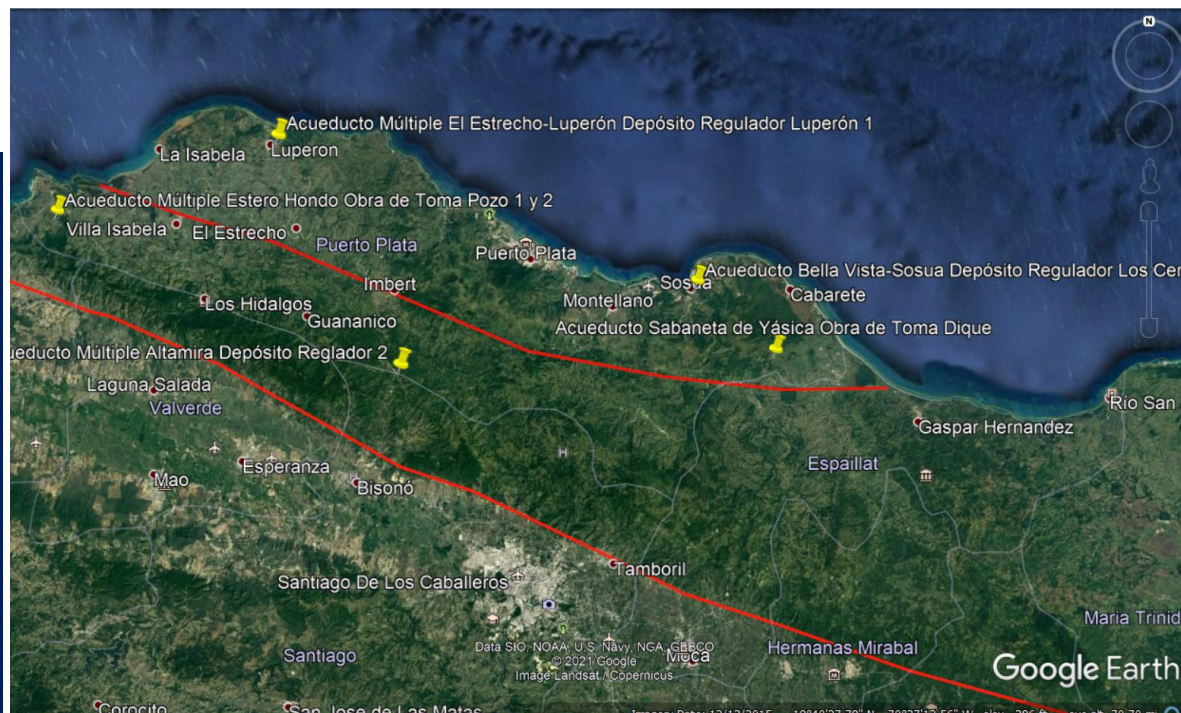


ACUEDUCTOS EVALUADOS CON LA HERRAMIENTA INDICE DE ACUEDUCTO SEGURO

SE HAN EVALUADO ALREDEDOR DE 50 ACUEDUCTOS A NIVEL NACIONAL CON ESTA HERRAMIENTA, DE LOS CUALES SOLO 5 ESTAN EN LA PROVINCIA DE PUERTO PLATA.

PROVINCIA PUERTO PLATA

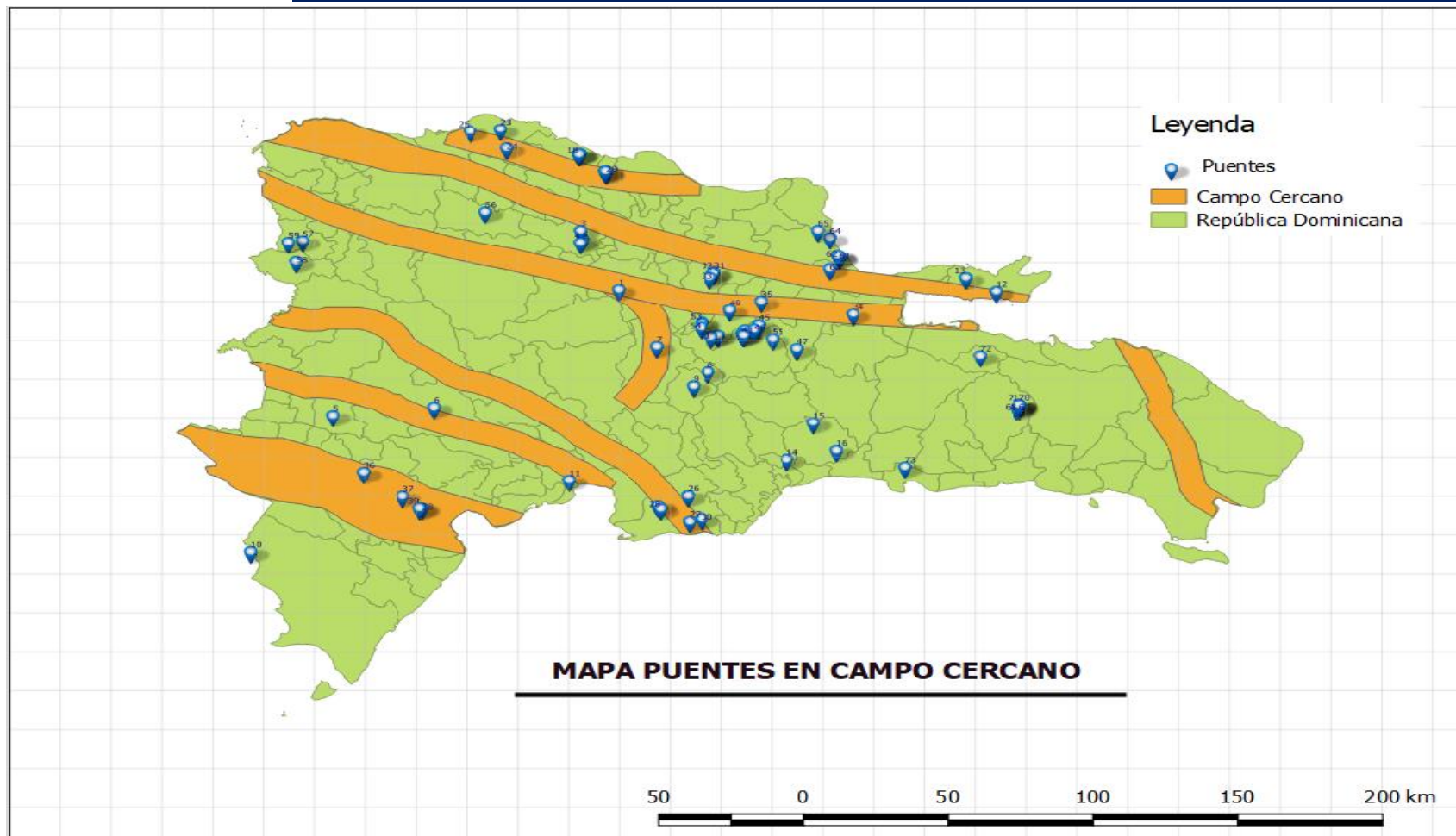
01. ACUEDUCTO ALTAMIRA.
02. ACUEDUCTO BELLA VISTA , SOSUA.
03. ACUEDUCTO LA CATALINA, CABARETE.
04. ACUEDUCTO ESTERO HONDO.
05. ACUEDUCTO MÚLTIPLE LUPERÓN.



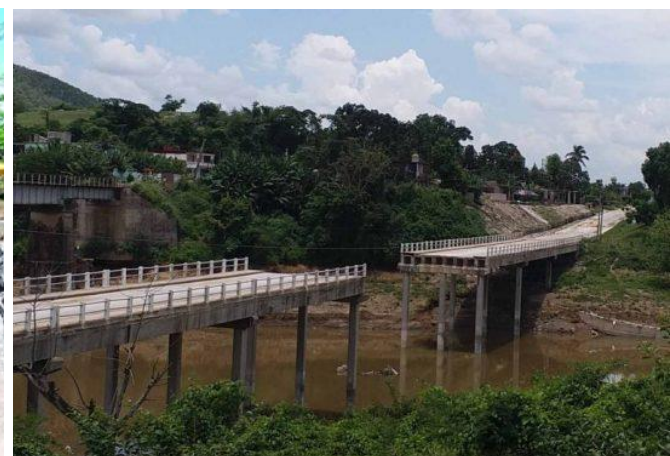
06 = PUENTES



PUENTES UBICADOS EN ZONAS CERCANAS A FALLAS PRINCIPALES DEL PAÍS



CONSECUENCIAS

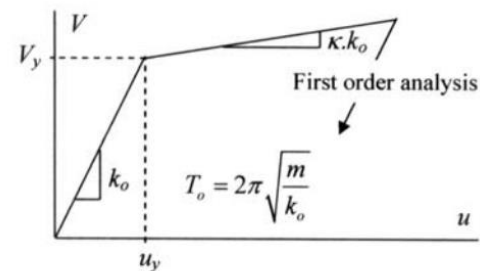
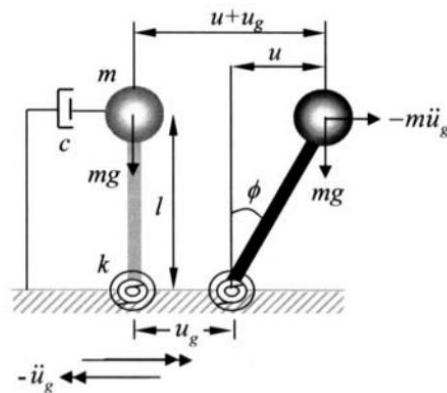


07 =

PUENTES ELEVADOS, PEATONALES, PASOS A DESNIVEL Y TÚNELES



PUENTE ELEVADO AV. KENNEDY Y WINSTON CURCHILL

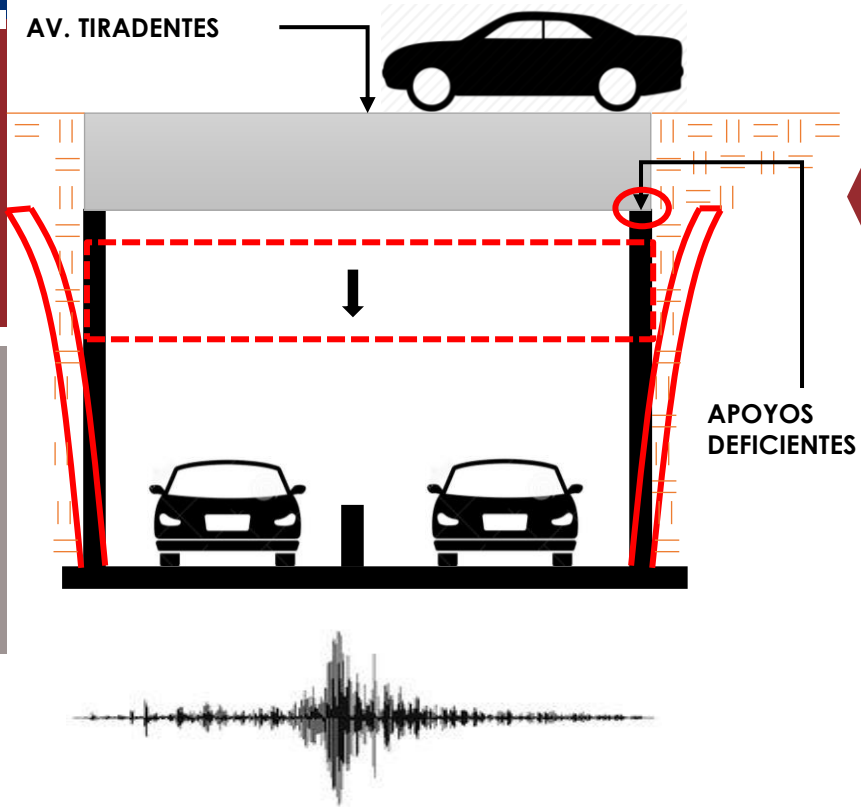


INFRAESTRUCTURA VULNERABLE

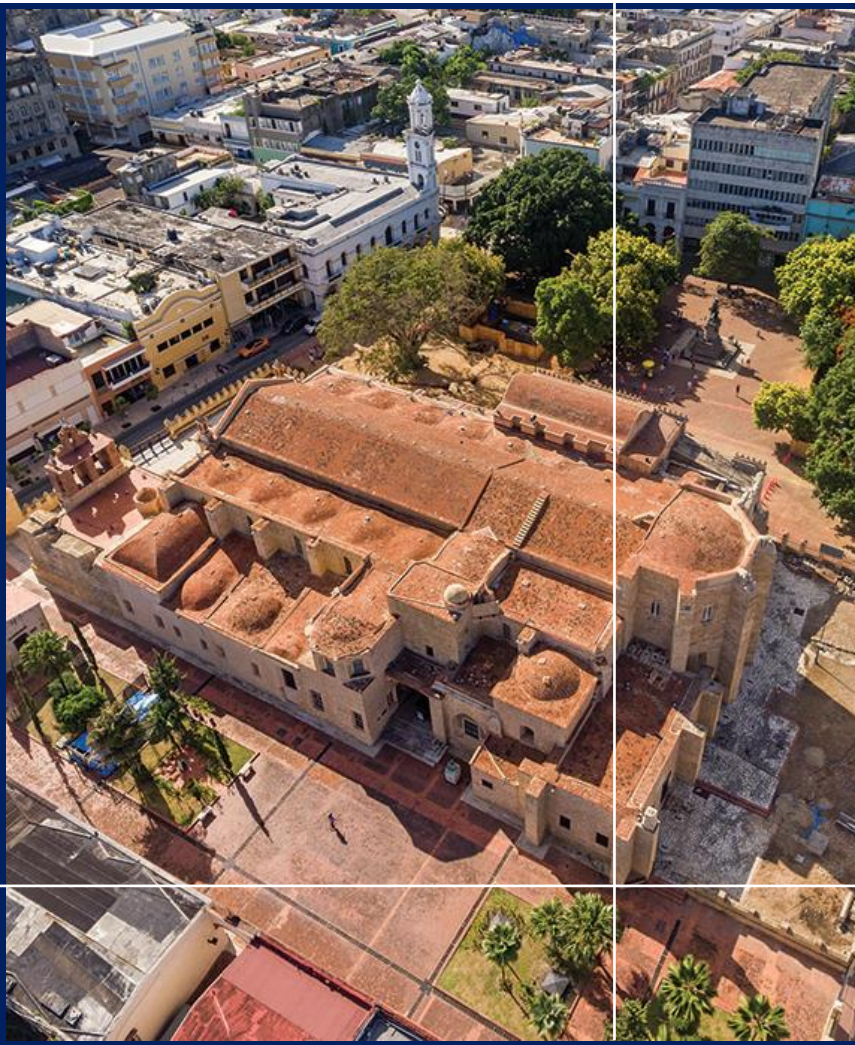
PUENTE PEATONAL MÁXIMO GÓMEZ Y PASO A DESNIVEL



PASO A DESNIVEL AV. 27 DE FEBRERO – AV. TIRADENTES



08 = EDIFICACIONES PATRIMONIALES



HOTEL FRANCÉS, ZONA COLONIAL

**PELIGRO DE NO
INTERVENIR A
TIEMPO Y
ADECUADAMENTE**



Antes de la intervención



Durante la intervención

09 = PRESAS



- **Situación actual:**

- 19 presas distribuidas en todo el país, la mayoría diseñada con la normativa sísmica de 1979.
- 6 localizadas en campo cercano.

- **Necesidad Inmediata:**

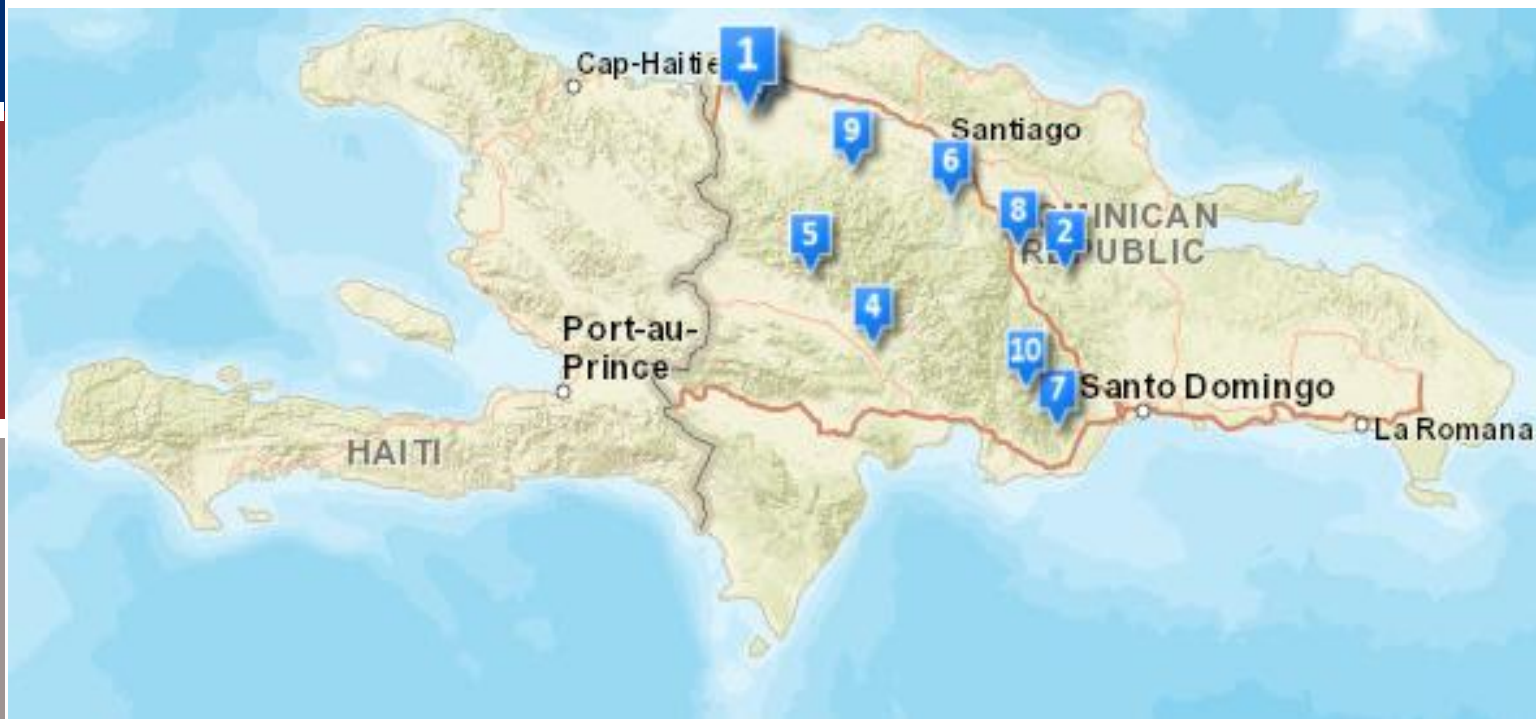
- Evaluar la vulnerabilidad de presas en la República Dominicana.

- **Acción a tomar:**

- Primera Etapa: Proyecto piloto enfocado en el estudio de las presas localizadas en campo cercano.
- Segunda Etapa: Evaluación 13 presas restantes

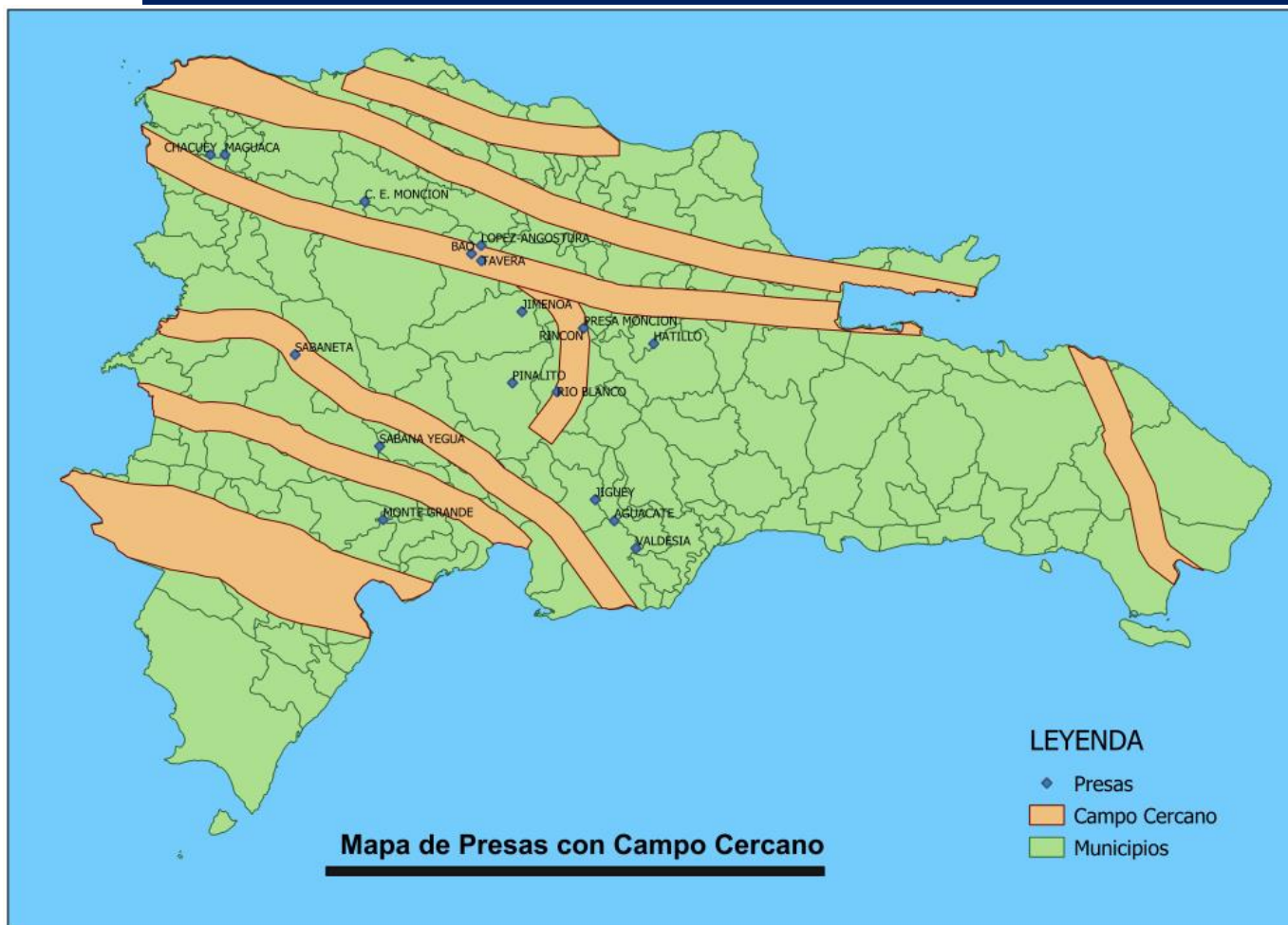


PRINCIPALES PRESAS DEL PAÍS



1. PRESA DE CHACUEY
2. PRESA DE HATILLO
3. PRESA DE MAGUACA
4. PRESA DE SABANA YEGUA
5. PRESA DE SABANETA
6. PRESA DE TAVERA
7. PRESA DE VALDESIA
8. PRESA DE RINCÓN
9. PRESA DE MONCIÓN
10. PRESA DE HIGÜEY.

PRESAS UBICADAS EN ZONAS CERCANAS A FALLAS PRINCIPALES DEL PAÍS



PRESA DE CHACUEY



PRESA DE TETON – IDAHO, USA



- FALLÓ EN 5 JUNIO DEL 1976
- 11 PÉRDIDAS HUMANAS
- USD\$ 2,000 MILLONES EN DAÑOS.

PRESA DE HIGÜEY



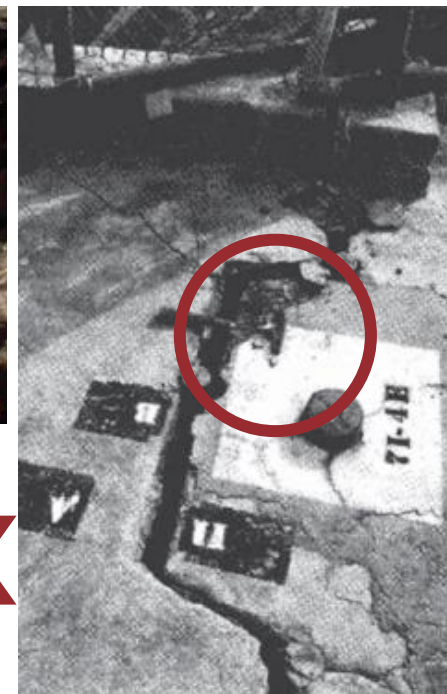
PRESA SHIH-KANG – TAIWÁN FALLÓ EN EL TERREMOTO DE CHI-CHI DEL 1999



PRESA DE VALDESIA



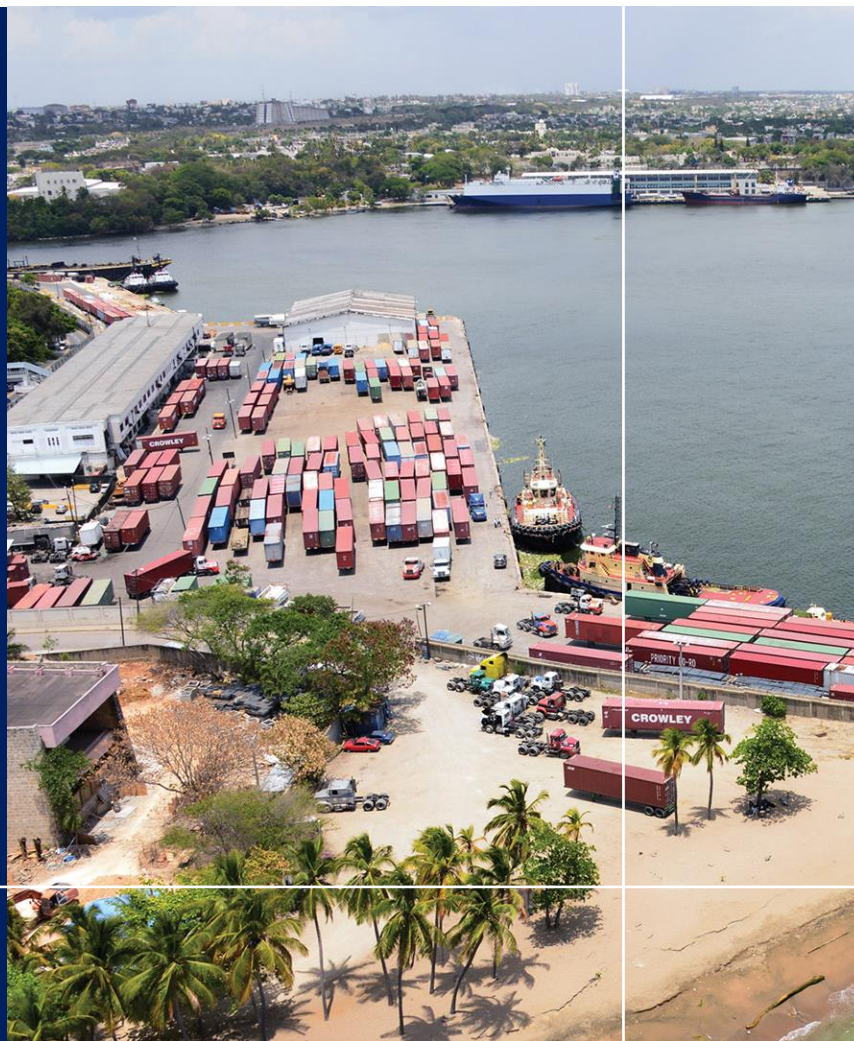
PRESA DE PACOIMA - SYLMAR, USA SUFRIÓ DAÑOS MAYORES
EN EL SISMO DE NORTHRIDGE 1994.



GRIETAS



10 = PUERTOS



- **Situación actual:**

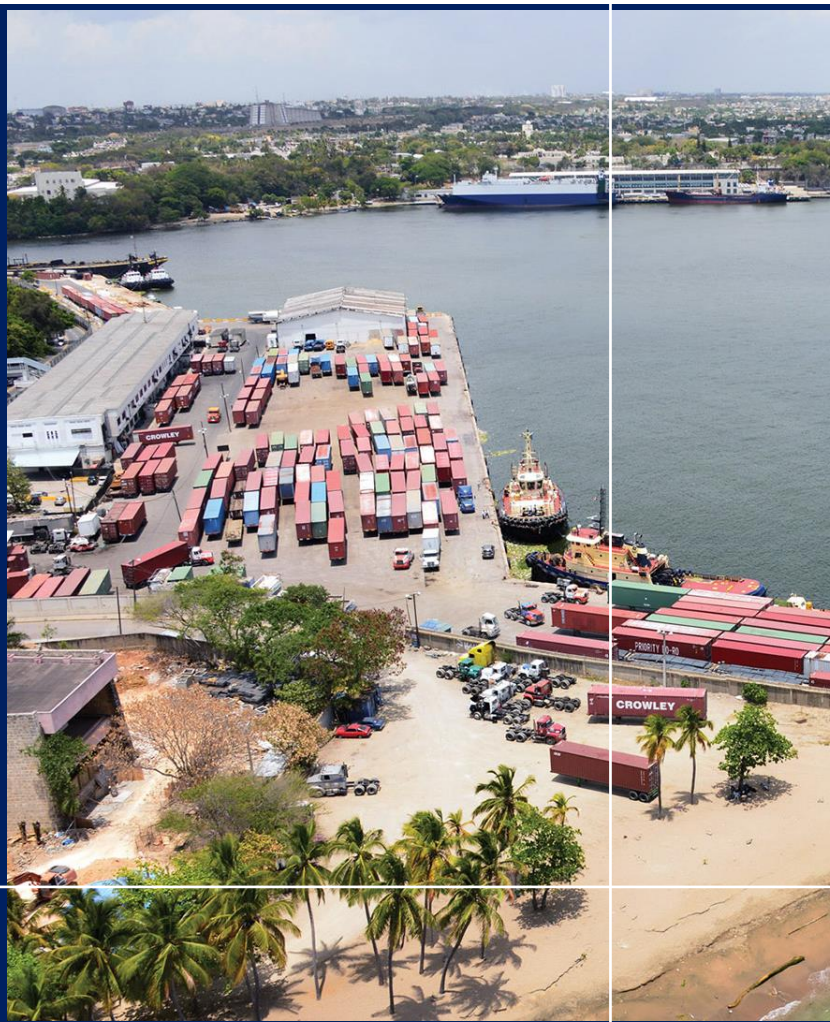
- Existencia de 13 puertos.
- Son vitales para el manejo de una emergencia como lo es la ocurrencia de un terremoto.

- **Necesidad Inmediata:**

- Evaluar la vulnerabilidad de puertos en la República Dominicana.

- **Acción a tomar:**

- Primera Etapa: Evaluación puertos localizados próximo a las fallas.
- Segunda Etapa: Evaluación de puertos restantes.



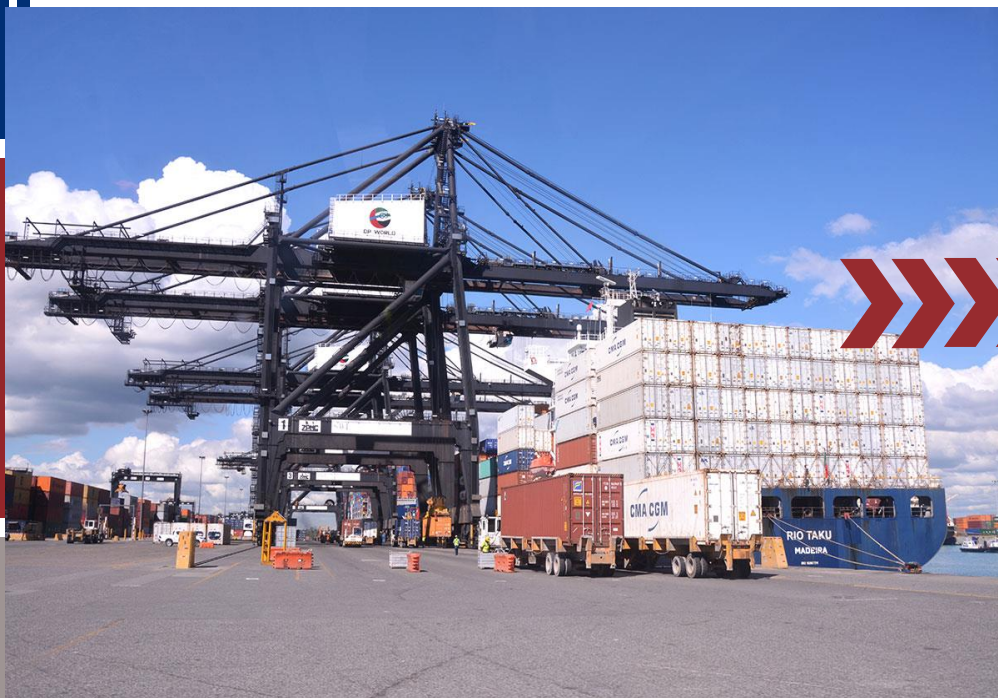
Colapso Muelle de Sans Souci



PUERTOS EXISTENTES EN REP.DOM



PUERTO MULTIMODAL CAUCEDO



Megapuerto ha movido más de 1.8 millones de contenedores

ESTRUCTURA SIMILAR COLAPSADA DURANTE UN TERREMOTO

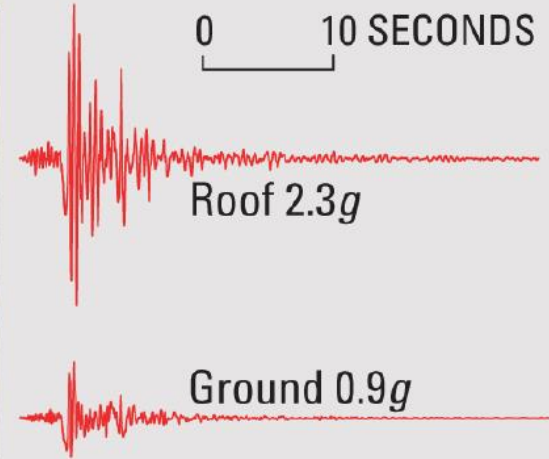


11 = INSTRUMENTACIÓN

INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación sísmica consiste en la colocación de uno o varios sensores que permiten conocer el comportamiento de las estructuras a lo largo de su vida útil y de esta manera alertar sobre eventos y condiciones extremas que podrían afectar el edificio en un momento determinado.

La información que se obtiene mediante instrumentación es de gran importancia para el mantenimiento preventivo y la preservación de la seguridad estructural de las edificaciones.



RESULTADO

EL CÓDIGO DE DISEÑO SÍSMICO PUEDE SER MEJORADO, REDUCIENDO SIGNIFICATIVAMENTE PERDIDAS ECONÓMICAS Y DE VIDAS

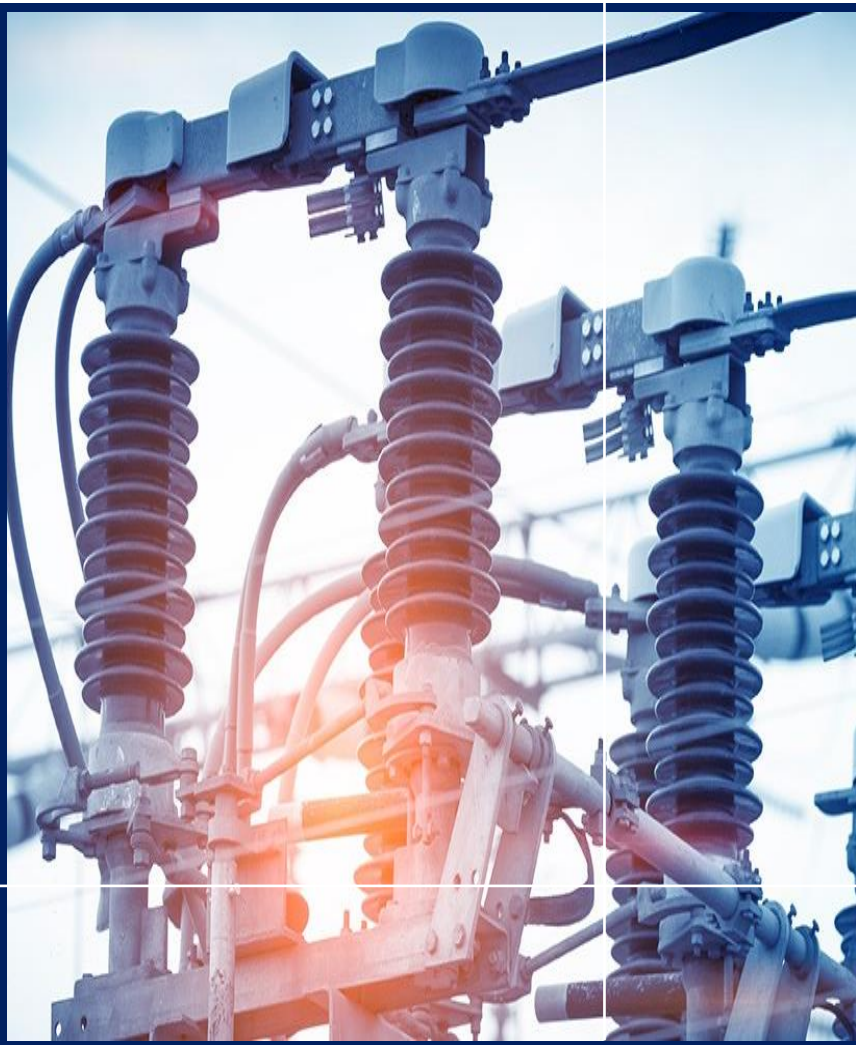
ESTAS INFORMACIONES PUEDEN SERVIR DE BASE PARA LA TOMA DE DECISIONES :

- **EN SITUACIONES DE RESPUESTAS DE EMERGENCIAS**
- **EN REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS Y REFORZAMIENTO**
- **ASEGURAR EL CONTENIDO DE DICHAS ESTRUCTURAS (EJ. HOSPITALES ASEGURAR LOS EQUIPOS MÉDICOS)**

PARA LOGRAR ESTOS OBJETIVOS SE REQUIERE DE MONITOREO CON INSTRUMENTACIÓN ESTRUCTURAL.

12=

ESTACIONES ELECTRICAS Y/O
SUBESTACIONES ELECTRICAS



CONSECUENCIAS

DAÑOS CAUSADOS POR SISMOS A LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.



**INTERRUPTOR COLAPSADO QUE EN SU CAÍDA,
ARRASTRÓ EQUIPOS ALEDAÑOS**

CONSECUENCIAS

DAÑOS CAUSADOS POR SISMOS A LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.



CAÍDA DE POSTES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN QUEBRADOS EN LA BASE

13 =

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES EN HOSPITALES Y EDIFICIOS DE USO PÚBLICO

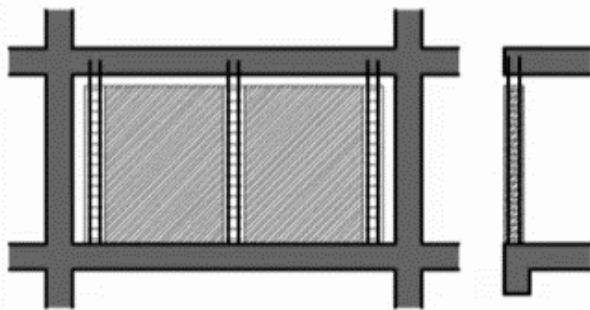


POR QUÉ INTERVENIR LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES?

MITIGACIÓN Y PROPUESTA

DILATACIÓN EN CARA
SUPERIOR DEL MURO

DILATACIÓN EN CARAS
LATERALES



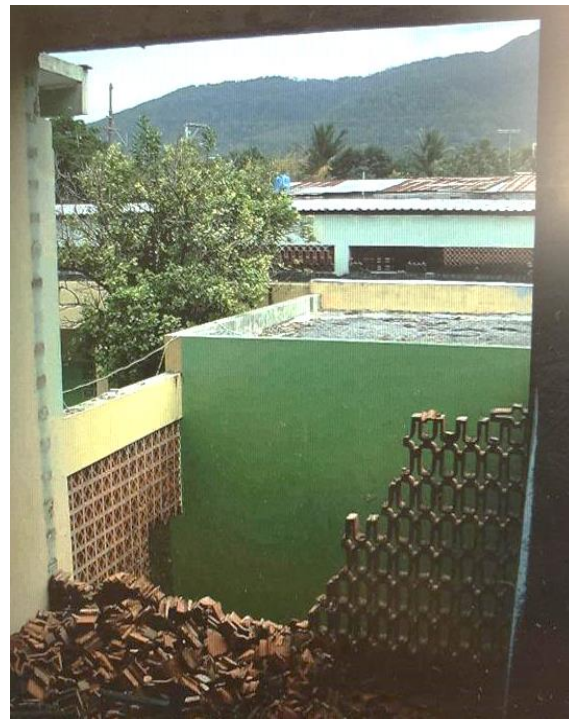
FIJACIÓN DE MURO DILATADOS

MUROS NO ESTRUCTURALES

DAÑOS EN LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES POR UN SISMO



LORCA, EN ESPAÑA, 2011



REPÚBLICA DOMINICANA

PUEDEN PONER EN PELIGRO A LOS TRANSEÚNTES Y BIENES EXPUESTOS AL CAER AL EXTERIOR.

14=

RED DE
EVALUADORES (REED)

¿QUÉ ES LA RED DE EVALUADORES?

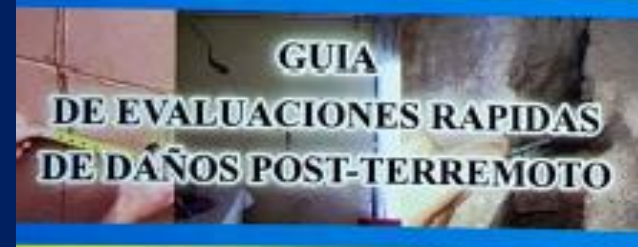
LA RED DE EVALUADORES SON LOS RECURSOS HUMANOS QUE SE PUEDEN CAPACITAR PARA EVALUAR Y DIAGNOSTICAR, EN CASO DE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS SÍSMICOS DE ENVERGADURA, SI LAS EDIFICACIONES O INFRAESTRUCTURAS VITALES, ESTÁN APTAS Y SON SEGURAS PARA SER UTILIZADAS POR LOS CIUDADANOS.

CON ELLO PODREMOS DAR UNA RESPUESTA RÁPIDA DE EVALUACIÓN Y IDENTIFICACIÓN DE AQUELLAS EDIFICACIONES Y OBRAS VITALES COMO PUENTES, CARRETERAS, PRESAS, ETC., QUE PUEDAN SER OBJETO DE RECONSTRUCCIONES, REFORZAMIENTOS O DEMOLICIONES SEGÚN LOS DIAGNÓSTICOS SE HAGAN.

TODO ESTO CON EL FIN DE MEJORAR COMO PAÍS NUESTRA CAPACIDAD DE MANTENER NUESTRA ECONOMÍA Y ACCEDER A PRESTAMOS Y PROGRAMAS QUE PERMITAN LA RE CONSTRUCCIÓN RÁPIDA DEL PAÍS EN CASO DE LA OCURRENCIA DE UN TERREMOTO.



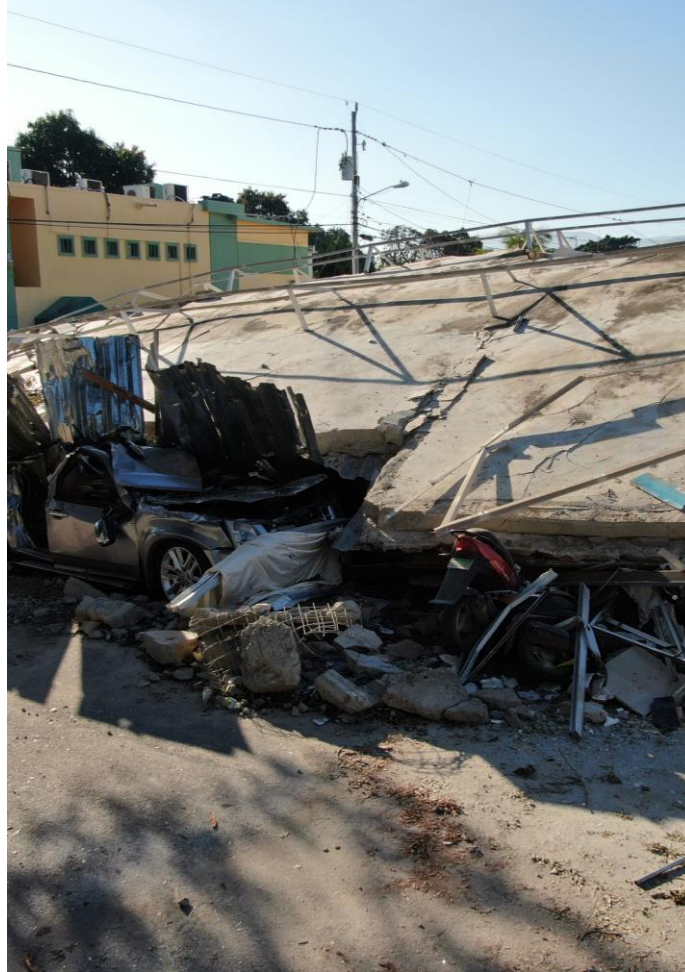
INSTITUTO NACIONAL DE EVALUACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
DE INFRAESTRUCTURA Y EDIFICACIONES (ONESVIE)



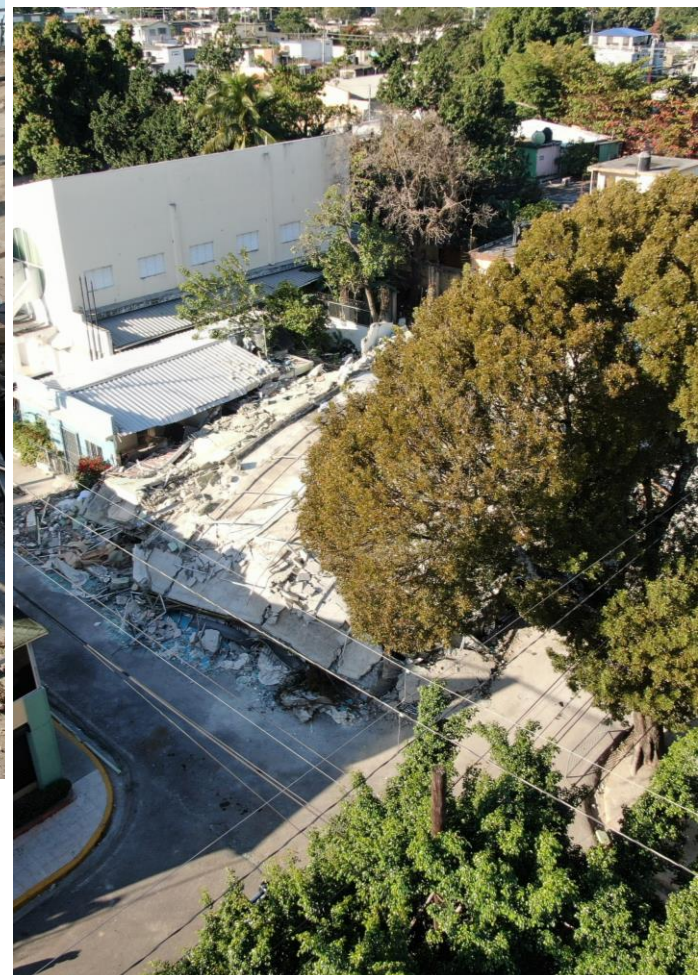
Primer Diplomado de Evaluación de Edificaciones

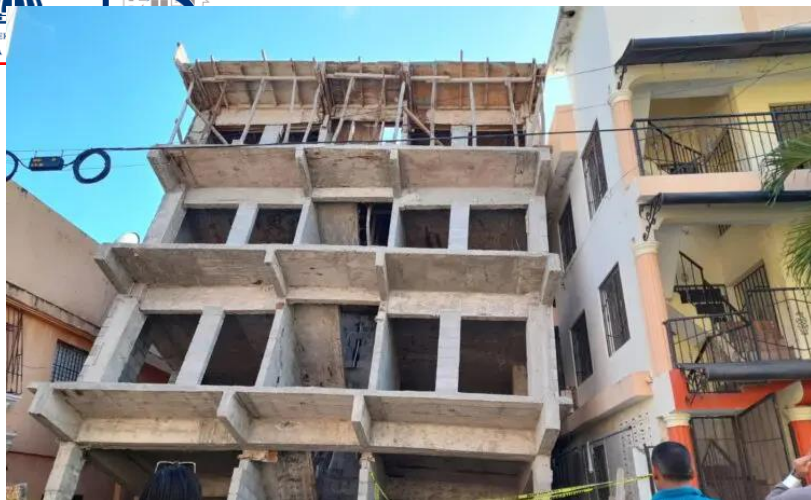






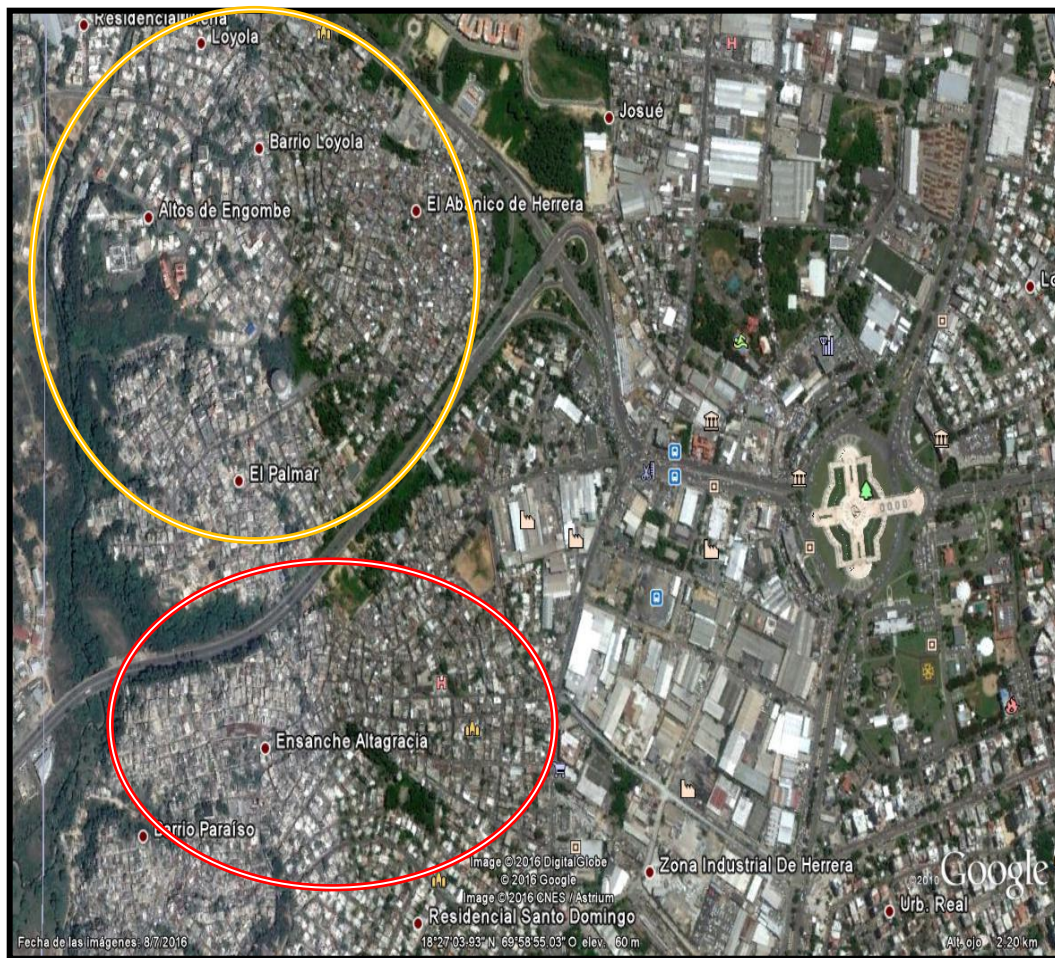
**EDIFICIO COLAPSADO
EN LA VEGA**





**EDIFICIO COLAPSADO
EN SAN CRISTOBAL**

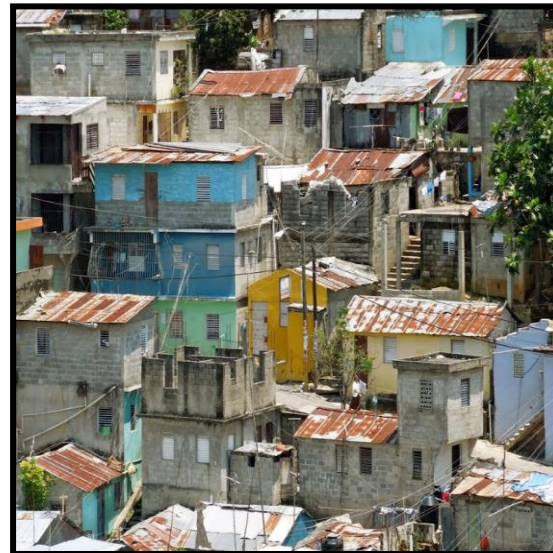
Imagen de zonas vulnerables en Santo Domingo



Construcciones Informales



Los Guandules



La Puya de
Arroyo Hondo

Los grandes desafíos que debemos entender y afrontar,
para poder apoyar nuestro país antes de que nos llegue
nuestro terremoto (EDIFICIOS SECTOR PRIVADO)



**GRACIAS
¡AÚN TENEMOS TIEMPO!**

