

EVALUACIÓN PATOLÓGICA DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y EFECTOS
DEL OLEAJE EN EL FUERTE-BATERÍA DE SAN JOSÉ Y SAN FERNANDO DE
BOCACHICA



Arnoldo Berrocal Olave

Doctorando

Directores:

Rafael Jesús López Guzmán, Ph. D Historia del Arte. Universidad de Granada.
Juan Carlos Olmo García, Ph. D Expresión Gráfica en la Ingeniería. Universidad de
Granada.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Departamento de Historia del Arte
Junio de 2018.

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Arnoldo Berrocal Olave
ISBN: 978-84-9163-934-3
URI: <http://hdl.handle.net/10481/52443>

Agradezco a Dios por darme la posibilidad de cumplir este sueño.

Mis dedicatorias, a mi padre en el cielo, siempre agradecido por tus enseñanzas y tu guía. A

mi madre, por siempre estar ahí

Agradecimientos

A todas las personas que de alguna manera pusieron su granito de arena para que yo pudiera realizar esta investigación. Agradezco especialmente a mis directores Rafael Jesús López Guzmán y Juan Carlos Olmo García quienes me brindaron su ayuda y guía durante todo el proceso, muchas gracias por sus observaciones y apreciaciones.

Resumen

Las riquezas patrimoniales heredadas por Cartagena de Indias desde el periodo Virreinal, y la declaración por parte de la UNESCO como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad en 1984, le confieren un carácter de gran importancia a la conservación del conjunto de monumentos con tal distinción. Con el objetivo de contribuir a la conservación del Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica, se presenta en este documento una investigación desde el punto de vista técnico de ambas edificaciones teniendo en cuenta una evaluación patológica realizada a las mismas y se muestra además una propuesta de reforzamiento.

El modelado del Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica mediante el software SAP 2000 V.16.1.1 permitió evaluar el estado actual de la estructura, así como el comportamiento de las mismas ante la incidencia de diferentes condiciones de carga. Se propuso entonces analizar seis casos diferentes de condiciones de carga, las cuales se evaluaron para dos estados de la cimentación; una, considerando apoyos empotrados y otra teniendo en cuenta la interacción suelo-estructura.

Las condiciones impuestas a ambas edificaciones por el emplazamiento de las mismas, se incluyeron en el modelo, mediante la evaluación de la resistencia de los materiales constitutivos de los mismos; las cuales se obtuvo de a través de ensayos destructivos aplicados a muretes conformados por materiales propios del periodo virreinal y una amplia revisión bibliográfica; se consideró entonces, las cargas aportadas por el peso propio de los materiales, cargas por ocupación, empujes debido a presencia de rellenos y los efectos del oleaje. Las consideraciones sísmicas se incluyeron a través de espectros de diseño, teniendo en cuenta lo especificado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, mediante el cual se regulan los procesos de diseño y construcción de edificaciones en Colombia.

El análisis permitió establecer que la dinámica marina y las obras de dragado en el canal de acceso a la bahía de Cartagena, tienen influencia en las condiciones de soporte de los fuertes. El principal efecto del oleaje en los mismos está relacionado con el arrastre de suelo de soporte y el impacto sobre los sillares de cimiento. Adicionalmente, los factores ambientales y antropológicos contribuyen al deterioro de los materiales disminuyendo consecuentemente la resistencia de los mismos. Es necesario entonces, la intervención de las patologías existentes y la implementación de estructuras de protección marítima que permitan mitigar los efectos del oleaje sobre los fuertes.

PALABRAS CLAVE: Conservación del Patrimonio, Modelado, Patología Estructural.

Abstract

The patrimonial wealth inherited by Cartagena de Indias since the Viceroyalty epoch, and the declaration by UNESCO as Historical and Cultural Patrimony of Humanity in 1984, confer a character of great importance to the conservation of the set of monuments with such distinction. With the objective of contributing to the preservation of the Fort- Battery of San José and San Fernando Fort of Bocachica, it is presented in this document a research from the technical point of view of both buildings taking into account a pathological evaluation made to them and a proposal of reinforcement is also shown.

The modelling of Fort- Battery of San José and San Fernando Fort of Bocachica using the software SAP 2000 V.16.1.1 allowed to evaluate the current state of the structure, as well as the behaviour of the same before the incidences of different load conditions. It was proposed to analyse six different cases of load conditions, which were evaluated for two states of the foundation, one considering recessed supports and another considering the soil-structure interaction.

The conditions imposed on both buildings by their location were included in the model, through the evaluation of the resistance of the constituent materials of the same; which were obtained through destructive tests applied to walls made up of materials typical of the Viceroyalty epoch and a wide bibliographical revision; loads were considered as weight of the materials, loads for occupation, push due to presence of landfills and the effects of the waves. Seismic considerations were included through design spectrums, taking into account what is specified in the Colombian Construction Regulation Resistant Seism NSR-10, which regulates the design and construction processes of buildings in Colombia.

The analysis allowed to establish that the marine dynamics and the dredging works in the channel of access to the bay of Cartagena, have influence in the conditions of support of the forts. The main effect of the waves in them is related to the drag of support soil and the impact on the foundation ashlar. Additionally, the environmental and anthropological factors contribute to the deterioration of the materials, consequently reducing their resistance. It is necessary, then, the intervention of existing pathologies and the implementation of structures of maritime protection that allow to mitigate the effects of waves on the forts.

KEYWORDS: Heritage Conservation, Modelling, Structural Pathology.

INDICE GENERAL

Introducción	17
I. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN. Aspectos generales	21
I.1 Planteamiento del problema.....	23
I.2 Objetivos	27
I.3 Justificación	28
II. CONSIDERACIONES PARA LA RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO	
31	
II.1 Importancia histórica de los fuertes.....	33

II.2 Consideraciones para la restauración del patrimonio histórico. Marco Legal.....	36
III. ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REFUERZO DE LOS FUERTES SAN FERNANDO DE BOCACHICA Y SAN JOSÉ	43
III.1 Estudio topográfico, de clima marítimo, caracterización oceanográfica	45
III.2 Estudio Geotécnico de la cimentación.....	49
IV. REVISIÓN HISTORICA: Materiales y Métodos	57
IV.1 Los centros de producción de los materiales con que se construyó la ciudad de Cartagena de indias.....	59
IV.2 Los materiales y usos en la construcción de fortificaciones en Cartagena	62
IV.3 Sistemas constructivos – cimientos.....	65
IV.4 Sistemas constructivos – muros.....	70
V. MARCO REFERENCIAL.....	71
V.1 Marco teórico.....	73
V.1.1 Vulnerabilidad sísmica.....	73
V.1.1.1 Determinación de las solicitaciones sísmicas.....	74
V.1.1.2 Determinación de las solicitaciones no sísmicas	81
V.3. Antecedentes.....	109
VI. MATERIALES CONSTITUTIVOS	119
VII. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO: Patología.....	151

VII.1 Causas intrínsecas	153
VII.1.1 Evaluación patológica del Fuerte-Batería de San José.	156
VII.1.2 Evaluación patológica del Fuerte San Fernando de Bocachica.	160
VII.2 Causas extrínsecas	166
VII. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	171
VII.1 Resultados y Análisis	190
VII.1.1 Fuerte- Batería de San José	190
VII.1.2 Fuerte San Fernando de Bocachica	228
IX. CONSIDERACIONES FINALES.....	261
IX.1 Conclusiones	263
IX.2 Recomendaciones	268
X. GLOSARIO.....	303
XI. BIBLIOGRAFÍA	309
Lista de tablas.....	319
Lista de ilustraciones.....	324
Lista de anexos	340



*K armairi, Fuerte San Fernando de Bocachica. (2015). [Fotografía].
Recuperado de: <http://www.dronestagr.am/san-fernando-de-bocachica-2/>*

Introducción

“Tengo el presentimiento que la Bahía, la Isla, la Fuerte y fortificada Fortaleza, el Parque Arqueológico, fueron creados todos al mismo tiempo que se creó el Caribe, tal es la armonía, sentido, oportunidad y belleza de lo que allí existe. Nada sobra y todo es necesario. Todo, forma parte de la realidad del vivir. Todo forma parte de un Patrimonio cultural de la Humanidad, de un Patrimonio común de la Naturaleza y de la Sociedad.”

(UNESCO, 2003)

Justo Nieto, Rector Universidad Politécnica de Valencia

Presidente de Fórum UNESCO Universidad y Patrimonio

II Taller Internacional de Fortificaciones. Investigación del Fuerte de San Fernando de Bocachica:

Una visión integral.

En el año 1984, la UNESCO le concedió al Puerto, Fortificaciones y Grupos de Monumentos de Cartagena de Indias el estatus de Patrimonio Mundial de la Humanidad, en reconocimiento del incalculable valor histórico y arquitectónico que estos representan para el mundo. Esta distinción no fue sin mérito alguno, pues Cartagena, conocida como la joya de la Corona en la época colonial [se usa frecuentemente para referirse al Periodo Virreinal o Hispánico en América], posee el ejemplo de arquitectura militar del periodo comprendido entre los siglos XVI y XVIII más extenso y uno de los más completos del Nuevo Mundo.

En Cartagena, el aprovechamiento de su legado histórico representa un aspecto fundamental, teniendo en cuenta que el turismo se ha convertido en una de las principales fuentes de ingresos de la ciudad. La protección y conservación de las construcciones históricas, entonces, es de significativa importancia considerando la riqueza de su patrimonio arquitectónico.

El Fuerte- Batería de San José y San Fernando de Bocachica, objetos de estudio de esta investigación, por extensión, portan la distinción de Patrimonio Mundial de la Humanidad. Estos fuertes se alzan cual guardianes custodiando la entrada a la bahía de

Cartagena a través de la Bocachica. Es una de las primeras muestras de historia cartagenera en ser apreciadas por los cruceros, buques y trasatlánticos que llegan a la ciudad. Su presencia lleva implícito un mensaje que hace eco del epíteto utilizado para referirse a la ciudad: *“Hemos sido atacados por piratas sin escrúpulos, hemos sido sitiados por almirantes orgullosos; pero aquí estamos y aquí seguiremos”*. (Lozano & Gonzalez, 2012)

Lo anteriormente expresado permite inferir que tanto el Fuerte- Batería de San José como el Fuerte San Fernando de Bocachica, constituyen en la actualidad, uno de los elementos más valorados del estado, no solamente por su historia, sino también porque se han ido convirtiendo en un ente de desarrollo económico, social, turístico y cultural de la ciudad de Cartagena de Indias, lo que ha originado que sean receptores de un sinnúmero de actuaciones y agresiones, que han provocado importantes problemas de gestión ambiental y en la calidad estructural de ellas, comprometiendo no sólo el presente, sino también el futuro de estas magníficas reliquias de nuestro país.

Decidir las actuaciones adecuadas en cada caso es tarea fundamental de muchos profesionales de distintas disciplinas, que deben proceder de forma conjunta, si se quiere llegar a soluciones óptimas; donde se hace imprescindible aumentar los conocimientos científicos en los procesos de conservación de estas, donde cada estado de ellas posee características estructurales determinadas que llevan a la Ingeniería de Estructuras a introducir modelos numéricos y métodos que integren todos estos conocimientos con el objetivo de poder determinar las magnitudes de los factores internos y externos que influyen en la estabilidad estructural de los fuertes de San José y San Fernando de Bocachica, como lo son los agentes climáticos, efecto producido por el oleaje alrededor de ellas, la ampliación

del canal de Bocachica o poder determinar el comportamiento de estas emblemática edificaciones ante un posible caso de sismo en la ciudad. Teniendo en cuenta estos factores y sus respectivas incidencias en la seguridad y estabilidad de estas, nace la prioridad de encontrar mecanismos de prevención y conservación que se encuentren enmarcados en diferentes objetivos y escalas de espacio-tiempo, donde se encuentre una organización sistemática de los agentes más relevantes en la estabilidad estructural de los fuertes, que conduzcan a resultados confiables y reales, que permitan realizar una posterior intervención en la búsqueda de soluciones óptimas para la armonía entre el desarrollo económico, social y cultural, y la conservación del patrimonio.

La evolución a corto plazo de la forma, conservación y calidad de los fuertes de San José y San Fernando de Bocachica, por acciones de factores antrópicos y ambientales, es el objetivo fundamental del presente proyecto. En el cual se realizará una Evaluación Patológica y de Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte-Batería de San José y San Fernando de Bocachica, con el fin de preservar y mantener estas en el espacio y en el tiempo; de modo que permanezcan incólumes y sobrevivan como centinelas de tiempos idos y monumento a los ingenieros militares que consagraron su vida a la defensa del imperio, tal como lo expresó Alberto Samudio Trallero, director del Posgrado de Restauración de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, seccional del Caribe Colombia, en el documento *“Introducción al Proyecto de Restauración de la Fortaleza de San Fernando de Bocachica.* (UNESCO, 2003, págs. 15-24)

I. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

Aspectos generales



K armaili, Forte San Fernando de Bocachica. (2015). [Fotografía].

Recuperado de: <http://www.dronestagr.am/san-fernando-de-bocachica-2/>

I.1 Planteamiento del problema.

Con el objetivo de proporcionar una herramienta numérica en el campo de la ingeniería de estructuras que facilite la elaboración de investigaciones con metodologías definidas en el campo de la conservación de monumentos históricos, como es el caso del Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica, se realizaron análisis estructurales a las edificaciones antes mencionadas, mediante la evaluación patológica de las mismas y el modelado a través del software SAP2000 V.16.1.1, teniendo en cuenta, tipo y características de los materiales, técnicas constructivas, condiciones de suelo y el estado de cimentaciones. Lo anterior, con el fin de que, lo que aquí se proponga permita la conservación de bienes inmuebles declarados como patrimonio histórico de la humanidad. Por tanto, es lógico aspirar a mantener estas estructuras en el tiempo, lo cual implica conservarlas cuando estén en posible estado de deterioro, teniendo en cuenta no modificar la arquitectura original de las mismas.

Aunque hoy día se procura y promueve la conservación de estas dos grandes obras insignes de la ciudad, cabe resaltar que no han pasado inadvertidas ante las inclemencias del tiempo y a otros factores que están amenazando su integridad, entre los cuales se encuentran los actos vandálicos, contaminación ambiental, ampliación del canal de Bocachica y efectos producidos por el oleaje que desestabilizan la estructura de forma progresiva. El hecho de que no se contara con una información puntual que permitiera al ingeniero de estructuras tener una guía de cómo es el comportamiento estructural de estos fuertes frente a diferentes solicitaciones, hizo necesario que este proyecto tuviera como principal reto la determinación

Patológica y de Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte-Batería de San José y del Fuerte San Fernando de Bocachica.

En este caso en particular, evaluaron estas dos edificaciones muestras de la arquitectura militar correspondientes al Periodo Virreinal debido a la importancia que representan, siendo así una de las principales razones por las cuales la ciudad fue declarada patrimonio histórico y cultural de la humanidad.

Para lograr dicho objetivo fue de vital importancia realizar primero un diagnostico patológico y posteriormente una evaluación estructural que permitieron proponer alternativas de refuerzo para ambos fuertes. En este sentido surgieron interrogantes que enmarcaron el proceso de investigación:

- ¿Cuáles son las principales características de los materiales y procesos utilizados en la construcción de los Fuertes-Baterías de San José y San Fernando de Bocachica de la Ciudad de Cartagena?
- ¿Qué tan comparable pueden ser los resultados arrojados por las investigaciones realizadas con anterioridad para estructuras de esta misma índole y los resultados obtenidos en la presente investigación?
- ¿Cuál es el estado estructural y patológico de los fuertes en la actualidad?
- ¿Cuáles son los factores que afectan la estabilidad estructural de los Fuertes-Baterías de San José y San Fernando de Bocachica de la Ciudad de Cartagena?

- ¿Cómo sería el comportamiento de los Fuertes (Fuerte-Batería de San José y Fuerte San Fernando de Bocachica), ante un caso de sismo presente en la ciudad? ¿Cuáles son los efectos producidos por el oleaje?
- ¿Cuáles son las incidencias, que tiene las ampliaciones que se han realizado al canal de Bocachica en la estabilidad estructural de los fuertes?
- ¿Qué metodología de análisis genera mayor confiabilidad en la toma de decisiones para el diseño de los procesos de conservación y/o restauración de este patrimonio de la Humanidad?

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de la zona de estudio:

La Isla de Tierrabomba, antiguamente denominada *Carex*, ha sido a través de la historia una de las áreas geográficas del país [Colombia] donde los procesos humanos se dieron con gran intensidad, la privilegiada ubicación de dicha isla en la conformación de la bahía de Cartagena, siempre ha sido, de alguna forma, una de los centinelas para el acceso a la misma, haciendo parte de la estrategia militar de la ciudad de Cartagena de Indias y su bahía (UNESCO, 2003).

Los Fuertes de San José y San Fernando de Bocachica se encuentran localizados en isla Draga y en la isla de Tierrabomba respectivamente, esta última conformada por tres corregimientos: Bocachica, Tierrabomba y Caño de Loro y el Caserío de Punta Arena; en la jurisdicción del municipio de Cartagena. Ubicándose a cada lado del canal de acceso a la bahía de Cartagena en el departamento de Bolívar; América del Sur-Colombia. (*Ilustración 1*)

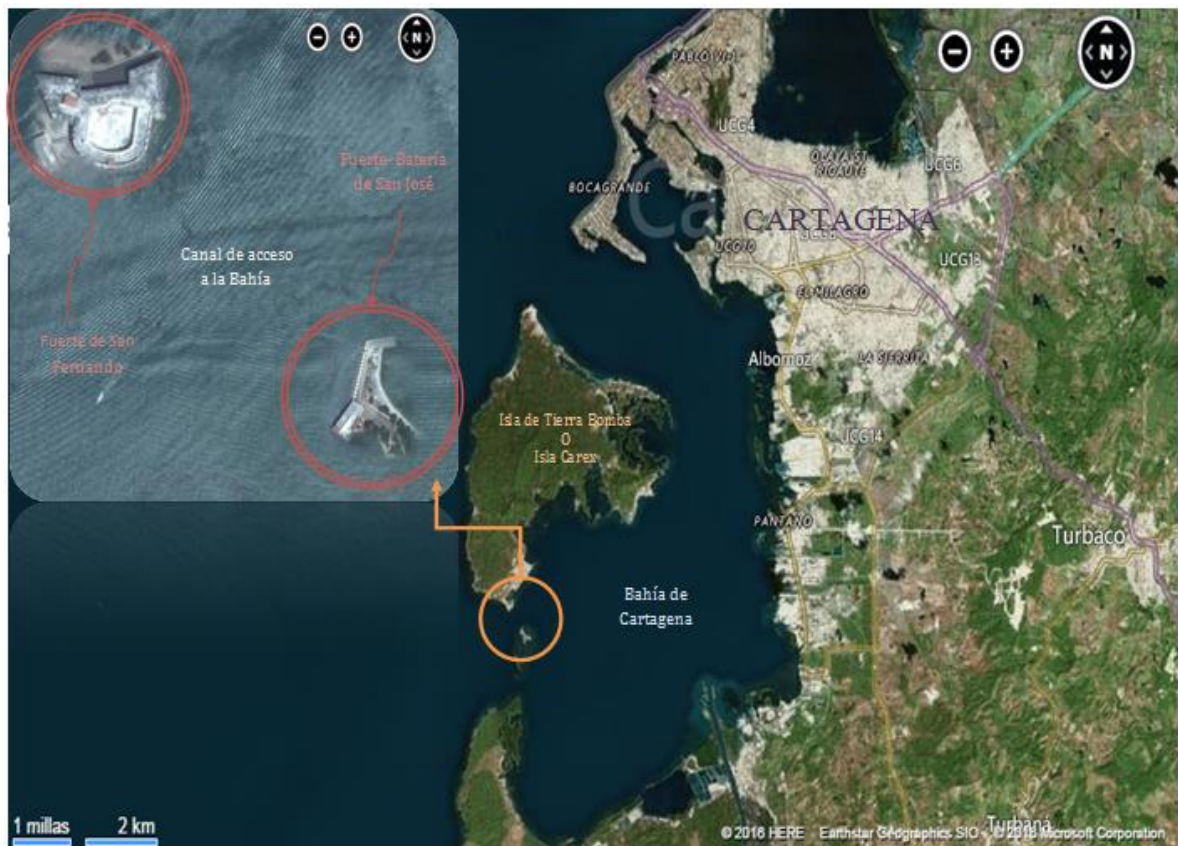


Ilustración 1. Ubicación Geográfica de los Fuertes objetos de la investigación. Bing Map (2017) [Ilustración]. Recuperado de <https://www.bing.com/maps>.

I.2 Objetivos

El objetivo general de esta tesis es determinar el estado actual del Fuerte-Batería de San José y San Fernando de Bocachica a través de un diagnóstico patológico y un estudio de vulnerabilidad sísmica y de efectos del oleaje, con el fin de plantear propuestas de refuerzo estructural que se ajusten a las especificaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y que a la vez causen las menores alteraciones posibles a las características originales de los monumentos.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- Realizar la cuantificación de daños en la estructura mediante la identificación y localización de las afectaciones presentes en la misma, por el paso del tiempo y por la ampliación del canal de Bocachica.
- Ejecutar un análisis elástico dinámico de la estructura del fuerte, incluyendo la interacción suelo-estructura, para evaluar los efectos generados por el sismo de diseño planteado en la NSR-10, de acuerdo a las características de la zona, y demás solicitaciones vivas y muertas pertinentes.
- Verificar los sobreesfuerzos y deflexiones de acuerdo al producto obtenido del análisis elástico-dinámico.
- Plantear una propuesta estructural de solución, si fuere necesario, que se ajuste a los requisitos establecidos en la NSR-10 y que sea lo menos agresiva posible con los monumentos.

I.3 Justificación

Desde sus inicios la construcción de los Fuertes-Baterías de San José y San Fernando de Bocachica de la Ciudad de Cartagena, se concibió como un proyecto para protección y seguridad de los cartageneros ante los constantes ataques de buques enemigos (UNESCO, 2003, p. 17). Por esta razón, su diseño y construcción fue realizado bajo la utilización de los más selectos materiales y procesos de construcción existentes en esa época; y hoy en día se observa el resultado de ello, gracias a que estas estructuras siguen en pie aun cuando la intervención del hombre se ha convertido en uno de los factores más agresivos desde la época de su construcción (Martinez, et al., 1992).

El hombre, ha sido por todos estos años el factor de mayor incidencia para la permanencia y conservación de estas estructuras. El afán de desarrollo económico para la ciudad, ha provocado un deterioro de la calidad estructural de estas majestuosas edificaciones. En el caso particular de Bocachica, hasta la década de los 70 y quizás parte de los 80 fue el centro del turismo náutico en Cartagena, con una importante afluencia de turistas lo que dio lugar al uso de los fuertes como una fuente de ingreso, proveyendo a estos de gran importancia no solo histórica y social, sino también económica (Mogollón P. , 2014). En la actualidad y según lo expresado por Pedro Mogollón en su editorial para el periódico El Universal (febrero de 2014), debido al inminente abandono del gobierno nacional y municipal el turismo se ha trasladado a otras islas, afectando la actividad comercial con la baja afluencia de turistas (que era la principal fuente de ingreso de los nativos) y dejando al tiempo a los fuertes “sin

atractivo” que justifique intervenciones en aras de su conservación. Lo anterior sumado a las condiciones climática y los efectos que produce el oleaje constante sobre estas estructuras han afectado la estabilidad de las mismas; muy a pesar de ello, el llamado es a no olvidar que siguen siendo patrimonio histórico de la humanidad y que su conservación resulta valiosa para esta ciudad.

Dado el valor tan significativo y cada vez más relevante de los Fuertes (Fuerte-Batería de San José y Fuerte de San Fernando de Bocachica), se hace necesario que los ingenieros civiles de la ciudad y demás profesionales de la construcción, entren en un proceso que les permita ahondar en investigaciones sobre la dinámica de esta zona, donde interactúan el mar, la tierra y el hombre, en el cual deben procurar proveerse de la información necesaria que les permita conocer de primera mano los factores que modifican o determinan las características estructurales de ambas edificaciones.

Considerado estos fuertes como un factor apreciable para la humanidad, como patrimonio histórico y cultural, este proyecto de investigación gana importancia al pretender evaluar los parámetros que intervienen en su estabilidad y calidad estructural. Por ello, el presente documento busca establecer cuán vulnerables son estructuralmente el Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica ante la presencia de un eventual sismo y el actual oleaje de la zona, para así proponer finalmente posibles recomendaciones que puedan contribuir a mantener y preservar el patrimonio histórico y cultural no solo de la ciudad sino de la humanidad.

Con base en este carácter, para la ciudad de Cartagena resulta de gran utilidad la generación de datos que expresen las propiedades de los materiales constitutivos de los fuertes, su comportamiento en los distintos elementos estructurales, las tipologías de los sistemas estructurales que presenta, las patologías, el estado y funcionamiento de la cimentación; para futuras restauraciones e intervenciones, teniendo en cuenta la importancia de los mismos por su nivel histórico, turístico y por la diversidad de procesos culturales que se desarrollan en los mismos; además los saberes adquiridos con el uso de la metodología de análisis de vulnerabilidad sísmica y de efectos de oleaje de estas estructuras, se motivará la realización de nuevas investigaciones que permitirán incluso hacer aportes significativos para la normativa vigente y el tratamiento de este tipo de edificaciones.

Así mismo, cabe resaltar que el propósito principal es contribuir a la conservación del patrimonio histórico y cultural de la ciudad de Cartagena, mediante investigaciones que permitan mantener y preservar los monumentos en el espacio y en el tiempo como testigos de su historia y como muestra de su riqueza.

II. CONSIDERACIONES PARA LA RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO



Tomada y Modificada UliDanner (2015). [Fotografía]. Recuperado de <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-libre-de-regalas-las-bóvedas-cartagena-de-indias-colombia-image21121925>

II.1 Importancia histórica de los fuertes

Para poder comprender la importancia histórica del Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica, su emplazamiento y su razón de ser, hay que entender el papel que jugaron en la estrategia defensiva de la bahía de Cartagena.

Para la época de su fundación, el acceso a la bahía de Cartagena se hacía a través de la llamada Bocagrande (*Ilustración 2*), ubicada entre Punta Icacos en el extremo de la península de Boca y la Isla de Tierrabomba o Isla Carex; hasta entonces la estrategia defensiva se concentró en esta zona, la llamada bahía interior. Para 1640 la acumulación de arenas, a raíz de naufragios surgidos, terminó por obstruir el canal; la causa última de la sedimentación fue un cambio en el delta submarino del río Magdalena (Segovia, 2009).

“El impedimento desvió las mareas y profundizó de manera natural el canal de Bocachica cuyo fondo era de barro. Con un ligero dragado los más pesados galeones y naves de guerra iniciaron su tránsito entre Barú y Tierrabomba, modificando todo el andamiaje defensivo de la bahía de Cartagena. Surge entonces la necesidad de fortificar el canal de Bocachica...” (UNESCO, 2003).

La Bocachica, se convirtió entonces en escenario de construcción, restauración y reforzamiento de edificaciones militares; para el año de 1697.

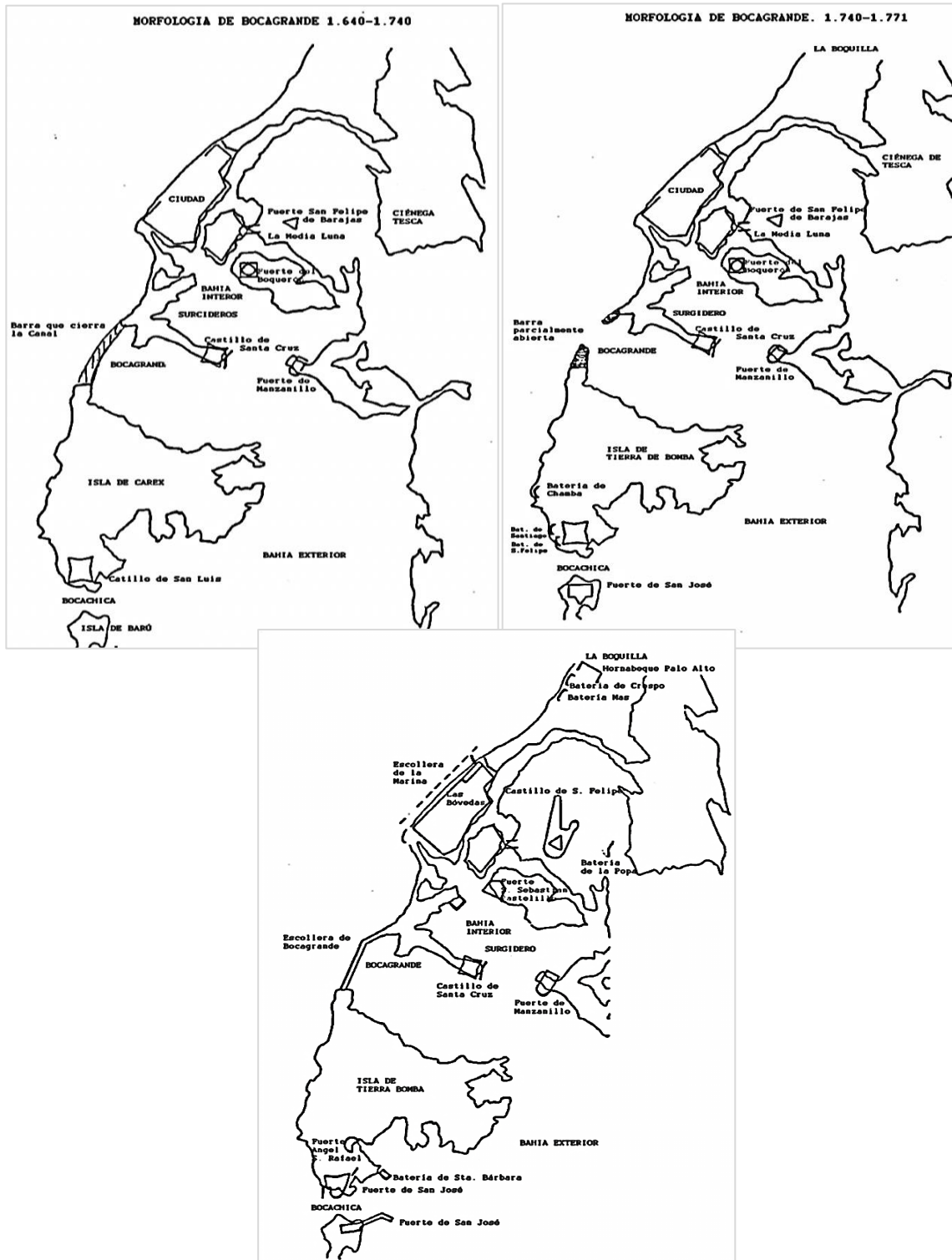


Ilustración 2. Morfología de la Bahía de Cartagena desde 1640 hasta 1778. Cabellos, E.; 1992 como se cita Egel, (2008) [Ilustración]. Recuperado de “Cartagena de Indias. Mágica Acrópolis de América”.

El guardián de Bocachica, como denominó en su libro Rodolfo Segovia (2009), al Fuerte San Luis fue destrozado tras un ataque del varón De Pointis y tras sucesivas discusiones se llegó a la conclusión que debía ser reconstruido; decisión que se calificaría de acertada luego que en 1741 cumpliera su cometido de retrasar el asalto de Edwar Vernon a la plaza y contribuyera a la victoria final. Esto refuerza la idea de que la entrada por Bocachica era un punto estratégico y digno de tener un papel protagónico en las estrategias militar de la Cartagena de entonces.

Por causas naturales la abertura (entrada por Bocachica) se fue ampliando [...] *y como esta llegó a ser practicable para buques de mediano tonelaje, hubo que elegir entre cerrar el de Boca Grande, y comenzaron los intentos de construcción de un dique, o escollera [...] llevado a cabo por don Antonio Arévalo en 1778, constituyéndose una de las más importantes obras de la ingeniería hidráulica hecha en América por la Corona española.* (UNESCO, 2003). Entre 1.771 y 1778 el ingeniero Antonio de Arévalo construye la escollera submarina mediante filas de pilotes de madera y piedras de cantera, la que hasta la fecha bloquea el Canal de Bocagrande. (Cabellos, E.; 1.992 como se cita Egel, 2008, pág. 5)).

La defensa de la Bahía se complementa con la construcción del Fuerte de San Fernando. Su construcción se inició en 1753, según el proyecto preparado por el ingeniero Juan Bautista Mac Evan, en un área de 5700 m² al sureste del antiguo Fuerte de San Luís que había sido destruido. Visto en planta tiene forma de herradura de caballo y remata en los Baluartes del Rey y la Reina. Posee un muelle de piedra y tiene dos baterías, la de Santiago y la de San Francisco Regis, de esta última sólo quedan las bases. Estas baterías fueron diseñadas y construidas por el gran ingeniero Antonio de Arévalo [...].

[...] El conjunto formado por los fuertes de San Fernando y San José, construidos para proteger el canal de Bocachica, es una de las obras más

imponentes de la ingeniería militar española y constituyen una reliquia arquitectónica y primera impresión para aquellos que llegan a Cartagena por mar. (Egel, 2008, pág. 5)

Finalmente, como afirma Alberto Samudio “Hoy ya restaurados, los fuertes de Bocachica permanecen incólumes y sobreviven como centinelas de tiempos idos y monumento a los ingenieros militares que consagraron su vida a la defensa del imperio”. (UNESCO, 2003, pág. 24)

II.2 Consideraciones para la restauración del patrimonio histórico. Marco Legal

Los diferentes acontecimientos históricos que tuvieron lugar en Cartagena, los cuales se fueron tejiendo desde el momento mismo del descubrimiento del nuevo mundo; la convertirían en un importante centro económico para la corona española. Resulta atractivo contemplar en la ciudad todos y cada uno de los vestigios de tiempos inmemoriales, pero es aún más apasionante, entrelazar la historia, la cultura y las luchas que le permitieron al corralito, ostentar en la actualidad el título de Patrimonio Histórico de la Humanidad; condición que la convierte ahora, en un tesoro para el mundo.

El patrimonio cultura, según Olmos, es entendido como el conjunto de bienes culturales que una sociedad recibe y “... *hereda de sus antepasados con la obligación de conservarlo para transmitirlo a las siguientes generaciones*”, y por Patrimonio Cultural Arquitectónico las edificaciones que son representativas de una sociedad, de su forma de vida, ideología,

economía, tecnología, productividad, etc. (Olmos, 1946, p.47 como se cito en Bonilla, 2004, p. 102). En Cartagena esta herencia la constituyen no solo las expresiones culturales, sino tambien los monumentos fortificaciones y edificios correspondientes al periodo virreinal.

Para finales del siglo XIX y principios del XX el cordón de murallas de la ciudad de Cartagena, estaba invadido por la maleza, se convirtió en basurero, letrina pública, amenaza para la salud y cerco opresor para la movilidad de quienes querían salir a extramuros. Bajo el argumento cierto de poder conectar vehicularmente la ciudad con su territorio continental, dando acceso al anhelado progreso, fue demolido el puente fortificado y Revellín de la Media Luna, para construir la calzada del Puente Heredia; autorizado por la Ley 21 de 1883.

Hacia 1887 cae el Revellín de La Tenaza, que cerraba la salida a El Cabrero, los materiales extraídos sirvieron para construir, en el mismo sector, la escollera de defensa de los mares de leva. Le siguió en 1893 la demolición de los baluartes de San Antonio, Santa Teresa y Santa Bárbara que formaban la Puerta de Tierra de la Media Luna. Despuntando el siglo XX son derribadas las defensas de Getsemaní por El Arsenal, para hacer galerías anexas al recién construido mercado público [estaba ubicado en el sitio donde actualmente se encuentra el Centro de Convenciones Cartagena de Indias Cesar Turbay Ayala], así desaparecieron los baluartes de Barahona y Santa Isabel y las cortinas que le unían, y es mutilado el de San Lázaro (El Reducto). Había aceptación ciudadana y se estimó conveniente lo actuado.

Al acercarse la conmemoración del primer centenario de la Independencia se acomete la demolición del lienzo comprendido entre San Ignacio y San Francisco Javier, el frente del Parque de la Marina, para dotar de patio de maniobras al cuartel de Infantería que funcionaba donde está el Museo Naval. Hubo polémicas, más se impuso el criterio de los que apoyaron la demolición de la muralla y la construcción del, hoy desaparecido, Monumento a la Bandera en el sector anexo. (Fonseca, 2013)

En materia de conservación del patrimonio los esfuerzos se vieron representados por las normativas que pretendían brindar amparo a este; es así como en el año 1918 el Congreso de la República emite la Ley 48, declarando material de la historia a los monumentos y

fortalezas de la ciudad, preceptuando que no podrían ser destuidos, reparados ni decorados sin autorización de la Dirección de Bellas Artes y de la Academia de la Historia. En apoyo a esta ley en 1924 se crea la sociedad de Mejoras Públicas a través de la ley 32, para velar por la conservación de los monumentos históricos de la ciudad y se prohíben demoler murallas, castillos y demás fuertes (*Ilustración 3*). Pese a esto, es en esta época donde Cartagena sufrió las mayores demoliciones de sus murallas.

La máxima controversia y enfrentamientos lo ocasionaron los derribos sucedidos entre 1918 y 1924 del tramo comprendido entre La Boca del Puente y San Pedro Mártir, compuesto por los baluartes de San Pedro Apóstol, San Pablo y San Andrés. Este costado defensivo paralelo al Caño de San Anastasio era una zona baja, anegadiza, hacia donde corrían las aguas pluviales y servidas de ese frente de ciudad, las que eran retenidas por la muralla y se había convertido en un foco de pestilencia. La situación era agudizada con los desechos arrojados por los vendedores del “Hoyo del Pescado”, los expendios de carne de la “Plaza de la Carnicería”, el “Portal de los Burros” con sus excrementos y el burdel de “Cuatro Estacas”, situado en las inmediaciones.

Con ocasión de la puesta en servicio del Canal de Panamá, los puertos que se integrasen a él, debían cumplir con estrictas medidas de salubridad que Cartagena no alcanzaba por gracia de esos focos infectos. El Gobierno Nacional autorizó su derribo como medida de saneamiento y el pueblo cartagenero miró con beneplácito la medida que conciliaba la higiene pública con el progreso. (Fonseca, 2013)

Sin embargo, para el 1940 los esfuerzos continúan y se asigna el cuidado del perímetro amurallado a la Academia de la Historia; hasta que en 1959 el Congreso de la República expide la Ley 163 que hasta ahora permanece como el estatuto básico del patrimonio cultural de la nación, reglamentada a través del decreto Nacional 264 de 1963.

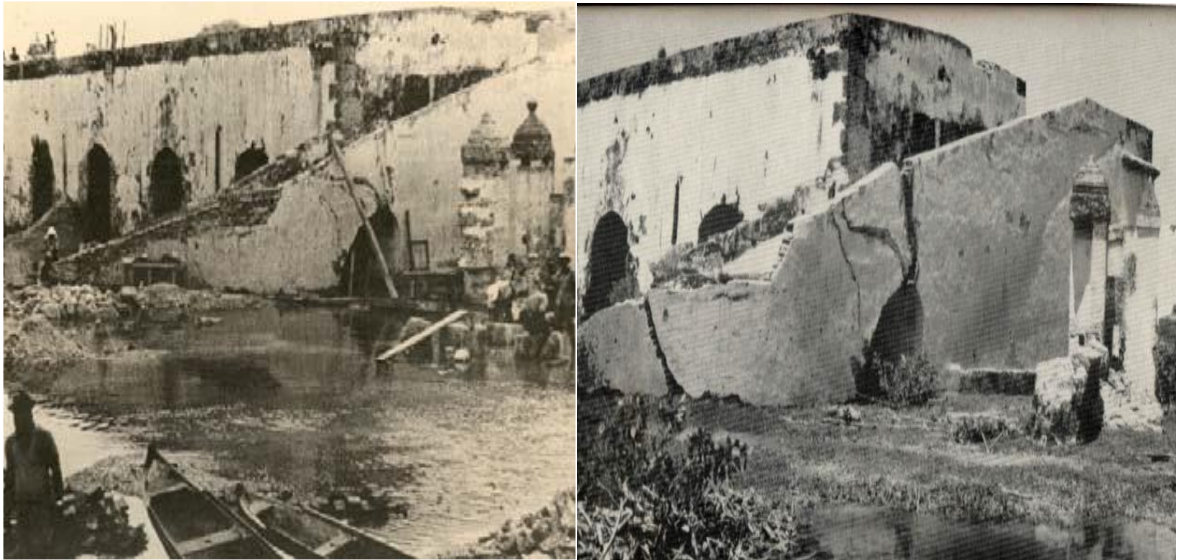


Ilustración 3. Fotografías del estado del Fuerte-Batería de San José en el año de 1960. Catalá J., Calderón P. (2014) [Fotografía]. Recuperado de “*Proyecto de restauración integral, Memoria General*”, pág. 26.

En noviembre de 1984, en la ciudad De Buenos Aire el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO aprobó la solicitud del gobierno colombiano para incluir el “Puerto, Fortaleza y Conjunto Monumental de Cartagena de Indias” en la lista del Patrimonio Mundial; tal distinción fue oficializada el 17 de agosto de 1985 (UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, 1984). A partir de ese momento se inicia un proceso de concientización desde los entes gubernamentales y la ciudadanía en general que trae como resultado la restauración de fuertes, edificaciones de periodo hispánico y monumentos.

La restauración de un monumento [...] es una operación que debe guardar un carácter excepcional. Tiene como finalidad asegurar su conservación y revelar o restituir su valor y cualidades estéticas o históricas. Se fundamenta en el conocimiento profundo del monumento [...] así como de la cultura y técnicas que le son relevantes. La restauración se funden el respeto hacia la substancia

original o antigua del monumento [...] y sobre los documentos auténticos que le conciernen (Bonilla, 2004).

Lo anterior deja claro que los procesos de restauración son un compromiso con la historia y con la cultura. Ya se ha mencionado con anterioridad lo importante que es para la ciudad de Cartagena la conservación de su patrimonio, pero es preciso puntualizar que, todas las investigaciones realizadas alrededor de la temática de las edificaciones y sus tipologías, se constituyen en un gran avance científico que contribuye enormemente no solo a la conservación del estatus de la ciudad, si no a la recuperación histórica de técnicas antiguas de construcción y amplía el conocimiento acerca de los materiales de construcción. Ejemplo de ello, es la investigación desarrollada por el Centro de Investigación Estética de la Universidad de los Andes (CIE), en el cual, a través de una investigación detallada con inventario de las edificaciones, reglamentación particular de predios, regulación para las intervenciones y recomendaciones para un gran número de inmuebles; contribuyó a la creación de una normativa referente al particular, cuyos aspectos fundamentales eran la valoración de las edificaciones por niveles de importancia, según su antigüedad, valor arquitectónico y la conservación de la imagen general del conjunto urbano.

Otro trabajo influyente fue la investigación sobre las fortificaciones de la ciudad realizadas por el restaurador español Juan Manuel Zapatero en 1969, donde planteó, también por primera vez en el país, los criterios para la conservación y restauración de las fortalezas. Hoy en día existen normas para regular las restauraciones de casas virreinales como lo concerniente al Decreto POT 0977 parte octava, la ley de Cultura y la ley de Distrito 708,

con criterios a tener en cuenta tales como, *preservación, restauración, conservación y mantenimiento* (Bonilla, 2004, pág. 106).

Según Terán, existen una serie de principios teóricos que se deben seguir al momento de realizar restauración a un monumento. En todas las etapas del proceso, se deben respetar las distintas etapas históricas constructivas del edificio; teniendo cuidado de no falsificar al momento de completar los elementos arquitectónicos o reproducir ciertas formas; así mismo debe evitarse desvincular el edificio a sus elementos de origen. El envejecimiento termina siendo, además, de especial valor porque demuestra el paso del tiempo (Bonilla, 2004).

III. ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REFUERZO DE LOS FUERTES SAN FERNANDO DE BOCACHICA Y SAN JOSÉ



Hidroconsultores (2012). [Fotografía]. Recuperado del documento "Estudios oceanográficos y de la dinámica costera y diseños de las alternativas de protección costera a los Fuertes de San Fernando y Fuerte -Batería San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena".

La presentación de propuestas de reforzamiento para estas dos edificaciones, requirió estudios especializados, que permitieron conocer cuáles son las características particulares que inciden en ambas estructuras. Para este proyecto los estudios de suelos realizados por la empresa AICO LTDA., para evaluar las condiciones de la cimentación de ambos fuertes; y los estudios de clima marítimo y oleaje presentados por la ingeniera MSc. Dalia Moreno Egel; sus resultados y recomendación, constituyeron una información secundaria de valioso interés. Los estudios previos, realizados para la elaboración y presentación de los diseños de refuerzo para el Fuerte- Batería de San José y el Fuerte San Fernando Bocachica, se muestran a continuación.

III.1 Estudio topográfico, de clima marítimo, caracterización oceanográfica

Debido a la ubicación geográfica de ambos fuertes, la dinámica marina es relevante en el análisis de los factores que posiblemente tengan incidencia en los mismos. En el año 2008, después de la realización de los trabajos de dragado para la ampliación del canal de Bocachica; el Consorcio AFA Ingenieros LTDA. Mediante un contrato realizó un estudio cuyo objetivo fue la “elaboración de los estudios y diseños del refuerzo de las protecciones de los Fuertes de San José y San Fernando de Bocachica en la zona de influencia del canal de acceso a Cartagena y su trámite de aprobación ante las autoridades competentes”. Estos estudios pusieron de manifiesto la necesidad de la construcción de estructuras de protección marítima que garantizaran la estabilidad de los fuertes.

Se analizaron el clima marítimo y las características oceanográficas para determinar la influencia del oleaje, las corrientes y la dinámica litoral sobre los cambios de la línea de costa y sobre la estabilidad de los fuertes. La transformación del oleaje desde aguas profundas hasta la Bahía de Cartagena, las corrientes generadas por las mismas dentro del Canal de Acceso y los efectos de los vientos y la marea se analizaron mediante la utilización de herramientas de [modelado] matemáticas. Se evaluó el oleaje producido por los barcos y se seleccionó el oleaje de diseño. A partir de los resultados obtenidos se analizaron diferentes alternativas estructurales para la protección de las bases de los Fuertes de San José y San Fernando en la zona de influencia del Canal de acceso al puerto de Cartagena. (Egel, 2008)

Los resultados de los estudios fueron concluyentes, los estudios de oleaje permitieron establecer que el “mar de leva o marea meteorológica”, principalmente en los meses de septiembre a noviembre, genera un oleaje de gran amplitud que alcanza las costas colombianas causando daños por erosión en las playas. Esta conclusión es importante, si se tiene en cuenta la ocurrencia de dicho fenómeno en el suelo que soporta la cimentación de los fuertes. Los estudios topo-batimétricos permitieron determinar los puntos de inspección como se muestra en la *(Ilustración 4)* (Egel, 2008).

Por otro lado, el viento influye en la hidrodinámica de la Bahía al generar oleaje local, y produciendo el fenómeno de sobre-elevación conocido como “Set- up”; favoreciendo la generación de corrientes. *“En general, las corrientes dentro del canal para la sección actual, están en un rango de 2 a 6 cm/s sobre la margen del Fuerte San Fernando en Bocachica, y en el rango de 2 a 10 cm/s en la margen del Fuerte-Batería de San José, incrementándose hacia el centro del canal y hacia la margen del Fuerte San José en un rango de 3 hasta 29 cm/s”*.

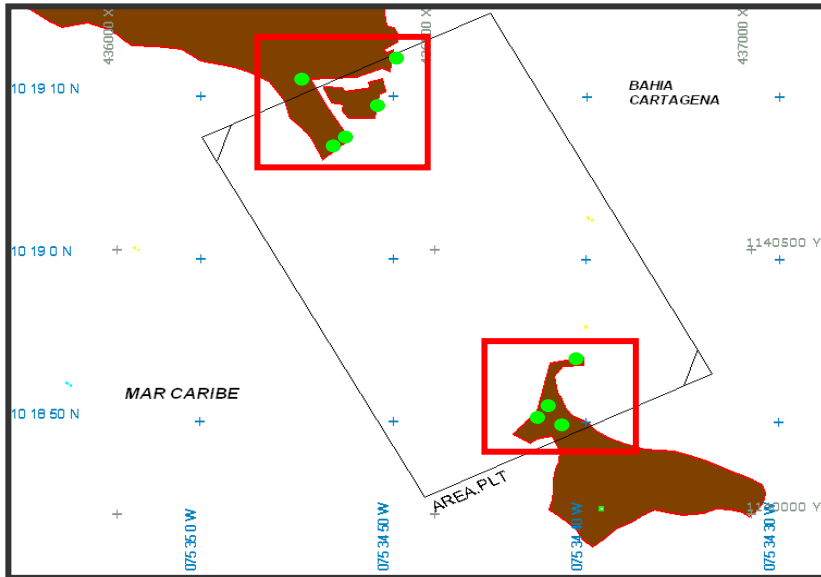


Ilustración 4. Ubicación de los puntos de referencia en los Fuertes-Batería de San José y San Fernando de Bocachica. Egel (2008). Carta náutica Col 264 [Ilustración]. Recuperado de “*Estudio topográfico, del clima marítimo, caracterización oceanográfica y determinación del oleaje de diseño y planteamiento de alternativas del refuerzo de las protecciones de los Fuertes San José y San Fernando en la zona de influencia del canal de acceso al puerto de Cartagena*”.

Referente a lo anterior, el estudio concluye que, la resistencia de las estructuras contra el ataque de las corrientes, de acuerdo con el modelado y mediciones realizadas en la Bahía, es aceptable; las corrientes no sobrepasan los 29 cm/s, considerándose que su efecto no es importante en la estabilidad de las estructuras. (Egel, 2008)

Un aspecto importante en el diseño de las alternativas propuestas en este estudio, fue la selección de la profundidad de excavación, teniendo en cuenta las condiciones de sismo; si bien la ciudad de Cartagena se encuentra ubicada en una zona de baja sismicidad; la ocurrencia de un sismo o movimiento telúrico tendría como consecuencia, fenómenos de licuefacción de la arena (arena movediza), esto provocaría el sumergimiento de la estructuras de protección marítima, disminuyendo su efectividad, lo que induciría el mismo efecto en los

fuerter y los taludes del canal. Para lo cual se propuso excavaciones que oscile entre los 0,6 m -1,0 m.

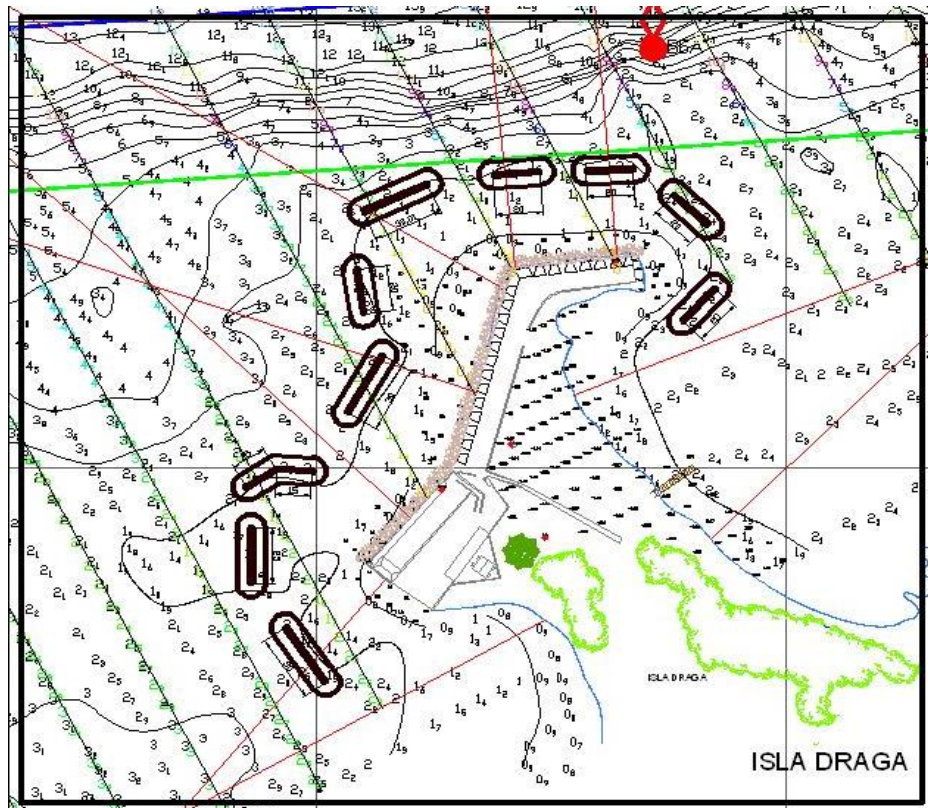


Ilustración 5. Alternativa de solución recomendada. Egel (2008) [Ilustración]. Recuperado de “*Estudio topográfico, del clima marítimo, caracterización oceanográfica y determinación del oleaje de diseño y planteamiento de alternativas del refuerzo de las protecciones de los Fuertes San José y San Fernando de Bocachica en la zona de influencia del canal de acceso al puerto de Cartagena*”.

De forma contundente, los resultados de las modelaciones de oleaje por viento, corrientes y sedimentos, y de las alturas de olas generadas por las embarcaciones, se demostró que, al ampliar la sección del canal, se presentarían mayores oleajes sobre las márgenes de los fuertes siendo conveniente tomar medidas para su protección, especialmente sobre el Fuerte-Batería

San José que presentó signos de deterioro y asentamientos, acompañados de aumento del nivel del agua e infiltración en sus zonas bajas.

Finalmente, los estudios realizados por Egel (2008), recomiendan especial protección para el Fuerte-Batería San José con la construcción de 10 de dique sumergido a su alrededor, con longitudes de 20 m -30 m y la reconstrucción de 40 m del espolón sobre la orilla sur de la playa en Bocachica (*Ilustración 5*).

III.2 Estudio Geotécnico de la cimentación

Los estudios de suelo fueron realizados por la empresa AICO Ltda. Y los resultados constan en los documentos “*EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL FUERTE DE SAN JOSÉ EN LA ISLA CASCAJO, BOCACHICA, BOLÍVAR, COLOMBIA*” y “*EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL FUERTE DE SAN FERNANDO EN LA ISLA DE TIERRABOMBA, BOCACHICA, BOLÍVAR, COLOMBIA*”.

Para ambos fuertes se realizó una excavación arqueológica con el fin efectuar una inspección a las cimentaciones. En investigaciones previas, realizadas por el CONOSORCIO AFA ingeniería, constaba que los cimientos del Fuerte San Fernando de Bocachica poseían anchos de cinco (5) metros y (5,5) metros de ancho para los cimientos del Fuerte-Batería San José. Sin embargo, en la inspección realizada por este estudio se encuentra que los cimientos de escarpa poseen anchos máximos de 3,88 metros para el Fuerte San Fernando de Bocachica y 3,22 metros para el Fuerte-Batería San José. Este estudio las define como, cimentación superficial corrida.

Las excavaciones mostraron una pequeña diferencia entre los anchos de cimentaciones, medidos durante la exploración y las que reposan en los planos históricos para ambos fuertes. En los bosquejos históricos consta que la cimentación del Fuerte San Fernando de Bocachica, es una cimentación superficial de hasta 3,9 metros de sobre anchos que bajan escalonadas desde el nivel del piso hasta la profundidad de 2,5 metros. El Fuerte-Batería San José por su parte, posee cimentación superficial de hasta 3,3 metros de sobre ancho, que bajan escalonadas desde el nivel del piso hasta una profundidad aproximada de 2 metros (*Ilustración 6*). Además, se identificó una protección para las cimentaciones, probablemente hecha para intervenciones anteriores con bolsacreto.

En cuanto a los estudios geotécnicos, para ambos fuertes se realizaron 8 sondeos, inspeccionando 76 metros lineales de suelo para el Fuerte- Batería San José y 85 metros lineales para Fuerte San Fernando de Bocachica; la (*Ilustración 7*) muestra los puntos de muestreo. Las muestras fueron clasificadas de acuerdo con el sistema de clasificación unificado de los suelos (S.U.C.S.). La (*Tabla 1*) muestra los parámetros característicos del suelo de soporte para cada uno de los fuertes, además de información característica para cada uno de ellos.

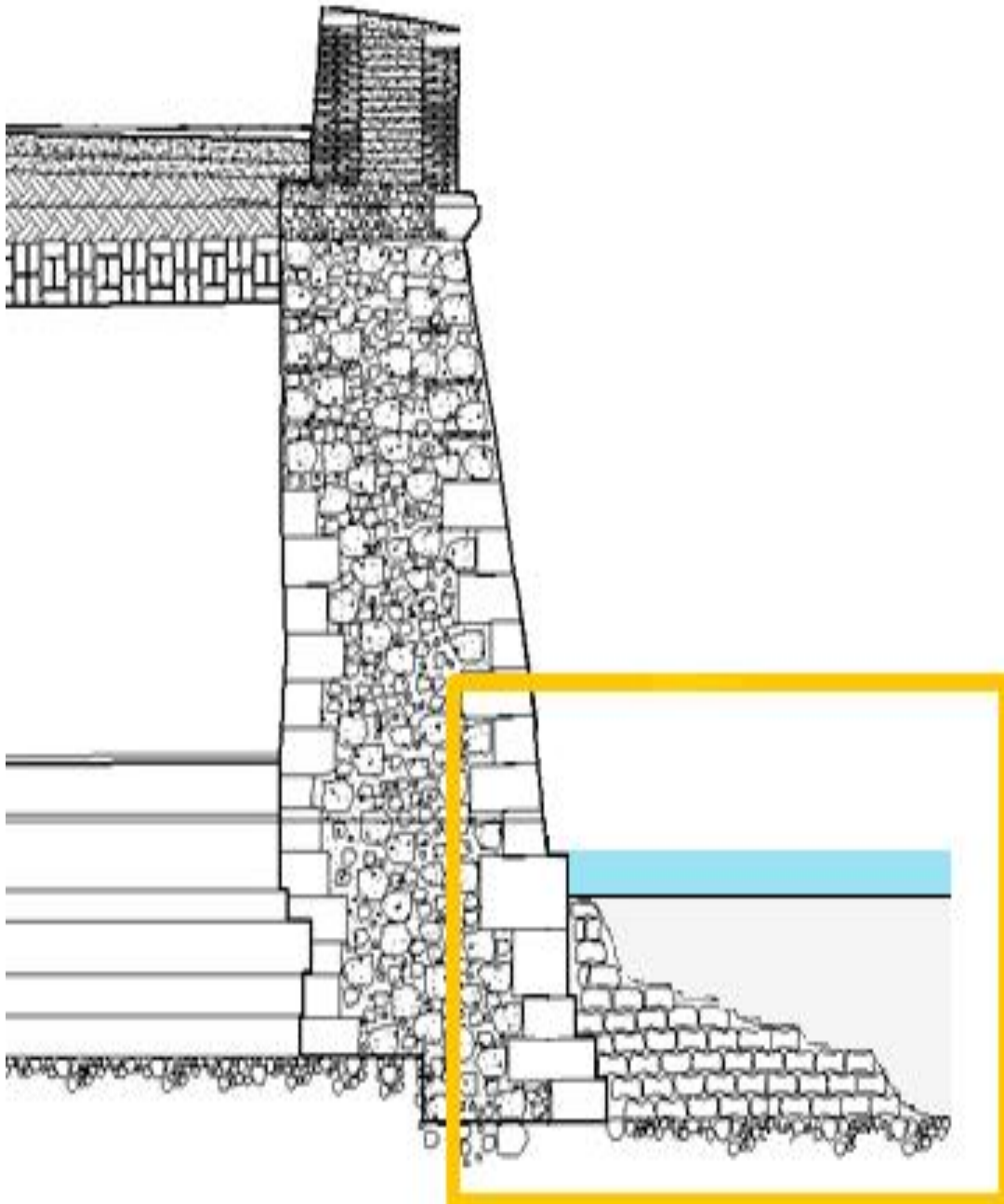


Ilustración 6. Geometría de la cimentación, bajo muros exteriores de los fuertes. (Catalá, J.; Calderón, P, (2014) [Ilustración]. Recuperado de “*Proyecto de restauración integral, Memoria General*”



Ilustración 7. Ubicación de los sondeos realizados para cada fuerte. Covo, A. (2012) pág. 5 [Fotografía]. Recuperado de “*Informes de Evaluación geotécnica AICO Ltda.*”

Para el estudio de los asentamientos se realizaron dos análisis diferenciados; el primero estableció que el Fuerte San Fernando de Bocachica sufrió asentamientos de 39,3 milímetros al momento de ser construido y los asentamientos diferenciales presentados fueron de 1/3 del máximo asentamiento calculado; las zapatas fueron diseñadas para soportar un esfuerzo de 18 Ton/m² y módulo de reacción del suelo K_z de 458 Ton/m³. Actualmente, debido a la consolidación del subsuelo, el asentamiento calculado para dichas zapatas es del orden de 22,5 milímetros, obteniendo así, un módulo de reacción del suelo K_z de 800 Ton/m³.

Tabla 1.

Parámetros característicos de suelo y características particulares de los fuertes.

	Fuerte San Fernando de Bocachica	Fuerte- Batería de San José
Densidad del material	2 ton/m ³	2 ton/m ³
Angulo de fricción	34°	34°
Cohesión	1 ton/m ²	1 ton/m ²
Empuje activo K _a	0,7	0,7
Tipo de suelo según NSR-10	D	D
Altura del Fuerte en metros	9	7,5
Espesor de placas de contra piso apoyadas sobre capas de roca y mangles en metros	0,4	0,4
Nivel freático	1.Sondeos realizados en tierra: Nivel freático encontrado entre la cota 0 (nivel del terreno) y la cota 0,5 m. 2.Sondeos realizados en el mar: Nivel freático encontrado entre la cota 0 (nivel del terreno) y la cota 3,5 m.	1. Sondeos realizados en tierra: Nivel freático encontrado entre la cota 0 (nivel del terreno) y la cota 0,5 m. 2. Sondeos realizados en el mar: Nivel freático encontrado entre la cota 0 (nivel del terreno) y la cota 2,5 m.

Nota: Recuperado de "Informes de Evaluación geotécnica AICO Ltda." Covo,A. I. (2012) págs. 6-9.

Tabla 1 (Continuación).

Parámetros característicos de suelo y características particulares de los fuertes.

	Fuerte San Fernando de Bocachica	Fuerte- Batería de San José
Descripción de sondeos	<p>1. Sondeos realizados en tierra: Se encontró una lámina de agua cuya profundidad varió desde los 1 hasta los 3 metros.</p> <p>2. Sondeos realizados en el mar: A partir de los tres metros aproximadamente hasta los 7 y 12 se encontró arena fina a gruesa en estado suelto.</p>	<p>1. Sondeos realizados en tierra: Se encontró una lámina de agua cuya profundidad varió desde los 1 hasta los 3 metros</p> <p>2. Sondeos realizados en el mar: A partir de los tres metros aproximadamente hasta los 7 y 12 se encontró arena fina a gruesa en estado suelto.</p>
Particularidades	<p>En investigaciones anteriores se recomendó la excavación hasta de 1 metro en la costa aledaña al Fuerte para poder realizar obras que ayudaran a la prevención de los asentamientos y el Deterioro que estaba sufriendo el fuerte. En este sentido, y analizando según el criterio de cargas de falla, obtendríamos, sin realizada dicha excavación, un Δq de falla de 30 Ton/m²; y realizada la excavación un Δq de falla de 15 Ton/m². Como se observa la carga a la que el suelo fallaría se redujo a la mitad, lo cual influye a la inestabilidad del Fuerte y a la aparición de grietas en las Escarpas y los Merlones.</p>	<p>En el primer sondeo se encontró coralina a los 11 metros de profundidad.</p>

Nota: Recuperado de "Informes de Evaluación geotécnica AICO Ltda."Covo, A. I.(2012) págs.6 -9.

Por otro lado, el Fuerte- Batería San José, según los resultados encontrados por el ingeniero de suelo, sufrió asentamientos de 63,7 milímetros al momento de ser construido y los asentamientos diferenciales presentados fueron de 1/3 del máximo asentamiento calculado; las zapatas fueron diseñadas para soportar un esfuerzo de 15 Ton/m² y módulo de reacción del suelo K_z de 235 Ton/m³. Actualmente, debido a la consolidación del subsuelo, el asentamiento calculado para dichas zapatas es del orden de 42,5 milímetros, obteniendo así, un módulo de reacción del Suelo K_z de 353 Ton/m³ (Covo A. I., 2012)

Los estudios permitieron concluir que, debido a la naturaleza granular de los materiales constituyentes del suelo de soporte de ambos fuertes, el 90% de los asentamientos ocurrieron durante los procesos de construcción de los mismos. Además, se evidenciaron deformaciones en los cimientos. La causa de los asentamientos actuales se justifica en la remoción de la arena fina que soporta los muros de los mismos, debido al oleaje natural de la zona.

Adicionalmente, se realizó un análisis de estabilidad a los taludes del canal, para verificar su incidencia en los asentamientos; este análisis consideró distintos factores de seguridad tanto en condiciones de sismo y sin sismo, recomendando factores de seguridad mayores a 1,5 para los taludes. Los resultados para ambos fuertes se muestran en la (Tabla 2). El estudio concluye que las cimentaciones en ambos fuertes, están en alto grado de deterioro.

Tabla 2.

Factores de seguridad evaluados para los taludes aledaños al canal de entrada de la bahía de Cartagena.

	Perfil de estudio	Factor de seguridad (F.S)	Condición actual
Fuerte San Fernando de Bocachica	Perfil sin sismo	2,6	ESTABLE
	Perfil con sismo	1,9	ESTABLE
Fuerte- Batería de San José	Perfil sin sismo	2,8	ESTABLE
	Perfil con sismo	2,1	ESTABLE

Nota: Recuperado de “Informes de Evaluación geotécnica AICO Ltda.” Covo, A. I.(2012) págs. 6-9.

IV. REVISIÓN HISTÓRICA:

Materiales y Métodos



*Cabrera A. (2003). [Fotografía]. Recuperado de "II Taller Internacional de Fortificaciones
[diapositivas de Power Point].*

Este capítulo tiene como propósito hacer un recorrido por la riqueza seductora y empírica de las técnicas antiguas de construcción, aquellas que marcaron el periodo hispánico en la ciudad de Cartagena, y que ahora la hacen dueña de hermosos vestigios del ayer. Como se evidenciará en páginas siguientes, el conocimiento de los materiales de construcción, así como las técnicas utilizadas y las fuentes de extracción de los mismos, es información vital para entender su comportamiento; además de una base fundamental que permitirá realizar el análisis del comportamiento de ambos fuertes bajo las diferentes solicitaciones.

IV.1 Los centros de producción de los materiales con que se construyó la ciudad de Cartagena de indias.

Los centros de producción de materiales, eran una gran industria virreinal conformada por haciendas, estancias y campamentos con múltiples funciones como tejares, canteras, hornos de cal y ladrillos, aljibes, albercas de apagado de cal, brocales de pozos de agua, casa del encomendero o capataz, cocinas y casa de médicos. También se encontraban galpones para almacenar el material, para vivienda de los presos, esclavos y libertos, quienes trabajaban en la producción de los materiales. Estaban ubicados en cercanías de cuerpos de aguas para facilitar su transporte y protegidos por la presencia de vegetación frondosa, que les permitió un encubrimiento de posibles ataques enemigos y así mismo, para la obtención de carbón vegetal o leña. No importaba la dificultad de su explotación o el transporte sino la buena calidad del yacimiento. (Cabrera, et al., 1995, págs. 3-7)

Cabrera et al., 1995 afirman que la gran producción de cal en la ciudad de Cartagena se hacía con un criterio que hoy podríamos llamar empresarial, que la imprimía al proceso una verdadera organización con un orden estricto. Además, en el campamento de producción de cal se destacaban básicamente dos zonas: una de carácter social en la que se encontraban barracas, dormitorios o galpones de esclavos y de maestros de obra, con sus sanitarios exteriores y otra área de alimentación con una gran barraca de comedor, con comunicación inmediata con la cocina (comedor, que eran una de las pocas construcciones en mampostería). Disponía, además, de chimeneas, varias baterías, almacén general y despensa diaria.

Todos y cada uno de estos centros de producción aparecen reseñados en toda la documentación cartográfica de los distintos archivos de España y Colombia y en los distintos planos de los ingenieros militares de la época, Don Antonio de Arévalo y Manuel de Anguiano entre otros, con nombres o puntos estratégico, ubicados y situados en un radio de 1 a 5 kilómetros entre la ciudad de Cartagena, Isla de Tierrabomba y Barú.

El arquitecto Alfonso Cabrera, explica que en Cartagena se han identificado 36 hornos coloniales. Su construcción fue de grandes dimensiones: su altura hasta el tope de la bóveda era de 5 a 6 toesas (8,70 a 10,60 m.) y el diámetro total de 7,5 m. Existieron dos tipos de Hornos, los de cúpula, para altas temperaturas y cocción rápida poco usual en Cartagena y el de cielo abierto, para carga de materiales por la parte superior. Todos los Hornos ubicados en la ciudad tienen esta característica.

En el remate de la bóveda, elaborada con ladrillo de arcilla refractario pegado con barro de arcilla, sin pañete, tiene como salida o desahogadero un brocal de 3,5 toesas (una toesa 1,94 m). De allí descendía una chimenea en la que un operario controlaba la salida del calor, en cuyo alrededor y en la parte superior

había unos drenajes o canales y piso inclinado (Cabrera et al., 1995) (Ilustración 8 e Ilustración 9).

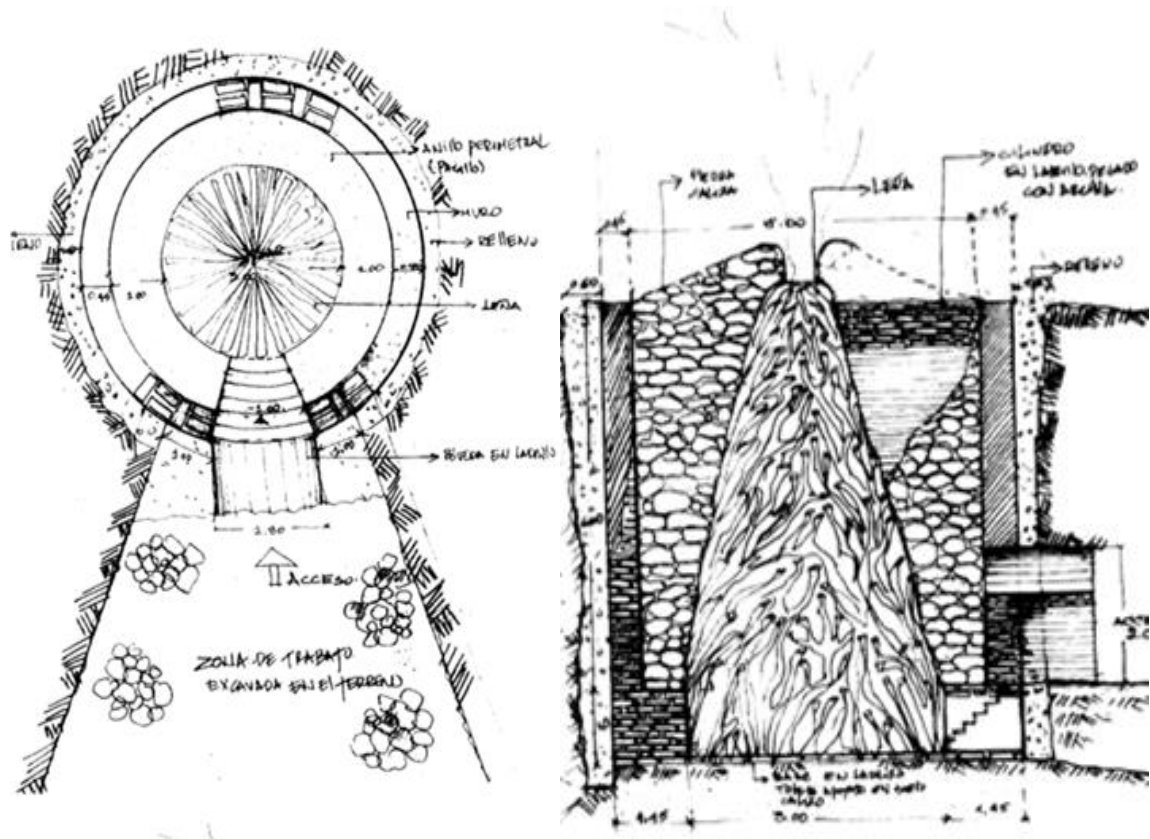


Ilustración 8. Esquema de un horno de cal a cielo abierto. Martínez, R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.

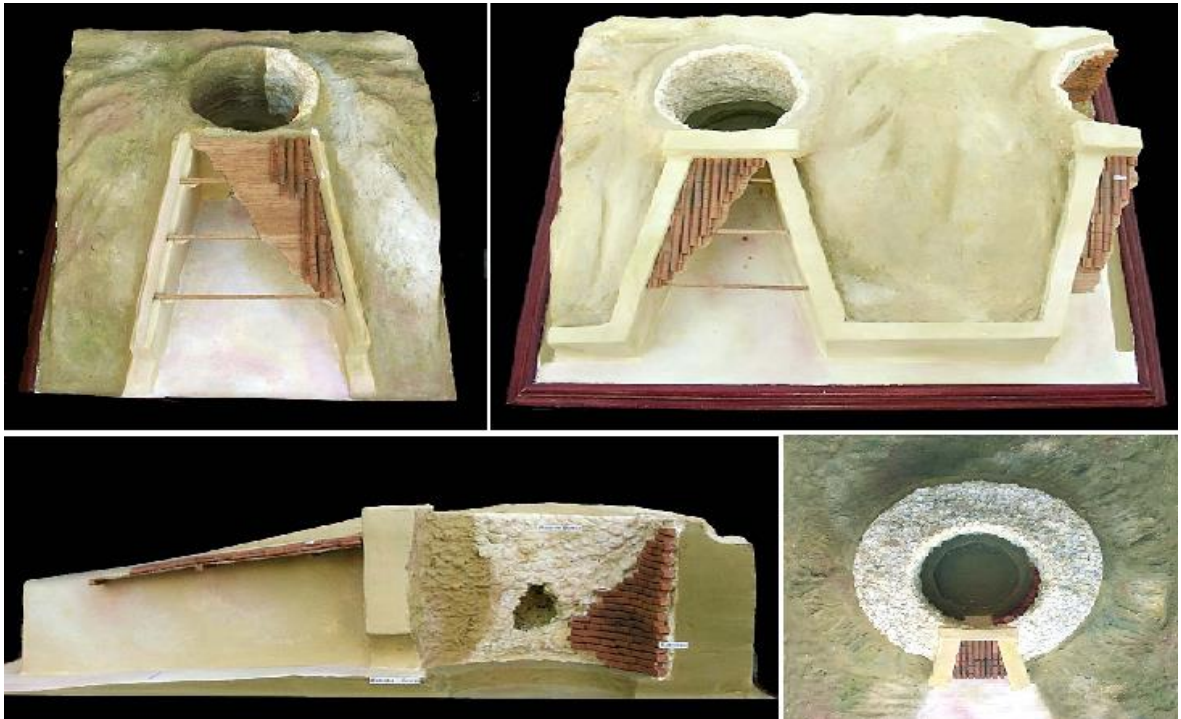


Ilustración 9. Replica a escala de Horno de cal de Caño de Loro. Cortesía de Cabrera A. (2003) [Fotografía]. Recuperado de Exposición de Maquetas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. “*II Taller Internacional de Fortificaciones: Investigación del Fuerte San Fernando de Bocachica. Proyecto del Parque Histórico y Arqueológico de la Isla de Carex*”.

IV.2 Los materiales y usos en la construcción de fortificaciones en Cartagena

Para la construcción de la mampostería en el período hispánico, existieron diferentes clases de muros, dependiendo del uso o tipo de construcción. En la arquitectura civil y religiosa se dieron distintos tipos de aparejo. En arquitectura y construcción, el aparejo, palabra que proviene del latín *appare*, puede clasificar los muros según el material empleado y la disposición de las piezas. Los aparejos más comunes eran los que utilizaban sólo ladrillo, comúnmente llamado ladrillo tolete de 30 x15 cm, o el de conformación mixta de piedra y ladrillo. La piedra podía ser de tipo caliza dura o piedra pómez (*Ilustración 10 e Ilustración*

11). Cuando las construcciones eran modestas, que disponían de escasos recursos, los muros eran contruidos en piedra caliza burda de sección irregular, que muchas veces se mezclaba con retales o sobrantes de teja y ladrillo. Este sistema se llama verdugueo de materiales mixtos. Importantes ejemplos de este tipo de mampostería lo podemos apreciar en el barrio de Getsemaní de la ciudad de Cartagena (Cabrera et al., 1995).

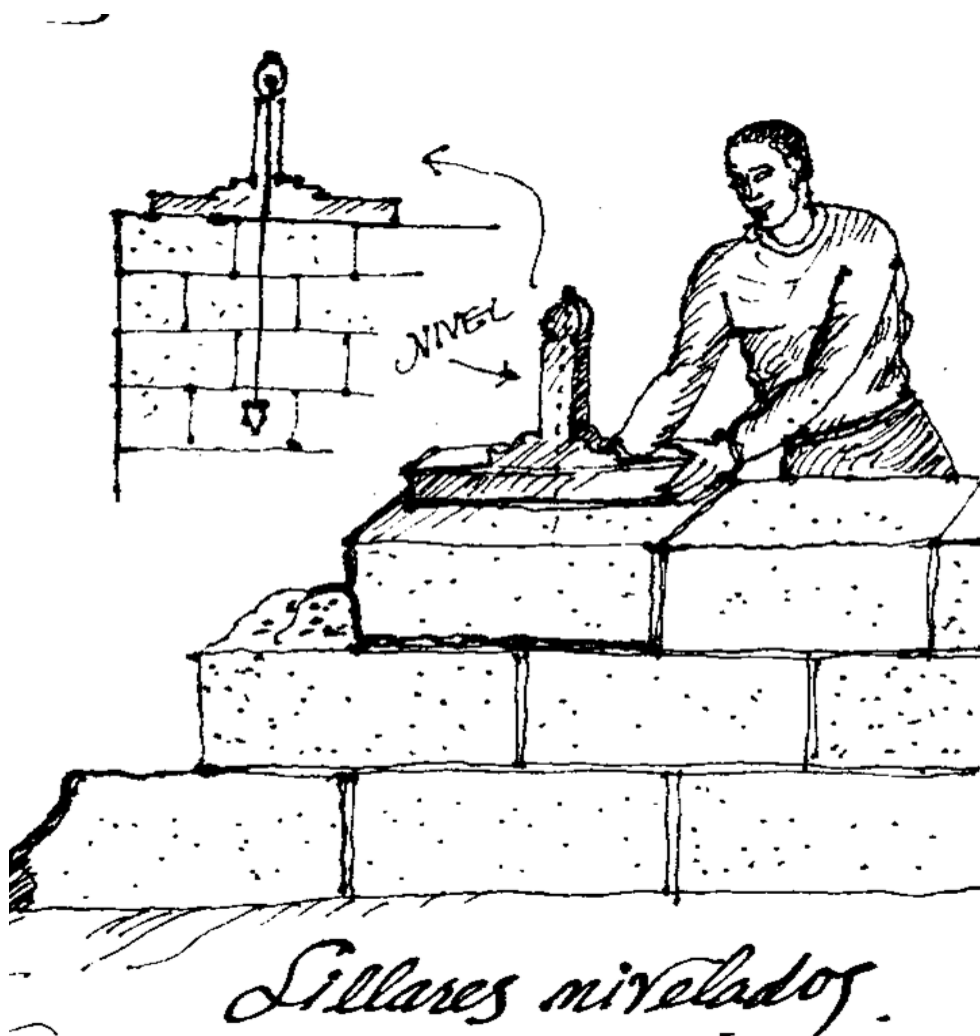


Ilustración 10. La piedra, material de primordial importancia. Martínez, A. (1995) [Dibujo. Recuperado de "La Ruta de los Hornos".

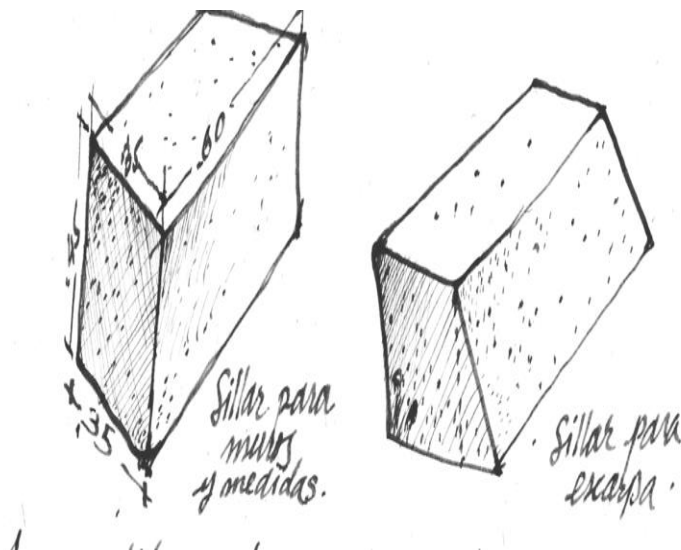


Ilustración 11. Sillares, piedras talladas usadas en todo tipo de muros, en especial para escarpas, contraescarpas, merlones, garitas. Martínez, A. (1995) [Dibujo. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”].

La calidad de los materiales estaba sujeta a la disponibilidad de recursos económicos en lo que respecta a la arquitectura doméstica. Cuando eran obras de gran importancia como iglesias y fortificaciones, el material estaba sujeto a una revisión exhaustiva por parte de los maestros canteros e ingenieros militares. Para el caso de la arquitectura militar (murallas, castillos, fuertes) la piedra caliza era el elemento más empleado, especialmente en el siglo XVI. Las piedras eran escogidas de las mejores canteras de la ciudad, siendo la isla de Tierrabomba y Turbaco la fuente más importante del suministro de este material. Eran transportadas en carretas de tiro animal o en barcazas cuando las canteras quedaban cercanas a los cuerpos de agua. Las piedras calizas eran seleccionadas previamente y catalogadas de acuerdo con el tipo de obra. Para los muros de las fortificaciones, se empleaban piedras calizas duras y puras. Para otro tipo de obras como molduras y portadas eran empleadas

pedras semiduras o blandas para su fácil tallado, a excepción de la portada de la Inquisición, que se labró en piedra dura, por lo que constituye uno de los más valiosos ejemplos del trabajo de talla sobre piedra dura y “hoyuda”, como la llamaban los cronistas de aquella época por su porosidad. (Cabrera, A, 2016, págs. 5-7)

Para pega o levante, para revoques o repellos y para pisos o solados se utilizaba la llamada argamasa; la cual corresponde a la mezcla o mortero a base de cal y arena, usada en todo el sistema constructivo hasta la aparición del cemento Portland en el siglo XIX. Las mezclas dosificadas de cal y arena eran muy variables de acuerdo al tipo de construcción y las condiciones de la obra.

En Cartagena se utilizaba el hormigón u hormigón como escribía Arévalo, una especie de mezcla “ciclópea” a la cual se le añadía además de la cal y la arena pedazos de piedra burda y cascajos de ladrillo o teja (1, 2, 4 en proporción).

Aunque, para este tipo de obras también se ha empleado la proporción 1:2:1 (cal +arena + cemento blanco) esto con el fin de reforzar más la cal, pues las calles de hoy no son tan buenas y efectivas como las empleadas en la colonia.

Cuando la cal es de excelente calidad sólo se empleará la proporción 1:2 (una parte de cal por dos de arena) (Cabrera, et al., 1995).

Las piedras calizas puras, ricas en carbonato de calcio eran las ideales para la obtención de la cal viva. La cal era el elemento más importante para la construcción de todos los tipos de obras en el periodo hispánico.

IV.3 Sistemas constructivos – cimientos

El arquitecto Alfonso Cabrera afirma que, uno de los problemas más serios que afrontaron las estructuras de las defensas de la ciudad fue la ausencia de suelos portantes (sólidos) en

la superficie y especialmente en sectores anexos al arrabal de Getsemaní, donde generalmente estos suelos se encontraban a partir de ciertas profundidades, mientras en su nivel superficial contenían lodo de materia orgánica en descomposición. Había, pues, una marcada diferencia entre éstos y los suelos de otros sectores donde su consistencia se debía al Caracolejo de excelente calidad, sumada a la arena de alta calidad que solo requería una buena cimentación. (Cabrera, et al., 1995)

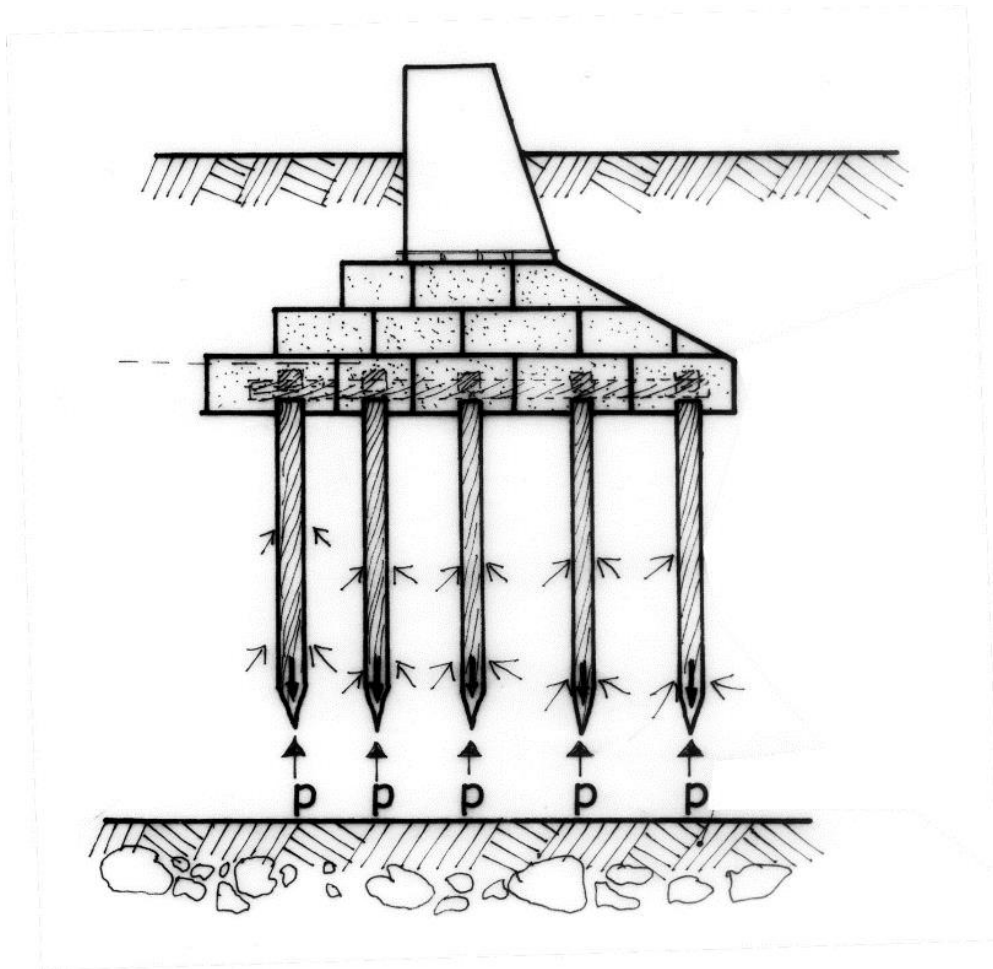


Ilustración 12. Esquema de Pilotes. Martínez, R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.

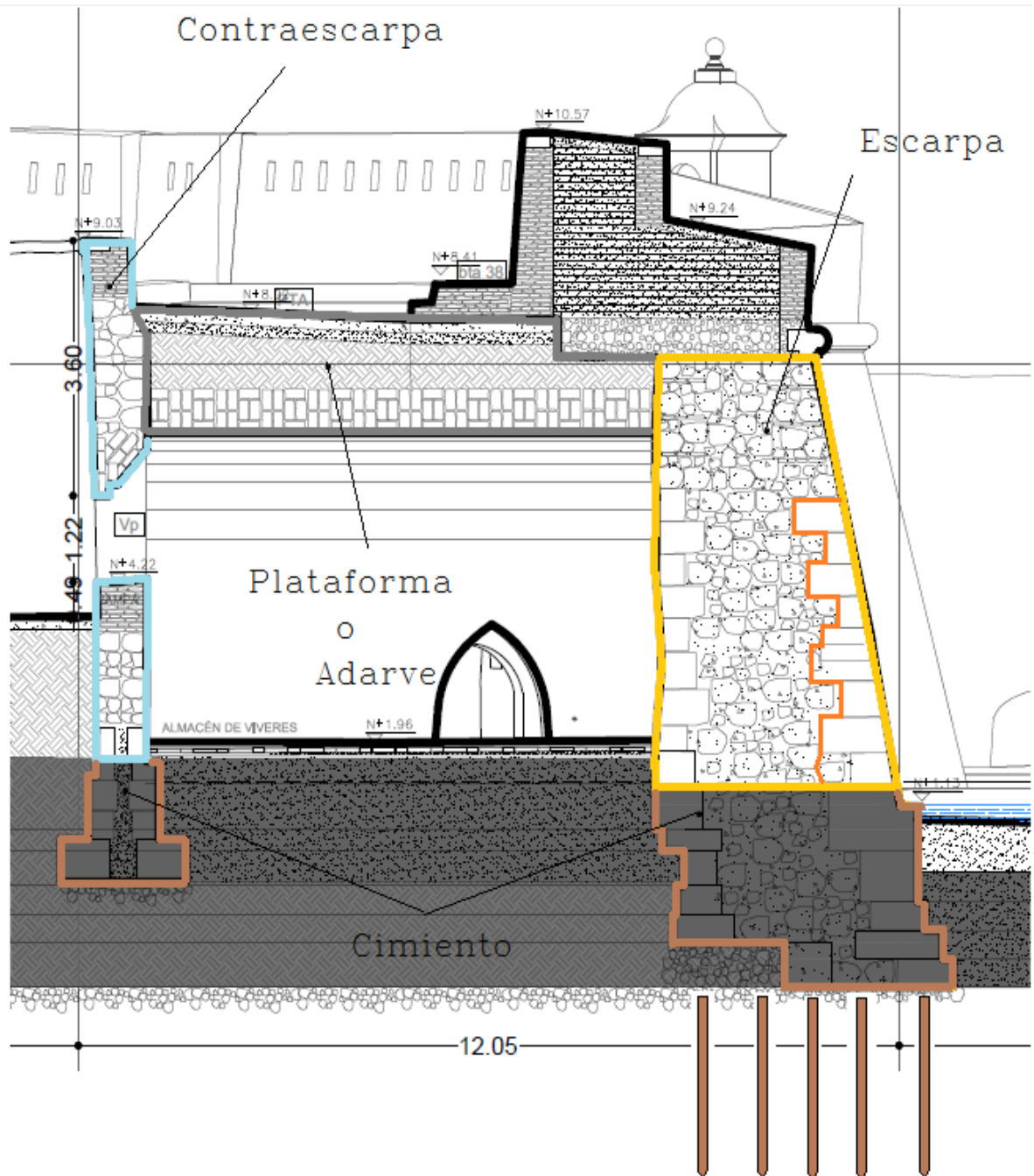


Ilustración 13. Sistema constructivo de cortina y baluarte cerca de cuerpos de agua. Berrocal A. (2017).

La solución a este inconveniente tuvo hondas raíces desde la misma antigüedad, ya que fueron los romanos quienes aplicaron métodos eficaces especialmente a la hora de construir sus puentes sobre ríos. Se trataba de construir un tablestacado en mangle, cuidado de hincar un pilote muy junto al otro, o en su defecto, un tablado con algunos pilotes y estribos de refuerzo. Así se desarrollaba una primera etapa con el fin de evitar desplomes en el terreno, a medida que se avanzaba en la excavación, como medida de protección a los artesanos dedicados a esta labor.

El otro sistema era por fricción, cada pilote tendría de 6 a 8 pulgadas de diámetro y un largo de 15 pies en promedio. Una vez hincado, este era capaz de soportar una pesada carga sin hundirse (*Ilustración 12 e Ilustración 13*).

Para alcanzar la profundidad deseada, era utilizada la máquina de hincar pilotes o ariete de madera, que martillaba los pilotes de madera hasta hincarlos en el suelo. Para proteger los extremos de éstos, en una punta se instalaba cabeza de hierro o de bronce y en la cabeza un anillo de los mismos metales para evitar su destrucción por el martillo. Una vez colocados los pilotes en la cantidad requerida (1 de mangle por cada 5 o 10 toneladas), las cabezas de estos quedaban a la vista cuidando que estas quedaran inmersas en el agua de lo contrario la broma pierde la madera, y se cubría con piedras de buena calidad hasta el tope. Encima, se construía una retícula con vigas gruesas de madera, también inmersas en agua, para recibir las cargas y por último otro cimiento igual a los demás, con las mismas dimensiones y materiales.

Para la construcción del cimiento, el método consistía en la construcción de una fuerte retícula en madera gruesa de buena calidad y cuidadosamente ensamblada, acto seguido el relleno de los intersticios de la retícula con un enrocado de alta resistencia y mortero de características hidráulicas, luego se escogían las piedras semi-talladas y se trababan una por una pegadas con mortero de cal, instalando capa por capa hasta obtener la cimentación adecuada.

Luego estaba el llamado sobre-cimiento, que no es otra cosa que el famoso y conocido rodapié, sobre el cual se levantaba finalmente los muros o cortinas. Para el efecto, se armaban grandes andamios de madera donde se alcanzaba la altura deseada para el proceso de construcción o levante de la cortina la cual por lo general construida en bloques macizos de piedra sillar tallada en el área de la escarpa y piedra burda con ladrillo tolete y argamasa en la contramuralla, seguido del pañetado y enlucido “al fresco” con aplicación de una gomorresina conocida como “Gutagamba” (Cabrera, et al., 1995) (*Ilustración 14*).

Desafortunadamente, y como lo afirman R. Martínez, et al., en su libro *Técnicas antiguas de construcción la permanencia de los sistemas*. “Cartagena está perdiendo la tradición de la técnica, y poco a poco llegara el día en que sean olvidadas, y no dejen de ser más que un vago recuerdo, a no ser que las nuevas generaciones de constructores tomen consciencia de la importancia y validez de la utilización de ellas para la conservación del patrimonio construido.

La premura de las obras, los presupuestos y ciertas modas impuestas en nuestra arquitectura están acabando con este importante legado. Son pocas las obras, que emplean las técnicas antiguas de construcción usadas en la colonia

No obstante, en la actualidad, a nivel mundial, hay una revaloración de las técnicas antiguas, en especial de la utilización de la cal, al punto que se han hecho experimentos agregándole grafeno, con lo cual se obtienen resultados sorprendentes en materia de resistencia, aislamientos térmicos y acústicos, impermeabilidad, resistencia de los pañetes a las eflorescencias, repelencia a los hongos causantes de la costra negra o biofilm y durabilidad. Los distribuidores del producto dan garantías por más de diez años en la pintura.

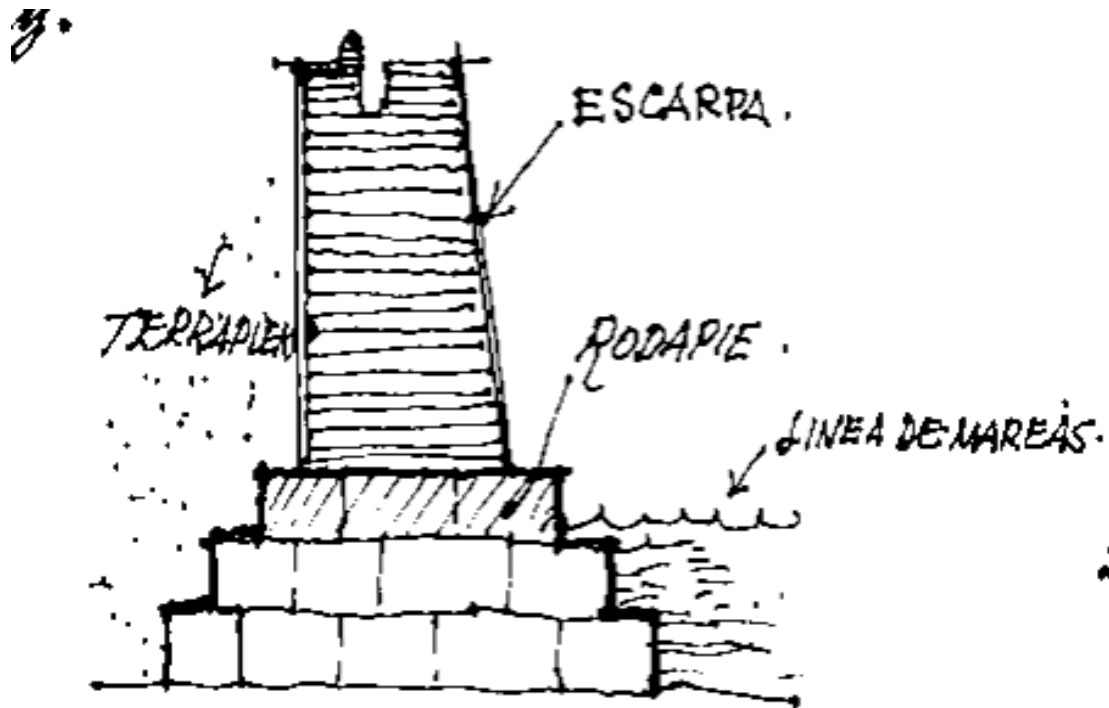


Ilustración 14. Esquema de cimientos. Martínez R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.

IV.4 Sistemas constructivos – muros

Anteriormente se mencionó como técnica de construcción para muros el verdugueo, sin embargo, esta no fue la única técnica empleada, ni la más importante. La técnica “muratura a sacco”, fue ampliamente utilizada en la construcción de los muros que conforman la escarpa de los fuertes; el muro entonces poseía dos tabiques: interior (contraescarpa) y exterior (escarpa), los cuales eran contruidos de grandes bloques de piedra caliza, a veces mezclada con ladrillo y piedras de menor tamaño; en medio de los dos tabiques existía un cavidad que posteriormente era rellena con un conglomerado cuyo material de agregado eran fragmentos de ladrillo o piedra, ver *Ilustración 13*. (Paradiso, et al., 2013)

V. MARCO REFERENCIAL



Cabrera A. (2015). [Fotografía]. Recuperado de "Patrimonio y Cultura de Cartagena de Indias en riesgo severo" [diapositivas de Power Point].

En este capítulo se presenta la base teórica en que se fundamenta esta investigación. De igual manera, se muestra el estado del arte, que comprende los aspectos más relevantes de las investigaciones realizadas, y que guardan relación con la temática a desarrollar. Finalmente, se detallan los resultados obtenidos en trabajos que, a nivel regional o local, constituyen los antecedentes o precedentes a esta investigación.

V.1 Marco teórico

V.1.1 Vulnerabilidad sísmica.

El vigente Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente presenta en su Título A, Capítulo 10 una serie de criterios que aplican en el diagnóstico o evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes antes de la vigencia del mismo; tal es el caso del Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica. Estos criterios implican la determinación de las solicitaciones sísmicas y no sísmicas, además del cálculo de índices de sobreesfuerzos para cada material.

Llevar a cabo un estudio de vulnerabilidad sísmica de cualquier edificación implica la suma de diversas teorías, metodologías y procedimientos, los cuales deben estar necesariamente relacionados con las características propias de las estructuras y de su entorno. Por tanto, la selección adecuada de los principios a ser utilizados constituye un punto crítico durante cualquier proyecto de valoración estructural (Lozano & Gonzalez, 2012).

Adicionalmente, el reglamento especifica un total de 11 etapas que abarcan la obtención de a) información preliminar, *esto es, la recopilación y el estudio de la información existente acerca del diseño geotécnico y estructural, así como los procesos constructivos de la*

edificación original, sus posteriores restauraciones, calidad de los diseños originales y su sistemas de cimentación; b) la evaluación de la estructura existente, que comprende la determinación de las solicitaciones, la realización de un análisis elástico de la estructura, la determinación de la resistencia actual de la estructura y la determinación de los índices de sobreesfuerzos de la misma; y finalmente c) la intervención del sistema estructural, donde se establece las propuestas de intervención a la estructura y se analiza nuevamente incluyendo las intervenciones propuestas (AIS, 2012).

V.1.1.1 Determinación de las solicitaciones sísmicas.

Al hacer la presentación de los procesos y los resultados de esta investigación, se mencionó que el análisis realizado se ciñó a los procedimientos, criterios y consideraciones descritas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes (NSR-10), el cual en su título A, capítulo 5 muestra los parámetros y procedimientos a tener en cuenta en la realización de un análisis dinámico-elástico espectral. Este método fue aplicado a los modelos de ambos fuertes con el objetivo de verificar el comportamiento de las edificaciones durante un evento telúrico. Para ello se determinó la zona de amenaza sísmica en la que se ubican los Fuertes, los coeficientes de velocidad y aceleración pico efectiva, el tipo de perfil de suelo, coeficiente de importancia y el espectro de diseño.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes, proporciona en su título A capítulo 10 un mapa (*Ilustración 15*) que permite identificar tanto la zona de amenaza sísmica, como los valores de A_e . El valor de este coeficiente representa la probabilidad del 20% de

que en cincuenta (50) años, ocurran movimientos sísmicos que excedan los definidos en el sismo de diseño con el cual se evaluará la estructura, basados en un espectro reducido (seguridad limitada).

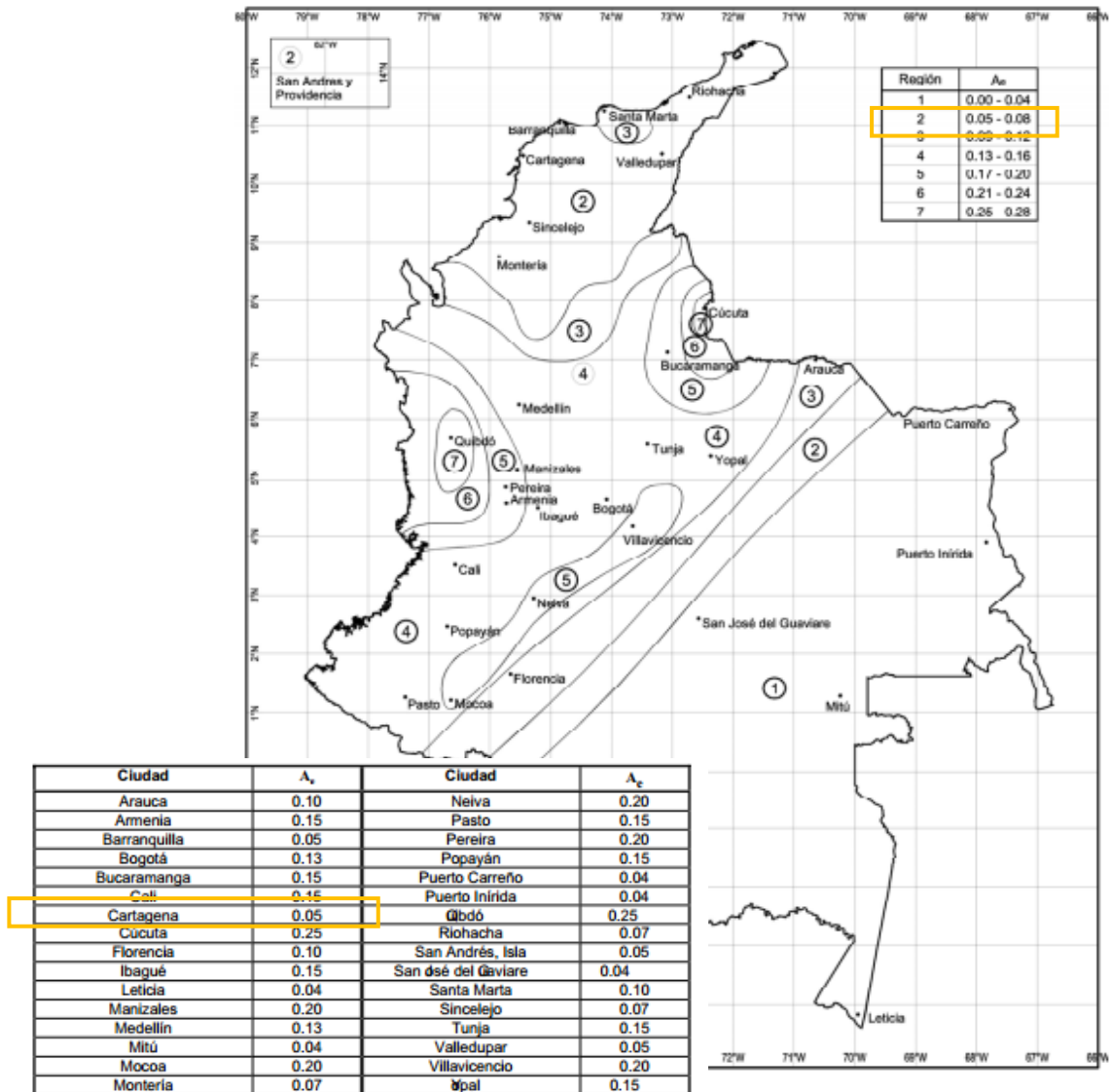


Ilustración 15. Mapa de valores de Ae, valores para las ciudades capitales de departamentos. (2010) [Ilustración]. Recuperado de “Sección A.10.3 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 101-102.”

En el reglamento, los movimientos sísmicos son presentados a través de una serie de *acelerogramas* o espectros que relacionan la aceleración y el periodo de la edificación, se encuentran definidos a partir de la aceleración pico efectiva y de la velocidad pico efectiva, los cuales se identifican por los parámetros A_a y A_v . (Tabla 3).

Tabla 3.
Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v .

Mayor valor entre A_a y A_v	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica
0,50	10	Alta
0,45	9	Alta
0,40	8	Alta
0,35	7	Alta
0,30	6	Alta
0,25	5	Alta
0,20	4	Intermedia
0,15	3	Intermedia
0,10	2	Baja
0,05	1	Baja

Nota: Sección A.2.3.3 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. (2010) Pág. 15.

Además de la determinación de los valores de aceleración y velocidad pico efectiva, uno de los aspectos fundamentales durante el cálculo de las fuerzas sísmicas es la determinación de las características locales del suelo base, puesto que esto permite evaluar la respuesta sísmica del mismo. La siguiente tabla, muestra la clasificación proporcionada por el reglamento de acuerdo con los siguientes criterios: \bar{V}_s velocidad media de la onda de cortante, \bar{N} número medio de golpes del ensayo de penetración estándar a lo largo de todo el perfil, \bar{N}_{ch} número

medio de golpes del ensayo de penetración estándar para suelos no cohesivos, \bar{S}_u resistencia media al corte, obtenida del ensayo para determinar su resistencia no drenada, IP índice de plasticidad y el contenido de agua en porcentaje w.

Tabla 4.
Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfil de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{S}_u \geq 100 \text{ kPa} (= \text{kgf}/\text{cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (= \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (= 0,5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2})$
	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
E	Perfil que contiene un espesor total H, mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (= 0,5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}) > \bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F ₁ – Suelos susceptibles a falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F ₂ - Turbas y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F ₃ – Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7,5 m con índice de Plasticidad IP > 75). F ₄ – Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Nota: Sección A.2.4.4 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. (2010) Pág. 22.

El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil, medidos en el sitio. La respuesta sísmica en determinada zona debe evaluarse en base a los estudios geotécnicos, de acuerdo a ello podemos obtener perfiles de suelo A, B, C, D, E y F; variando desde la roca competente (perfil A) hasta suelos susceptibles de falla y arcilla de muy alta plasticidad (perfil F). La caracterización de cada uno de los perfiles de suelo existentes puede consultarse en la Tabla A.2.4-1 [Tabla 4] del reglamento.

“Del tipo de suelo – al igual que de la aceleración y velocidad pico efectiva – dependen los factores de amplificación de la aceleración, F_a y F_v ; los cuales puede extraerse de las Tablas A.2.4-3 [Tabla 5] y A.2.4-4 [Tabla 6] de la NSR-10” (Lozano & Gonzalez, 2012).

Tabla 5.
Valores de coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0,1$	$A_a = 0,2$	$A_a = 0,3$	$A_a = 0,4$	$A_a \geq 0,5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debo llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Nota: Sección A.2.4.5.5 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. (2010) Pág. 23.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente considera también que el uso durante la vida útil de una estructura afecta de forma significativa la magnitud de la fuerza sísmica; dicha influencia es representada por el coeficiente I de importancia, el cual se define de acuerdo con la (Tabla 7). Este depende de los grupos de uso, los cuales son especificados en este mismo reglamento, de los cuales el grupo IV implica mayor importancia y hace

referencia a todas las edificaciones que deben funcionar durante y después de la ocurrencia de un sismo y cuya operación no puede ser trasladada de manera rápida a un lugar alterno, tales como hospitales, estaciones de bombero, clínicas etc.

Tabla 6.
Valores de coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0,1$	$A_a = 0,2$	$A_a = 0,3$	$A_a = 0,4$	$A_a \geq 0,5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Nota: Sección A.2.4.5.5 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 24.

Tabla 7.
Valores de coeficiente de importancia I .

Grupo de Uso	Coefficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	1,00

Nota: Sección A.2.5.2 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010) Pág. 26.

Como se verá a continuación, el coeficiente de importancia modifica el espectro de diseño, al igual que las fuerzas, de acuerdo con el uso asignado a la edificación.

Los parámetros sísmicos mencionados anteriormente se condensan en el espectro sísmico de diseño. La forma del espectro elástico de aceleración (S_a) expresada con fracción de la

gravedad, para un coeficiente de amortiguamiento crítico de cinco por ciento (5%) que se debe utilizar en el diseño se ilustra en la (Ilustración 16) y se define por medio de la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{1,2A_v F_v I}{T} \quad (1)$$

Sin embargo, para periodos de vibraciones menores de T_c , el valor de S_a puede limitarse a:

$$T_c = 0,48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a} \quad (2)$$

$$S_a = 2,5A_a F_a I \quad (3)$$

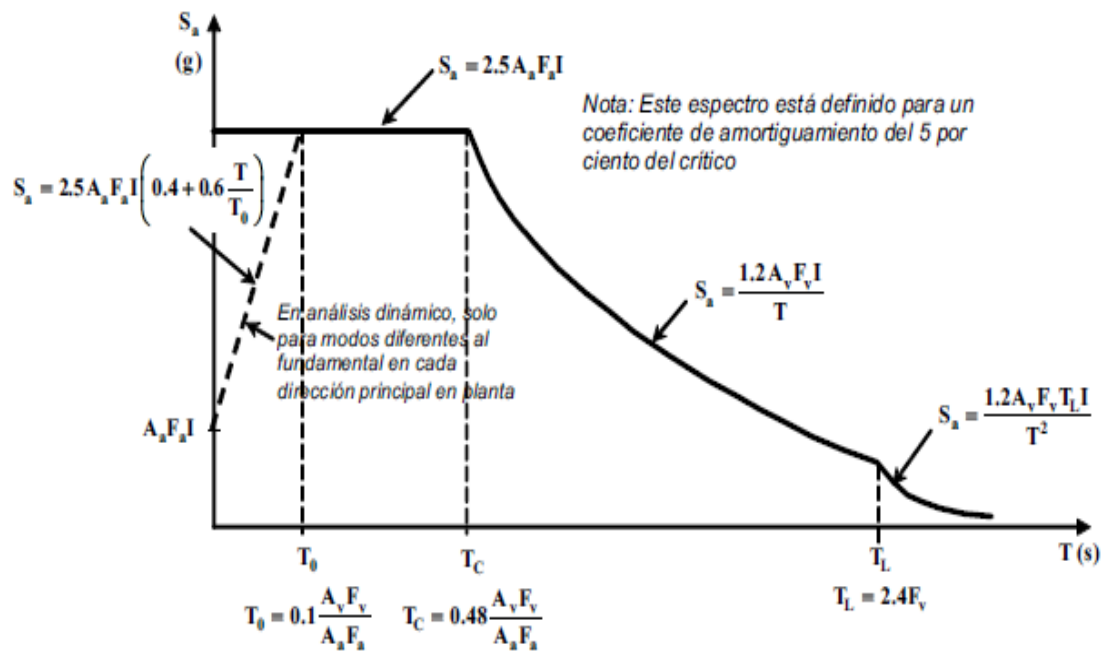


Ilustración 16. Espectro elástico de Aceleración de Diseño como fracción de g (gravedad). (2010) [Gráfica]. Recuperado de “Sección A.2.6 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 27.

El periodo fundamental de la estructura es un dato de salida del programa SAP2000, después de realizar el análisis modal. Es necesario tener en cuenta que, según el Literal A.5.4: ANÁLISIS DINÁMICO ELÁSTICO ESPECTRAL, debe incluirse en el análisis dinámico todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura. Se considera que se ha cumplido este requisito cuando se demuestra que, con el número de modos empleados, se ha incluido en el cálculo de la respuesta, de cada una de las direcciones horizontales de análisis, por lo menos el 90% de la masa participante de la estructura.

Conociendo el periodo, es posible extraer S_a del espectro de diseño. Finalmente, el cortante basal de la estructura, V_s , puede determinarse de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$V_s = S_a M g \quad (4)$$

De igual forma, al introducir el espectro sísmico en SAP 2000, el software calcula un cortante dinámico total en la base, V_t , para cada dirección de análisis. Durante este proyecto se considerará V_t ; sin embargo, este cortante basal debe ajustarse cuando sea menor a 80% para estructuras regulares, o que el 90% para estructuras irregulares, el cortante sísmico en la base, V_s . El ajuste se realiza multiplicando V_t por el factor α correspondiente (Lozano & Gonzalez, 2012).

$$\alpha = 0,8 V_s / V_t \quad (5)$$

$$\alpha = 0,9 V_s / V_t \quad (6)$$

V.1.1.2 Determinación de las solicitaciones no sísmicas

Las otras solicitaciones contempladas incluyen el peso propio de la estructura, el peso y la presión lateral generada por el material de relleno, y la fuerza generada por el impacto del oleaje; a continuación, se exponen de forma sintetizada las teorías fundamentales para la determinación de dichas solicitaciones.

- *Peso Propio de la Estructura y peso.*

El peso propio para ambas edificaciones fue determinado a través del software SAP 2000 V.16. 1.1, el cual realiza el cálculo de forma automática teniendo en cuenta el peso propio de los materiales constituyente de las estructuras. Además, se consideró el peso del material de relleno que está sobre las bóvedas (*Ilustración 17*), para ello se introdujo en el software el peso de dicho material, obtenido como el producto de su peso específico por la altura, como una presión de superficie sobre la cara superior de los sólidos directamente afectados (*Ilustración 18*). De acuerdo con los resultados de los sondeos realizados durante los estudios de suelo (S-6 y S-8 *Ilustración 7*), dicho material de relleno tiene un peso específico de $2,0 \text{ ton/m}^3$ y un coeficiente de fricción interna $\phi = 30^\circ$ (Covo, Alvaro I., 2012).

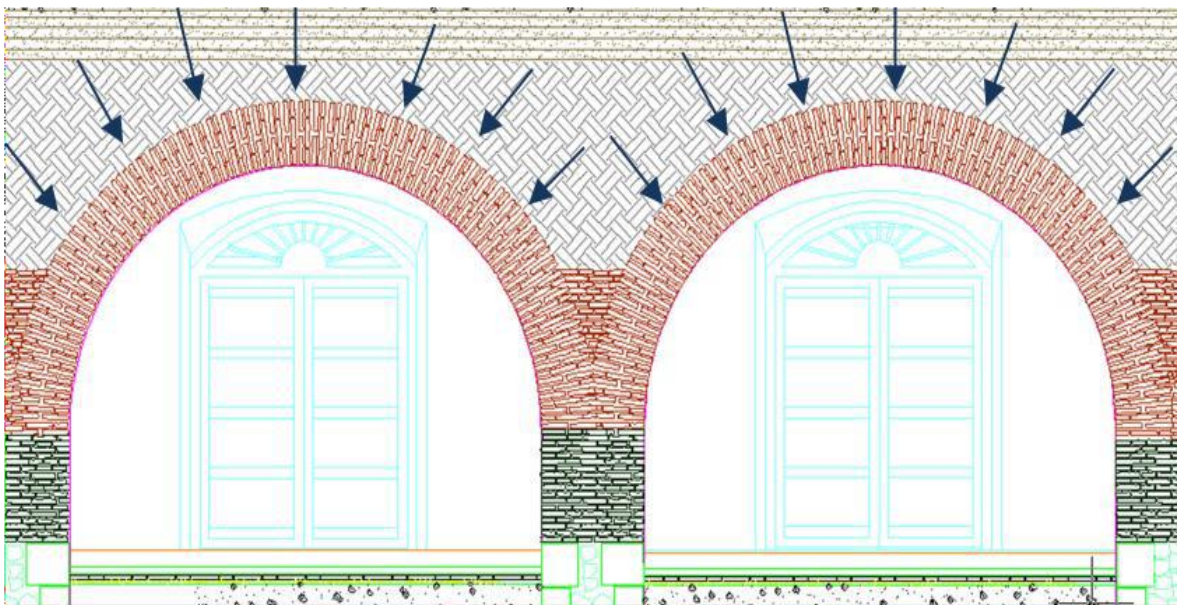


Ilustración 17. Acción del peso del relleno sobre las bóvedas. Lozano, F; Gonzalez, K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “*Evaluación Patológica y Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte- Batería de San José de Bocachica*”.

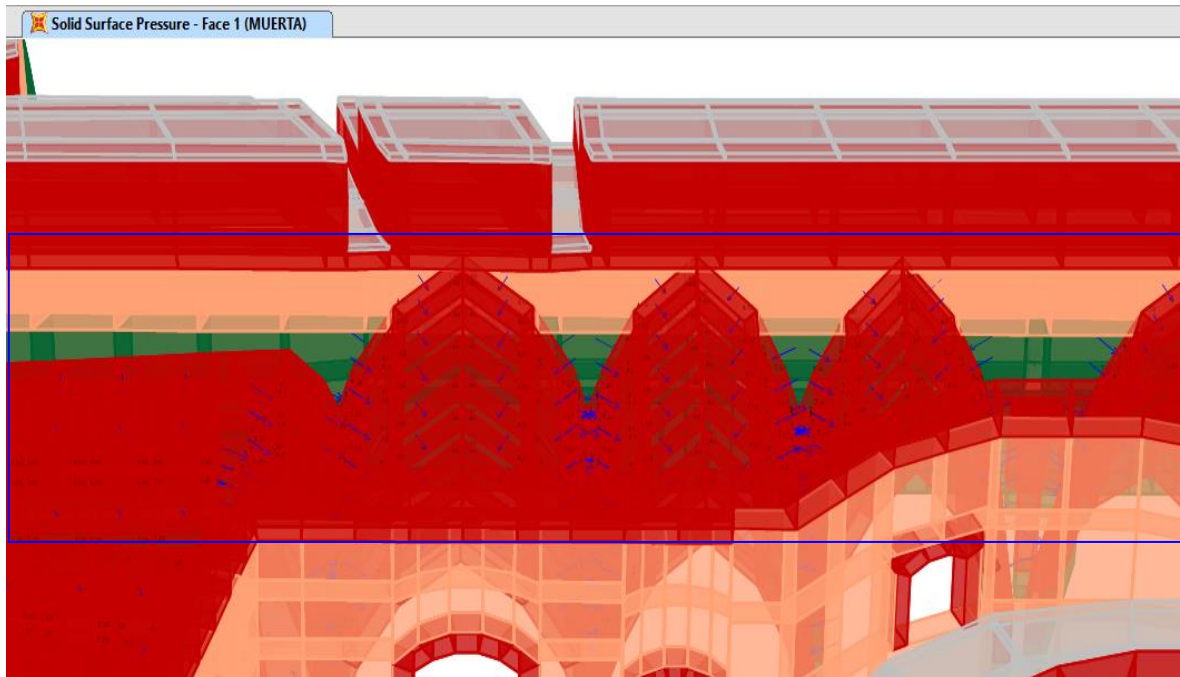


Ilustración 18. Asignación de peso del relleno como una carga superficial en los elementos sólidos. Berrocal A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de "Modelos del Fuerte San Fernando de Bocachica, SAP 2000 V.16.1.1.

- Empuje Lateral. Teoría de Coulomb.

La existencia de un material de relleno, significó la consideración de una presión lateral de suelo, en elementos de las edificaciones tales como merlones, muros que limitan con las bóvedas y los muros de las rampas; para tal efecto, dichos muros fueron considerados como de contención. Tal consideración llevó a verificar las tres condiciones básicas que todo muro de contención debe poseer, que la componente horizontal del empuje de tierra (F_h) no supere la fuerza de retención (F_r) debida a la fricción entre la cimentación y el suelo ($F_r/F_h > 1,3$); garantizar que no se presenten fenómenos de volcamiento, para lo cual se debe verificar que, el momento generado por las fuerzas actuantes M_v sea menor al momento tendiente a

estabilizar el muro M_e con una relación mínima de 1,5; finalmente verificar que la carga transmitida al suelo (T_a) sea inferior a la capacidad portante (T_p) (Covo A. , 2003, págs. 171-188). Se consideró que la fuerza que actúa a espalda del muro es el resultado del peso de la cuña de suelo sobre una superficie plana de falla (*Ilustración 19*).

Coulomb (1776) fue el primero en estudiar el problema de presiones laterales de suelos sobre muros de contención. Asumió que la fuerza que actúa en la espalda del muro es el resultado del peso de la cuña de suelo sobre una superficie plana de falla. Coulomb utilizó el equilibrio de fuerzas para determinar la magnitud del empuje de suelo actuando en el muro para las condiciones de empuje activo mínimo y empuje pasivo máximo.

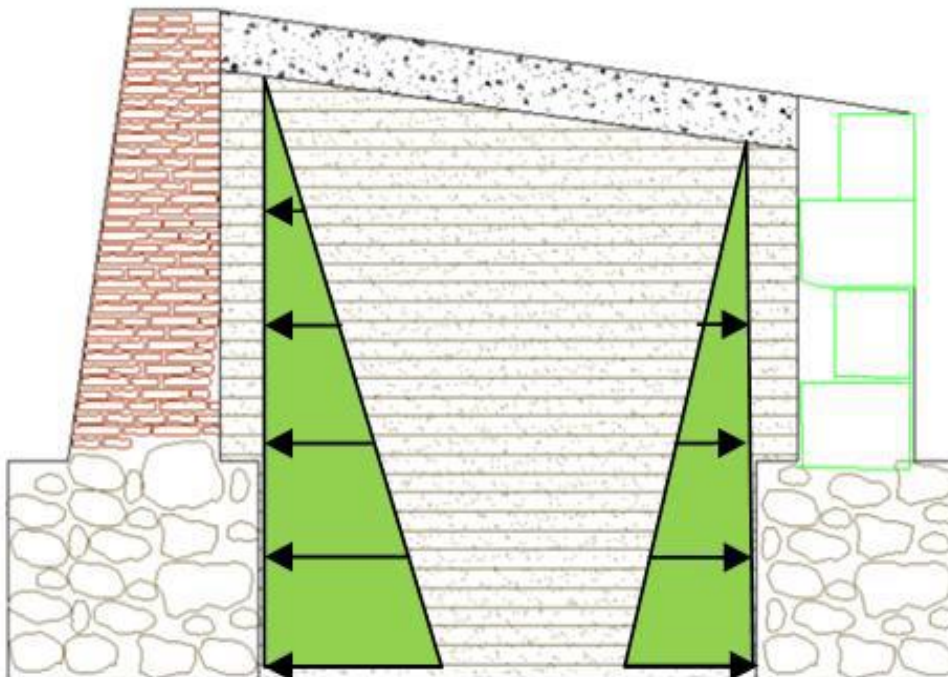


Ilustración 19. Empuje lateral del suelo sobre las paredes de los merlones. Lozano F.; González K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.

Dado que este problema es indeterminado, un número indeterminado de superficies de falla debe ser analizado para identificar la superficie de falla crítica. Coulomb identificó el ángulo α_A que forma el plano de falla del suelo con la horizontal, imponiendo la condición de fuerza mínima para producir la falla, es decir:

$$\frac{\partial P_A}{\partial \alpha} = 0 \quad (7)$$

Bajo condiciones de presión de suelos de empuje activo mínimo, el empuje activo en el muro se obtiene del equilibrio de fuerzas indicado en la (Ilustración 20). Para la superficie de falla crítica, el empuje activo ($A = \text{Activo}$) sobre un muro de contención de un suelo sin cohesión puede ser expresado como:

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (8)$$

Donde el coeficiente de empuje activo está dado por:

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \quad (9)$$

Dónde:

γ = peso activo del suelo.

ϕ = coeficiente de fricción interna del suelo.

θ = ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical.

δ = ángulo de fricción entre el muro y el suelo.

β = ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal.

La superficie de falla crítica esta inclinada a un ángulo de:

$$\alpha_A = \phi + \tan^{-1} \left[\frac{\tan(\phi - \beta) + C_1}{C_2} \right] \quad (10)$$

Respecto de la horizontal, donde:

$$C_1 = \sqrt{\tan(\phi - \beta) [\tan(\phi - \beta) + \cot(\phi - \theta)] [1 + \tan(\delta + \theta) \cot(\phi - \theta)]} \quad (10.1)$$

$$C_2 = 1 + \{ \tan(\delta + \theta) [\tan(\phi - \beta) + \cot(\phi - \theta)] \} \quad (10.2)$$

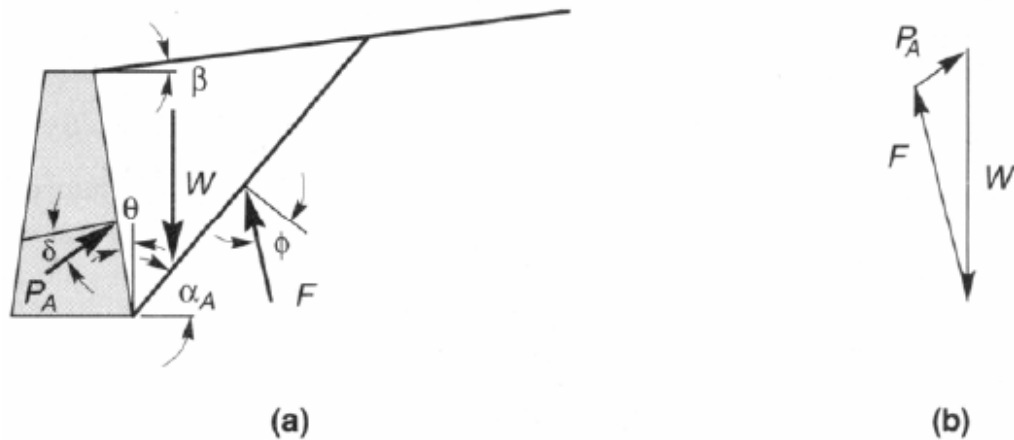


Ilustración 20. a) Cuña activa triangular determinada por la superficie del suelo, el plano de falla y el muro. (b) Polígono de fuerzas para la cuña activa de Coulomb. La superficie de falla crítica es la que da el mayor valor de P_A . Covo, A. (2003). [Ilustración]. Recuperado de "Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica.

La teoría de Coulomb no predice explícitamente la distribución de la presión activa, pero muestra que ésta es triangular para rellenos con pendiente lineal, sin cargas de superficie. En tales casos P_A actúa en un punto ubicado a $H/3$ de la altura del muro de altura H .

Para condiciones de empuje pasivo máximo en rellenos sin cohesión (*Ilustración 21*), la teoría de Coulomb predice un empuje pasivo ($P = Pasivo$) de:

$$P_P = \frac{1}{2} K_P \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (11)$$

Dónde:

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\delta - \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \quad (12)$$

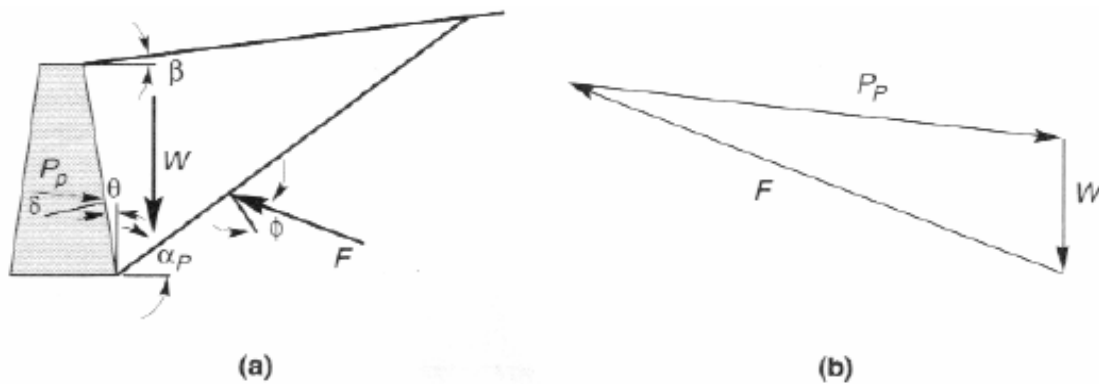


Ilustración 21. a) Cuña pasiva triangular determinada por la superficie del suelo, el plano de falla y el muro. (b) Polígono de fuerzas para la cuña pasiva de Coulomb. La superficie de falla crítica es la que da el mayor valor de P_p . Covo, A. (2003) [Ilustración]. Recuperado de “*Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica*”.

- *Método de Mononobe-Okabe (M-O)*.

Okabe (1926), y *Mononobe y Matsuo (1929)*, desarrollaron las bases de un análisis pseudo-estático para evaluar las presiones sísmicas que desarrollan los suelos sobre los muros de

contención, dando origen al conocido *Método de Mononobe-Okabe (M-O)*. Este método considera la aplicación de aceleraciones pseudo-estáticas, tanto horizontales como verticales, a la cuña activa de Coulomb. El empuje de suelos pseudo-estático se obtiene entonces a partir del equilibrio de la cuña.

Las fuerzas actuando sobre una cuña activa, en el caso de un suelo seco sin cohesión, se muestra en la (*Ilustración 22*). Además de las fuerzas que existen bajo condiciones estáticas, sobre la cuña también actúan fuerzas pseudo-estáticas horizontales y verticales cuyas magnitudes están relacionadas con la masa de la cuña mediante aceleraciones pseudo-estáticas:

$$a_h = k_h \cdot g \quad y \quad a_v = k_v \cdot g \quad (13)$$

El empuje activo total puede ser expresado en forma similar al desarrollado para las condiciones estáticas, esto es

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 - k_v) \quad (14)$$

Donde el coeficiente dinámico de presión de suelo activo, K_{AE} , está dado por:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \varphi)}{\cos\phi \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \varphi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta - \varphi)}{\cos(\delta + \theta + \varphi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \quad (15)$$

Dónde:

$$\phi - \beta \geq \Psi,$$

$$\gamma = \gamma_d,$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{k_h}{(1 - k_v)} \right] \quad (15.1)$$

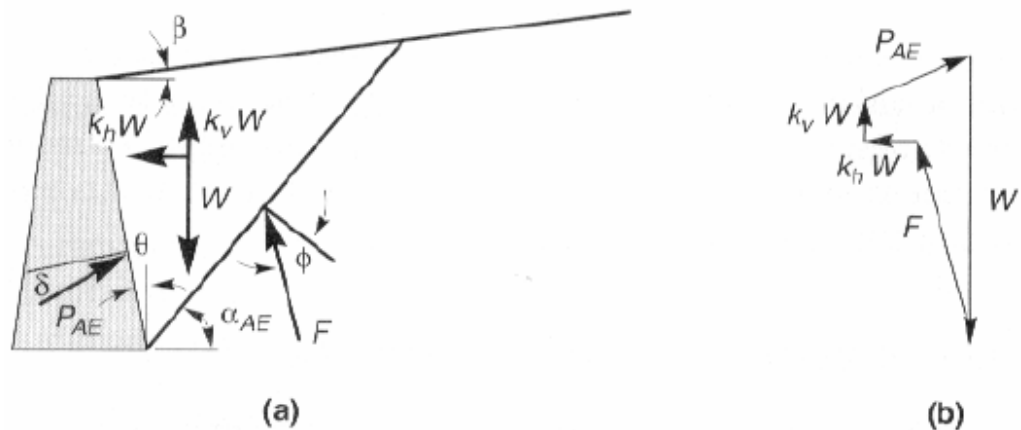


Ilustración 22. (a) Fuerzas actuando en la cuña activa en el análisis de Mononobe-Okabe. (b) Polígono de fuerzas ilustrando el equilibrio de fuerzas actuando sobre la cuña. Covo, A. (2003). [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.

La superficie de falla crítica, la que es más plana que la superficie de falla crítica para las condiciones estáticas, esta inclinada a un ángulo de:

$$\alpha_{AE} = \phi - \theta + \tan^{-1} \left[\frac{-\tan(\phi - \theta - \beta) + C_{1E}}{C_{2E}} \right] \quad (16)$$

Donde

$$C_{1E}$$

$$= \sqrt{\tan(\phi - \theta - \beta) [\tan(\phi - \theta - \beta) + \cot(\phi - \theta)] [1 + \tan(\delta + \theta) \cot(\phi - \theta)]}$$

$$(16.1)$$

$$C_{2E} = 1 + \{\tan(\delta + \theta) [\tan(\phi - \theta - \beta) + \cot(\phi - \theta)]\} \quad (16.2)$$

Aunque conceptualmente es bastante simple, el método M-O modificado proporciona una herramienta útil para estimar las cargas sísmicas inducidas sobre muros de contención. El coeficiente de aceleración horizontal positivo causa que el empuje activo total exceda al empuje activo estático y que el empuje pasivo total sea menos que el empuje pasivo estático.

Dado que la estabilidad de un muro en particular generalmente se reduce por un incremento en el empuje activo y/o una disminución en el empuje pasivo, el método de Mononobe-Okabe produce cargas sísmicas que son más críticas que las cargas estáticas que actúan antes del sismo. Como una extensión pseudo-estática del análisis de Coulomb; sin embargo, el análisis según el método M-O está sujeto a todas las limitaciones de los análisis pseudo-estáticos, así como, a las limitaciones de la teoría de Coulomb.

Al igual que en el caso del análisis pseudo-estático de estabilidad de taludes, la determinación de los adecuados coeficientes pseudo-estáticos es difícil, y el análisis no es apropiado para suelos que experimenten una significativa pérdida de resistencia durante sismos, como es el caso de suelos con elevado potencial de licuefacción.

Al igual que como lo hace la teoría de Coulomb bajo condiciones estáticas, el análisis según el método M-O sobreestima el empuje pasivo total, particularmente para $\delta > \varphi/2$. Por estas razones el Método de Mononobe-Okabe Modificado debería ser usado e interpretado cuidadosamente.

- *Fuerza de oleaje.*

Es importante resaltar la razón por la cual se incluyó esta fuerza dentro de los análisis realizados a ambos fuertes. De acuerdo con la recopilación bibliográfica los efectos del oleaje constituyen un factor importante en los procesos de erosión de la isla Draga en el caso del Fuerte-Batería de San José y en el arrastre de material de suelo de soporte en la Isla de Tierrabomba en caso del Fuerte San Fernando de Bocachica, como se evidenciará en los Capítulos 3 y 7 de este documento. Además, la incidencia del oleaje sobre los fuertes es el causante o el factor detonante de varias patologías encontradas en las visitas de campo.

“La presión de olas sobre paredes verticales está compuesta por, primero, la presión hidrostática, la cual varía a medida que la ola sube y baja a lo largo de la pared; y segundo, la presión dinámica generada por el movimiento de las partículas de agua” (citado en Lozano & Gonzalez, 2012, p.35).

La teoría expuesta por *George Sainflou* en 1928, propone calcular la presión que ejerce el oleaje sobre paredes verticales, basándose en aproximaciones precisas del movimiento de las olas trocoidales elípticas estacionarias en frente de la pared. Una partícula en la superficie de una ola oscila alrededor de un punto cuya altura por encima del nivel del mar está dada por:

$$h' = \frac{\pi H^2}{4L} \coth\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (17)$$

Donde h' es la altura de la ola, h es la profundidad del agua y L es la longitud de la ola. Por lo tanto, la altura de la cresta sobre la superficie del agua es $a = H + 4h'$. Cuando la ola es reflejada por la pared vertical se genera un *clapotis*. La superficie de este *clapotis* en su máxima

posición es también una trocoide. La altura del centro de oscilación por encima de la superficie se eleva a:

$$h_0 = \frac{\pi H^2}{L} \coth\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (18)$$

Equivalente a cuatro veces la altura de la ola no reflejada. La altura de ola del *clapotises* $2H$, dos veces la altura de la ola sin reflejar. *Sainflou* computó una formula general para la presión sobre la pared vertical, a partir de la cual puede construirse el diagrama de presiones mostrado en la (*Ilustración 23*). La presión en la base está dada por:

$$p_2 = \frac{\rho g H}{\cosh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)} \quad (19)$$

Donde ρg es el peso específico del agua, H es la altura de la ola, h es la profundidad del agua y L es la longitud de la ola.

Para olas que arriban en la posición de la cresta de la onda (diagrama a la izquierda de la *Ilustración 23*), la presión al nivel de la superficie del agua es:

$$p_2 = (\gamma d + p_2) \frac{H + h_0}{H + h_0 + h} \quad (20)$$

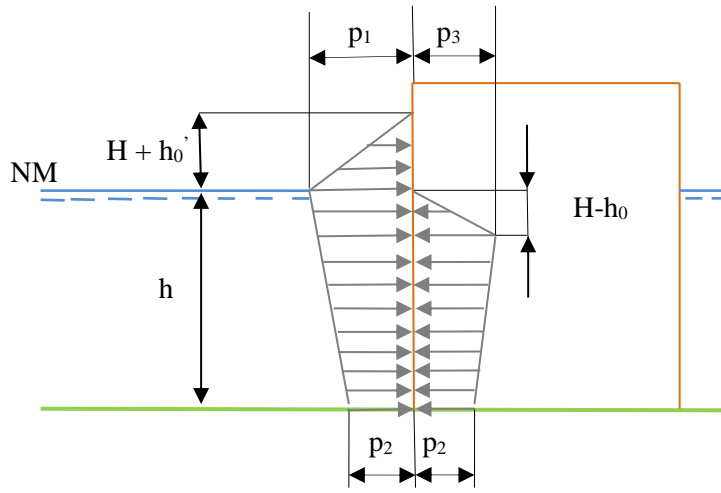


Ilustración 23. Diagrama de presiones sobre pared vertical según Sainflou. Millán (2010). [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.

Si la ola arriba en la posición del valle de la onda (diagrama a la derecha de la *Ilustración 23*), se tiene:

$$p_3 = \rho g(H - h_0) \quad (21)$$

Aunque la teoría de Sainflou tiene en cuenta las presiones generadas en una pared ocasionada por ondas que no rompen y que inciden normalmente contra ella, es decir, que al no chocar las partículas continúan con una trayectoria recta y vertical; la presencia del obstáculo propicia fenómenos de reflexión. La consideración de estas presiones en el modelado de las edificaciones, además de los efectos del oleaje es sumamente importante, teniendo en cuenta que la reflexión del oleaje permite explicar los procesos de erosión y deposición que se generan en la base de la cara exterior de los muros de los fuertes; la erosión es posible

entonces, gracias a que la reflexión de la onda larga que está vinculada con el fenómeno de transporte de sedimentos, tal como lo afirma el catedrático Miguel A. Losada.

“Frente a una estructura marítima reflejante, la acción combinada de oleaje y corriente y la hidrodinámica derivada de su interacción, puede explicar la generación de formas de lechos rítmicos de gran escala en fondos arenosos frente a la estructura y explicar la existencia de fenómenos de erosión y deposición de sedimentos en su base”. (Losada & Baquerizo, 1998).

Posteriormente, utilizando el software SAP2000, las fuerzas que se describieron antes fueron asignadas al modelo estructural utilizado la opción *Surface Pressure* en la cara expuesta de los sólidos en las zonas donde estaban ubicados los rellenos. Para considerar la variación de la presión con respecto a la altura, se utilizó el comando *Joint Pattern*, el cual permite, precisamente, visualizar la variación de la carga asignada con la altura en los puntos que hacen parte de la zona de la estructura modelada.

Para la determinación de los parámetros impuesto al modelo por el oleaje generado dentro del canal de acceso a la bahía de Cartagena, se consideró los efectos producidos por el paso de un buque tipo GRANELERO/CARBON con capacidad de 150 000 DWT, de acuerdo con la investigación realizado por la empresa HIDROCONSULTORES en el año 2012. Las dimensiones del buque y el canal fueron las siguientes:

BUQUE

ESLORA: 280 m

MANGA: 44,50 m

CALADO: 16,75 m

CANAL-DIRECCIÓN: Una Vía

ANCHO INFERIOR: 160 m

PROFUNDIDAD: 18,25 m

ANCHO SUPERIOR: 306 m

TALUD: 1:4

- Interacción suelo Estructura.

Se ha incluido este inciso en esta sección, considerando que al ser un caso interesante de estudio es necesario explicar los fundamentos teóricos que lo sustentan. *La interacción suelo-estructura, se puede definir como la modificación del movimiento de terreno en la base de la estructura que se produce a partir de la presencia de la misma. Esta puede verse afectada por factores como el peso propio de la estructura, la rigidez y forma de la cimentación, las propiedades del suelo, entre otras* (Navarro & Trujillo, 2014).

En cuanto al modelo, es importante mencionar que, de acuerdo con el ingeniero de suelo Álvaro Covo, la reproducción de esta condición (interacción suelo-estructura), está dada por la asignación de *resortes-springs*- en los apoyos de la estructura, cuyas características de rigidez están definidas por las propiedades del suelo. Por lo cual, la determinación teórica de la rigidez del suelo se convierte en una parte fundamental, puesto que de ello depende la reproducción de las condiciones reales a las que están sometidas las estructuras.

Para efectos de esta investigación, se establecieron los valores de rigideces para el suelo en las tres direcciones; las cimentaciones de las estructuras fueron modeladas utilizando un elemento *Shell* de software SAP 2000 V.16.1.1, este tipo de elementos solamente se le puede adicionar la rigidez del suelo en términos de área – *Surface spring*- lo cual está dado por las siguientes expresiones:

$$K_z = \frac{\sigma_z}{\rho} \quad (22)$$

$$K_x = K_y = \frac{\sigma_z}{3\rho} \quad (23)$$

Además, se determinaron los valores de las constantes de rigideces rotacionales, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$K_{\theta X} = \frac{B_Y^3 B_X \sigma_{ac}}{F \rho_{ac}} \quad (24)$$

$$K_{\theta Y} = \frac{B_X^3 B_Y \sigma_{ac}}{F \rho_{ac}} \quad (25)$$

$$K_{\theta Z} = \frac{B_Y^m B_X^n \sigma_{ac}}{F_{\theta Z} \rho_{ac}} \quad (26)$$

La teoría establece que los términos B_X y B_Y corresponden a las dimensiones del cimiento (*Ilustración 24*), en este caso en particular, dichos valores representan el área aferente de cada nodo; F es una constante adimensional cuyo valor oscila entre 10 y 14, por recomendaciones del ingeniero de suelo se asumió $F=12$; σ_{ac} es el esfuerzo actuante, al cual corresponde una deformación ρ_{ac} en el sentido Z , y $F_{\theta Z}$ es un factor calculado a partir de menor valor entre B_X/B_Y y B_Y/B_X , de acuerdo con la (*Ilustración 25*).

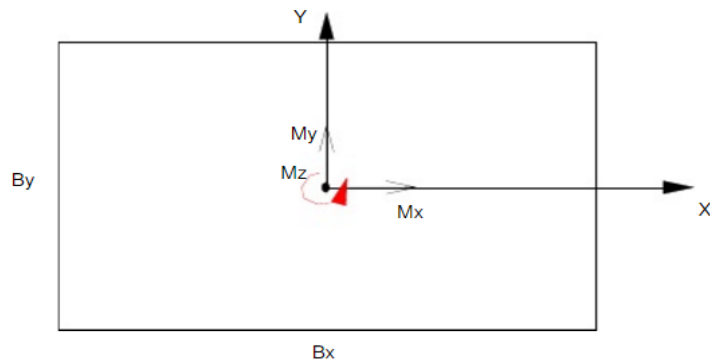


Ilustración 24. Momento actuando sobre el cimiento. Covo, A. (2003) [Ilustración] Recuperado de “Introducción a la Mecánica de suelo”

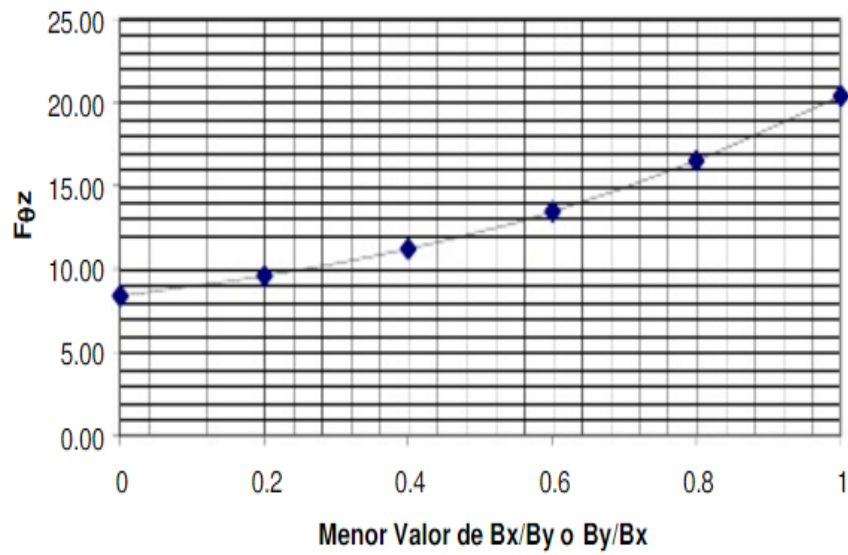


Ilustración 25. Determinación del factor F_{0z} . Covo, A. (2003) [Gráfica]. Recuperado de “Introducción a la Mecánica de suelo”.

- *Índices de sobreesfuerzos.*

La fase de modelado, de la cual se darán detalles a continuación, permite obtener una serie de valores de los esfuerzos internos (compresión, tracción, cortante, torsión y flexión) de cada uno de los elementos finitos que conforman los modelos de ambos fuertes.

“El índice de sobreesfuerzo se expresa como el cociente entre las sollicitaciones equivalentes y la resistencia efectivas [...] los índices de sobreesfuerzos de los elementos, se refiere al sobre esfuerzo que se genera en los muros estructurales individuales [...] los índices de sobreesfuerzos de la estructura se define como el determinado para toda la edificación, evaluando los elementos con mayor índice de sobreesfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como un conjunto.” (Lozano & Gonzalez, 2012, pág. 40).

Es importante tener en cuenta que, para todos los elementos de la estructura, los esfuerzos internos tales como compresión, tracción, cortante, flexión, torsión, etc. obtenidos al aplicarla a las estructuras objetos de la investigación, las sollicitaciones equivalentes mayoradas de acuerdo con el procedimiento dado en el título B del reglamento (NSR-10), y para las combinaciones de carga dadas allí, deben ser divididos por la resistencia efectiva del material. Dado que gran parte de los elementos encontrados en los modelos corresponden a elementos tipo *Solid*, fue necesaria una selección cuidadosa de los esfuerzos a evaluar en cada uno de los elementos de la estructura, es decir, se consideraron los esfuerzos internos teniendo en cuenta si se estaba analizando un elemento específico de la edificación, como: bóvedas, la escarpa, la rampa, los muros etc. La *Ilustración 26 e Ilustración 27*, muestran las consideraciones tenidas en cuenta.

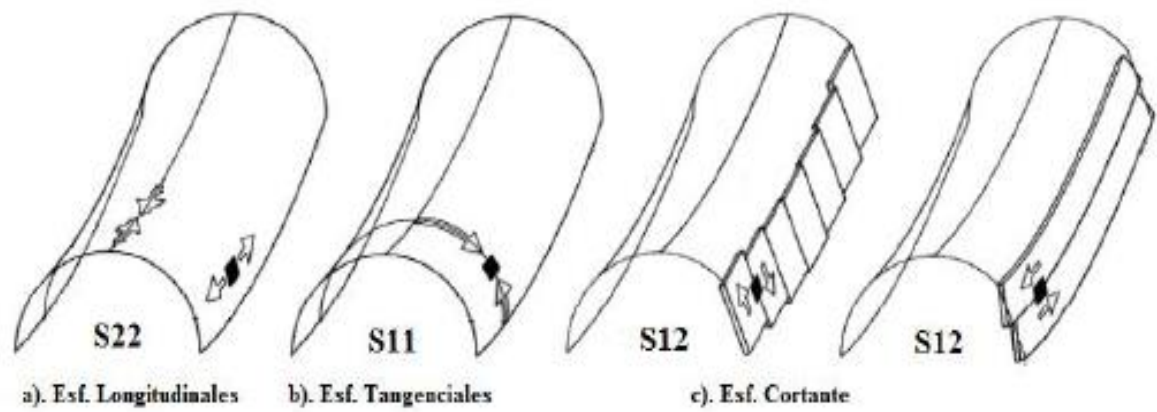


Ilustración 26. Esfuerzos considerados en el estudio de las bóvedas. REQUENA (2000) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.

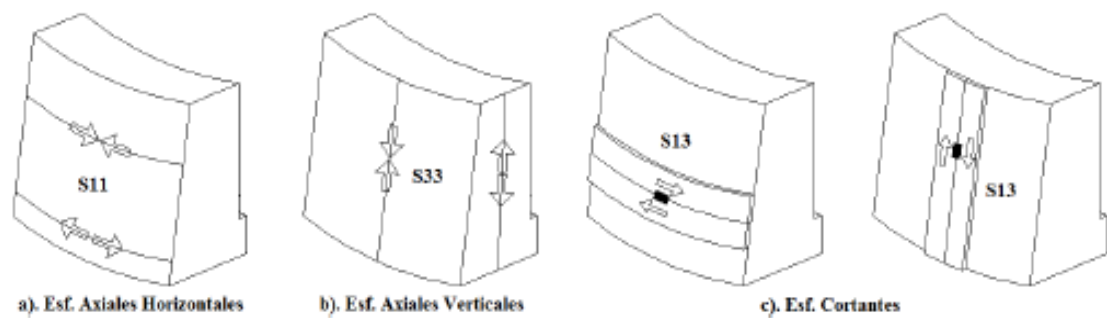


Ilustración 27. Esfuerzos considerados en el estudio de la escarpa y los muros. Lozano F.; González K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.

V.1.2 Fase de modelado Software estructural SAP 2000.

Para la realización de los análisis de ambas edificaciones, esta investigación hizo uso del software SAP 2000 en su versión 2016 (V.16.1.1), con el fin de modelar ambos fuertes bajo las diferentes solicitaciones antes establecidas, y a partir de dicha información realizar las evaluaciones pertinentes de cada caso. En esta fase fueron necesarias tres etapas; la primera consistió en la construcción de los modelos de elementos finitos con la intención de replicar de forma acertada las condiciones de geometría de las edificaciones objetos de la investigación, para lo cual y gracias a los planos arquitectónicos suministrados por el Consorcio A & A Bocachica y los arquitectos Alberto Samudio y Alberto Herrera, se pudo construir los modelos 3D de ambos fuertes en el software AutoCAD en su versión 2015. Estos modelos posteriormente fueron exportados al software SAP 2000 V.16.1.1 para el respectivo análisis estructural.

La segunda etapa abarcó los procesos computacionales realizados por el software, que involucraron las fuerzas aplicadas, las propiedades de los elementos y las condiciones de apoyo; condiciones establecidas previo a los análisis del programa. Finalmente, la tercera etapa consistió en el análisis de los resultados obtenidos, comparándolos con la teoría o con los resultados obtenidos en investigaciones previas.

Es importante mencionar que, haciendo uso del Método de Elementos Finitos, MEF, se construyeron los modelos computacionales del Fuerte- Batería de San José y del Fuerte San Fernando de Bocachica; el método anteriormente mencionado permitió la división de cada

uno de los elementos de las edificaciones en un conjunto de pequeños elementos interconectados por una serie de nodos. Lo anterior bajo el principio general que, el sistema de ecuaciones diferenciales con infinitos grados de libertad que rigen el comportamiento del elemento continuo, regirán también para todos y cada uno de los elementos finitos establecidos, pero ahora con un grado de libertad finito.

V.1.2.1 Convenciones de signos del Software SAP 2000 V.16.1.1.

Del correcto conocimiento de las convenciones utilizadas por el software y del reconocimiento de los ejes locales de los elementos, depende la interpretación adecuada de la información que este suministra (fuerzas y esfuerzos internos).

Lo anterior, “*permitió conocer con precisión la naturaleza de los esfuerzos actuantes (compresión, tracción o cortante) y su dirección (perpendicular, tangencial o inclinado); así como la correcta identificación de los desplazamientos generados en los nodos.* (Lozano & Gonzalez, 2012, pág. 21).

Resulta importante entonces conocer los siguientes conceptos (COMPUTER & STRUCTURES.INC, 1978-2013):

- Identificación del eje normal 3. El eje *local 3* será siempre perpendicular al plano de los elementos *Shell*. Este eje apunta hacia el observador cuando el recorrido $j1 - j2$

– j_3 aparece en sentido opuesto al de las manecillas del reloj (*Ilustración 28*). En los elementos *Solid*, el eje 3 es paralelo al eje Z.

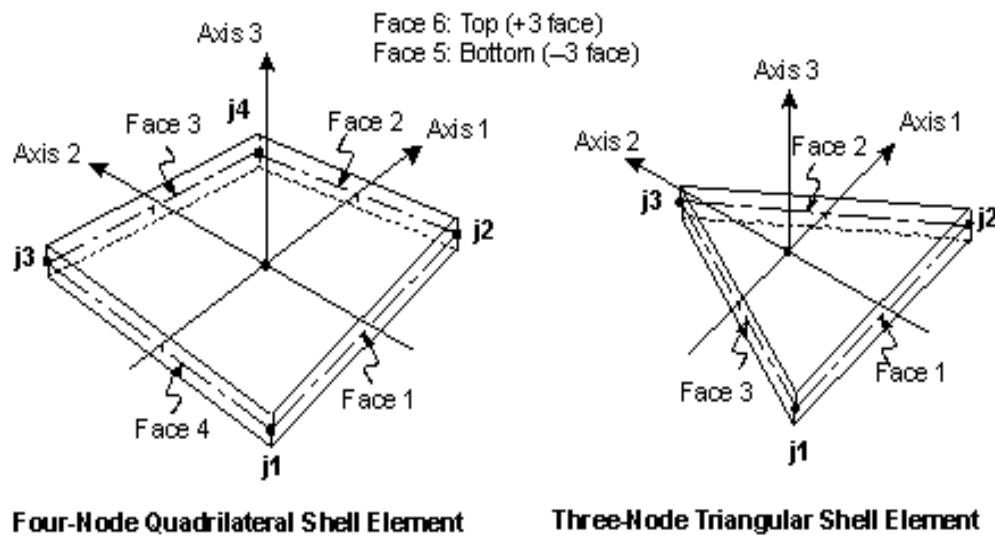


Ilustración 28. Orientación de los ejes locales en elementos sólidos. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”.

- Orientación por defecto. En los elementos *Solid*, los ejes locales se disponen paralelos a los ejes globales (*Ilustración 29*), sin importar la forma del sólido, es decir, si algún sólido está inclinado (algunas de sus caras no se encuentran en ninguno de los planos globales: XY, XZ, YZ), será necesario rotar manualmente sus ejes locales, hasta que estos coincidan con las caras.

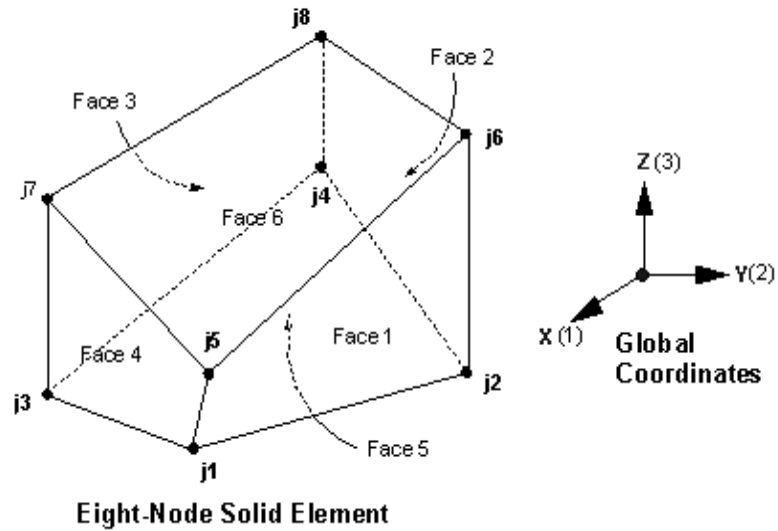


Ilustración 29. Orientación de los ejes locales en elementos *Shell*. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”.

- Nomenclatura de los esfuerzos internos. En elementos *Shell*, los esfuerzos $S11$ y $S22$ representan esfuerzos perpendiculares a las caras, por lo que pueden ser de compresión, si el signo es negativo o de tracción si el signo es positivo. El esfuerzo $S12$ representa los esfuerzos cortantes (*Ilustración 30*). Para los elementos *Solid*, los esfuerzos que representan compresión o tracción dependiendo del sentido son: $S11$, $S22$ y $S33$, y los esfuerzos cortantes se representan por: $S12$, $S13$ y $S23$ (*Ilustración 31*).

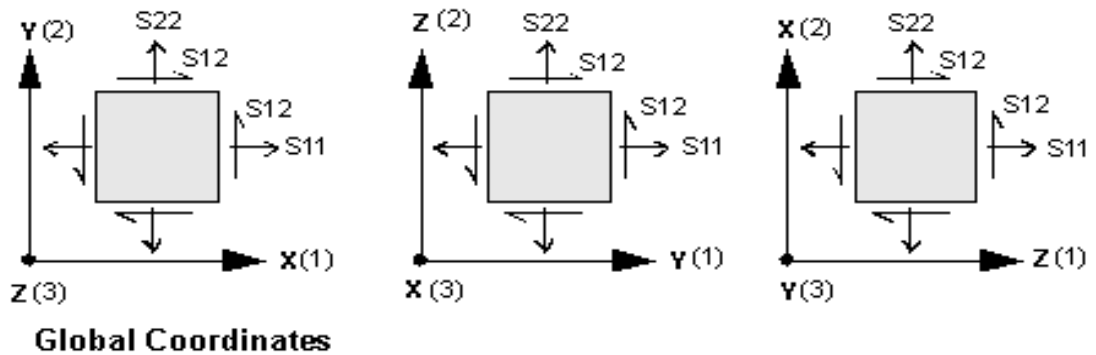


Ilustración 30. Esfuerzos en elementos Shell. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “*Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1*”.

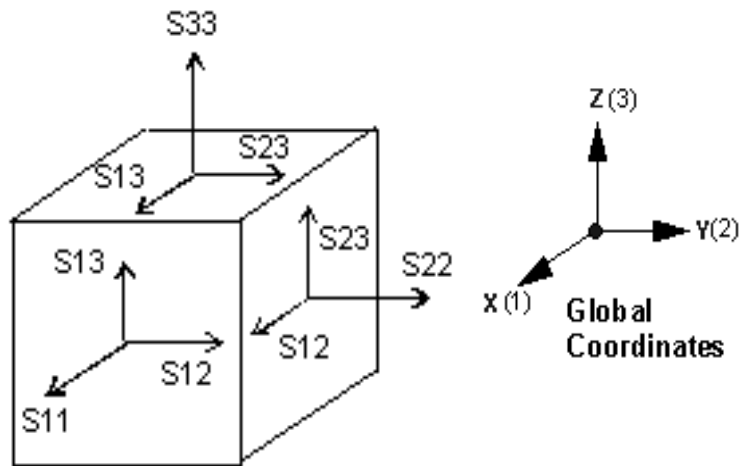


Ilustración 31. Esfuerzos en elementos Sólidos. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “*Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1*”.

V.2. Estado del Arte

En el ámbito internacional, normalmente la rehabilitación y/o conservación de una edificación antigua en mampostería estructural requiere un profundo conocimiento y comprensión de los procesos históricos que han acompañado a la estructura. Mientras que el comportamiento estructural de una edificación moderna es relativamente fácil de determinar, debido principalmente a la existencia de códigos de estandarización del diseño y construcción y del conocimiento preciso de los materiales; la predicción de la respuesta estructural de un edificio histórico es todavía un verdadero reto. De hecho, las edificaciones antiguas no pueden ser fácilmente reducidas a los sistemas estructurales estándares a causa, precisamente, de la incertidumbre de su comportamiento y de las propiedades de los materiales. Como consecuencia, el mantenimiento de los edificios antiguos ha atraído el interés de multitud de investigadores a lo largo del mundo en las últimas décadas. Hoy en día, muchos enfoques teóricos y computacionales están disponibles en la literatura científica correspondiente (Betti, Orlando, & Vignoli, 2011).

En los últimos años se ha apreciado el crecimiento en la literatura científica de herramientas numéricas y casos de análisis de la respuesta estructural de estructuras antiguas. Estas investigaciones representan un amplio estado del arte de los enfoques ingenieriles para la evaluación de la seguridad y valoración de edificios históricos. BETTI et al. (2011) discuten el caso estudio del castillo medieval *San Niccoló* (Toscana, Italia). Los autores utilizaron el método de elementos finitos para elaborar un modelo numérico 3D del castillo con el objeto de identificar las principales causas de los daños y valorar la efectividad de los trabajos de

restauración realizados en años anteriores. El artículo muestra que el análisis numérico avanzado podría ofrecer información significativa para la comprensión de las fuentes de los daños existentes y para el diseño de un reforzamiento adecuado.

En investigaciones realizadas por CASOLO et al. (2009) y BETTI et al. (2011) se utilizaron, de igual forma, técnicas de modelado basadas en el método de elementos finitos. En la primera, se estudió el *Castillo Maniace* (Siracusa, Sicilia) construido en el siglo XIII y, además de estimar la respuesta global del edificio, se determinaron sus puntos débiles y la cinética de los mecanismos de colapsos correspondientes. Los autores utilizaron tres diferentes modelos numéricos: un modelo tridimensional del castillo completo, un modelo tridimensional detallado de las partes arquitectónicas de la edificación que sufren los problemas de equilibrios principales y un nuevo modelo de elemento rígido bidimensional considerando la degradación del material sujeto a carga cíclica. Este tercer modelo permitió evaluar el comportamiento sísmico de los pilares, contrafuertes y arcos del castillo. Esta investigación tuvo como objetivo proponer estrategias de reforzamiento con los mínimos impactos arquitectónicos sobre el monumento existente (Casolo & Sanjust, 2009).

En la segunda investigación, se estudió el comportamiento sísmico de la basílica *Santa Mariaall'Impruneta* localizada cerca de Florencia (Italia) la cual data del siglo XIV. Los autores utilizaron el modelo tridimensional de elemento finito incluido en el paquete del software para modelado en ingeniería ANSYS V.11.0, mediante el cual determinaron el comportamiento estático de la basílica bajo cargas verticales y sísmicas y las propiedades

dinámicas del complejo estructural. Preliminarmente, realizaron un reconocimiento *in situ* de la iglesia para obtener información básica de la geometría, de detalles estructurales e irregularidades en la estructura. En dicha investigación, se hizo uso de un segundo enfoque simplificado basado en el análisis de estados límites. Este artículo sugiere que es necesario comparar diferentes enfoques para el análisis de edificios históricos con el fin de cubrir las inevitables incertidumbres que siempre acompañan a los materiales y mecanismos de construcción (Betti & Vignoli, 2011).

El software de diseño y análisis estructural SAP2000, producido por la compañía Computer and Structures Inc, también ha sido ampliamente utilizado para la evaluación sísmica de edificaciones antiguas. Tal es el caso de la investigación conducida por PARET et al. (2010) en la sinagoga Sherith Israel construida en 1849 y localizada en San Francisco, USA. Otro ejemplo significativo corresponde a los estudios adelantados por IDRIZI et al. (2007) en la mezquita Mehmet Kebir Celebi ubicada en la ciudad de Skopje, Macedonia. Los autores, mediante una comparación de los dos diferentes estados de la mezquita (antes y después de la rehabilitación) considerando el modelo estructural, señalan el nivel de precisión del análisis y el diseño de la estructura de la mezquita, así como su proceso de rehabilitación adecuado

No obstante, no se encontró información disponible en la literatura científica acerca de estudios de vulnerabilidad sísmica enfocados en edificaciones militares históricas de constitución y envergadura similar al caso estudio propuesto en este documento. De hecho,

no se hallaron evidencias de estudios de comportamiento mecánicos en ninguna de las fortificaciones históricas americanas, legado de la época de la conquista y colonia.

Si se han hecho, sin embargo, diversas investigaciones donde se cuantifican y valoran los daños y lesiones en las fortificaciones de la época hispánica, al igual que algunos proyectos de intervención y restauración; motivados principalmente por los esfuerzos del Centro de Patrimonio Mundial (World Heritage Centre) de la UNESCO. Tal es el caso de la investigación adelantada por Nelson Melero en el Castillo de San Severino en Matanzas, Cuba. En ella el autor determina las problemáticas de deterioro y conservación del edificio; dentro del inventario de afectaciones, Melero nombra la acumulación de escombros y basuras y la proliferación de vegetación, la oxidación y corrosión de los elementos de herrería y la pérdida de algunos elementos como puentes y parapetos. De igual forma, organiza un historial de las intervenciones realizadas al castillo y evalúa su eficiencia (Melero, 2006).

Otro buen ejemplo, corresponde la investigación realizada en la Fortaleza de Santiago de Arroyo de Araya (Venezuela) por Fernando Rodríguez. El autor plantea una serie de dificultades específicas involucradas en la recuperación de la fortaleza; menciona desde los problemas técnicos relativos a la consolidación de muros y baluartes y los materiales que deben ser utilizados, hasta la localización de la edificación en una zona económicamente deprimida. Finalmente, Rodríguez formula el esquema de un plan de gestión para los procesos de recuperación y conservación del monumento (Rodríguez, 2006).

Como se aprecia, las evaluaciones realizadas en las fortificaciones hispánicas del Caribe se han enfocado en aspectos arquitectónicos y museográficos, económicos y sociales. En el ámbito del comportamiento mecánico de estas fortalezas, existe un vacío en la literatura científica; o por lo menos, en caso de existir investigación alguna relacionada, sus resultados y conclusiones son de precaria divulgación y acceso.

V.3. Antecedentes

Para la realización de este trabajo de investigación fue de vital importancia sentar una base de datos que permitiera tomar los aportes realizados mediante artículos, revistas científicas y trabajos de investigación desarrollados a local, con el fin de desarrollar una metodología que permitiera destacar cada de uno de estos, bajo el enfoque de la investigación realizada.

En el ámbito local y nacional se has realizado un sin número de investigaciones que desde distintos campos de la ingeniería han contribuido a la bibliografía referente a la temática de conservación de bienes inmuebles con carácter patrimonial.

En 2003 el ingeniero civil Jorge Rocha, realizó sin duda unas de las más completas investigaciones referentes a las lesiones presentes en las edificaciones militares españolas con las que cuenta la ciudad de Cartagena. La investigación realizada sobre el lienzo de murallas de la ciudad de Cartagena, permitió identificar y caracterizar las patologías presentes en la misma. Las patologías encontradas en esta investigación fueron claramente identificadas en los dos fuertes objetos de la presente investigación, teniendo en cuenta no

solo son construcciones militares contemporáneas, sino que se trata de las mismas técnicas constructivas y materiales constitutivos.

La determinación de los parámetros característicos de los materiales fue un punto clave en el desarrollo de la investigación, por lo que, en este aspecto, la recopilación bibliográfica jugó un papel determinante. Los antecedentes mostraron la realización de pruebas destructivas y no destructivas a los materiales, mostrando una marcada diferencia entre los valores obtenidos para un método u otro, en términos generales las pruebas no destructivas, tienden a sobre estimar la resistencia de los materiales; lo anterior explica porque esta investigación considera los valores de las pruebas destructivas en la realización del análisis y no los obtenidos por otros métodos.

Los valores de resistencia para materiales, con los cuales se realizó el análisis para ambos fuertes, se obtuvieron a través del cálculo de valores promedios de una muestra de datos aportado por diferentes investigaciones realizadas en la ciudad, en materiales como caliza, mampostería, ladrillo etc. Debido a que por materiales las muestras no superaban los 30 datos y en algunos casos se mostraba una gran dispersión; fue necesario recurrir a un sencillo análisis estadístico, considerando el conjunto de datos con distribución t, precisamente por el tamaño de las muestras y el desconocimiento de la varianza; este análisis se aplicó tanto para métodos destructivos, como para métodos no destructivos (estas pruebas comprendieron ensayos de ultrasonido y esclerometría) (Spiegel, 1975). La *Ilustración 32 e Ilustración 33*, resume el análisis estadístico realizado con un nivel de confiabilidad del 95% y un 5% de

significancia. Se construyeron así para las diferentes muestras intervalos de confianzas, para determinar los valores de resistencias usados en el análisis. Para la distribución t de Student el intervalo de confianza resultante es:

$$\bar{X} - t_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}} \quad (27)$$

Como se puede apreciará en las siguientes ilustraciones, la bibliografía aporta valores para distintos tipos de ensayos. Los valores de resistencia por ejemplo obtenidos a través de ensayos destructivos a núcleos de piedra caliza arrojan para el material una resistencia de 76,90 kg/cm², este valor se obtuvo a través de pruebas realizadas por la empresa AICO Ltda., a núcleos de caliza extraídos directamente de los fuertes (*Ilustración 34*). La resistencia para dicho material supone una diferencia entre los valores obtenidos por medio de pruebas a núcleos y a muretes (*Ilustración 35, 36 y 37*), lo anterior se explica en el hecho de que la resistencia obtenida con los núcleos es directamente sobre la piedra, mientras que los muretes, además de contener sillares contiene argamasa, que como se explicará más adelante supone un punto de falla en la mampostería.

El denominado concreto colonial, nombre que se utiliza para este material elaborado durante el periodo virreinal, es sin duda de los materiales el que arrojó menor resistencia 8,40 kg/cm² la heterogeneidad de este material es la principal razón de su baja resistencia; sin embargo, aun así, supone un punto interesante dentro del estudio de los materiales.

MATERIAL	DATOS	INTERVALOS DE CONFIABILIDAD	PROMEDIO	RESISTENCIA	\bar{x}	t_{α}	s	n
Caliza sobre regata	5,914		5,914	kg/cm2				
Caliza sobre pilastra Nucleo	30,08	11,82< μ <36,77	24,3	kg/cm2	24,3	4,303	5,02	3
	24,98							
	17,84							
Caliza Nucleo	123	59,61< μ <96,65	76,90	kg/cm2	78,13	2,306	24,09	9
	64							
	110							
	83							
	84							
	55,37							
	64,04							
	43,24							
	76,56							
Caliza Esclerometría	140	135,31< μ <194,24	156,14	kg/cm2	164,78	2,306	38,33	9
	180							
	140							
	165							
	130							
	180							
	130							
	260							
Caliza Ultra-sonido	158	99,11< μ <117,62	108,37	kg/cm2	108,37	4,303	3,72	3
	108							
	104							
Caliza Murete	113,1	18,62< μ <31,06	26,08	kg/cm2	23,11	2,306	9,26	9
	15,94							
	21,34							
	7,556							
	36,61							
	15,23							
	14,765							
	36,69							
	27,77							
Caliza con Pañete	28,3	21,27< μ <93,14	57,21	kg/cm2	57,21	3,182	22,59	4
	26,9							
	29,88							
	42,93							
Concreto a base de cal	88,61		98,095	kg/cm2				
	67,4							
Concreto Colonial (Argamasa, pomez, coralina)	107,68	3,93< μ <19,23	8,40	kg/cm2	11,58	2,571	7,29	6
	88,51							
	7,02							
	27,49							
	9,67							
	10,98							
Ladrillo Militar Murete	6,26	32,17< μ <43,58	37,81	kg/cm2	37,87	2,06	14,11	26
	8,05							
	30,59							
	35,82							
	50,068							
	36,76							
	18,21							
	19,39							
	28,23							
	41,85							
	18,93							
	37,7							
	33,1							
	25,52							
	50,87							
	31,06							
	41,96							
	25,85							
	37,48							
	52,15							
49,88								
61,72								
30,67								
57,52								
60,28								
20,23								
66,37								
22,31								

Ilustración 32. Datos de valores de resistencia obtenidos en la revisión bibliográfica, por materiales. Berrocal, A. (2016) [Cuadro].

MATERIAL	DATOS	INTERVALOS DE CONFIABILIDAD	PROMEDIO	RESISTENCIA	\bar{x}	$t_{(\alpha)}$	s	n
Ladrillo Militar Esclerometría	119	123,1< μ <129,12	126,28	kg/cm2	126,108	2,262	4,205	10
	126,44							
	129,5							
	127,46							
	132,56							
	125,43							
	123,39							
	131,54							
	120,33							
	125,43							
Ladrillo	45,65	37,66< μ <44,56	41,62	kg/cm2	41,11	2,447	3,728	7
	37,82							
	42,88							
	44,29							
	42,61							
	34,04							
	40,5							
Ladrillo Ultrasonido	71,38	73,24< μ <135,8	115,57	kg/cm2	104,52	3,182	19,66	4
	114,72							
	122,36							
	109,62							

Ilustración 33 (Continuación). Datos de valores de resistencia obtenidos en la revisión bibliográfica, por materiales. Berrocal, A. (2016) [Cuadro].

En su mayoría la contra escarpa de las edificaciones militares españolas pertenecientes al periodo virreinal en la ciudad, poseen este material; por tratarse de inmuebles de carácter patrimonial la realización de ensayos destructivos es restringida por lo que los ensayos a este material se limitó a la construcción de muretes con materiales extraídos de otro tipo de edificaciones (Gamarra & Camargo, 2016); esta anotación es importante, teniendo en cuenta el hecho de que por la historia se sabe que existía discriminación en cuanto a fuentes de extracción de materiales de acuerdo con el tipo de edificación; como se verá más adelante, a las edificaciones militares era reservada una mano de obra y calidad de material de mejores calificaciones.

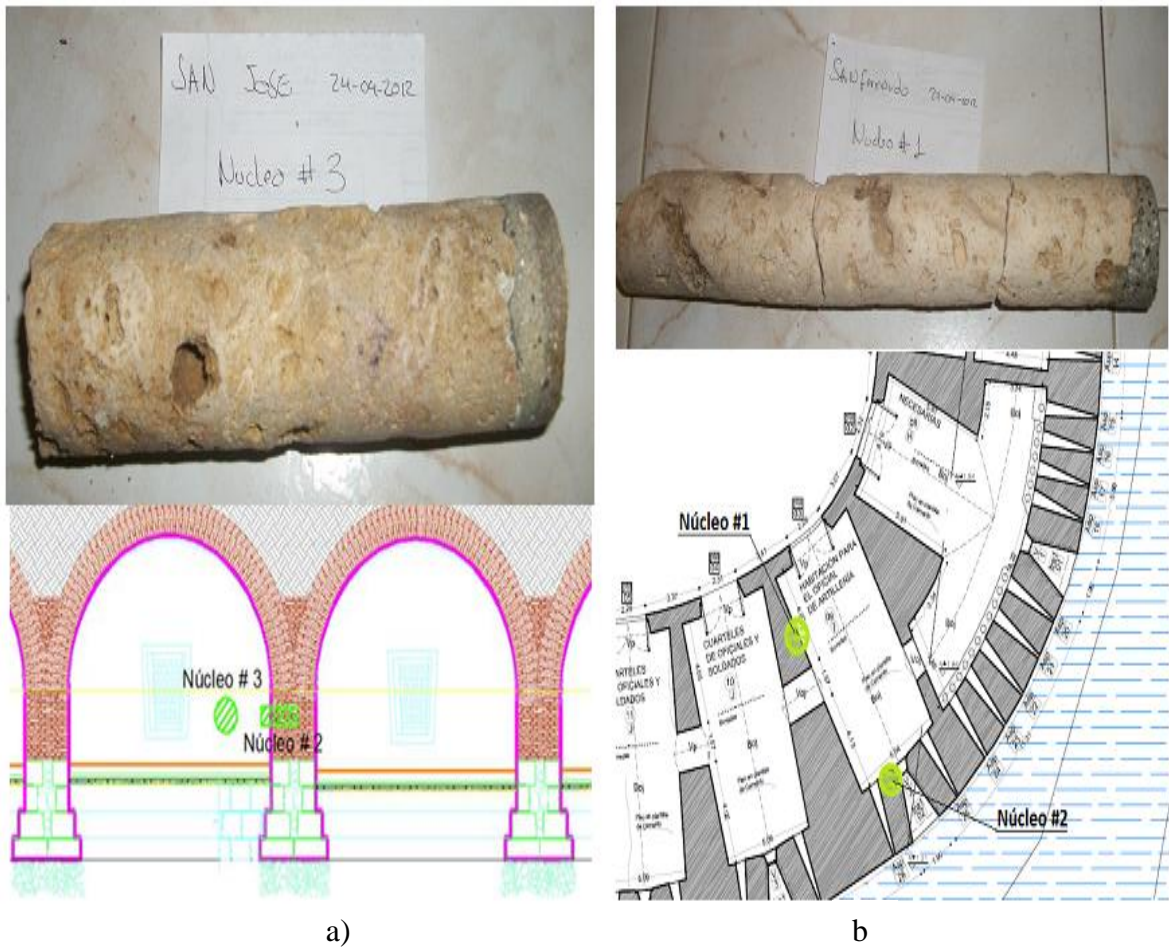


Ilustración 34. a) Núcleo de piedra coralina extraído de una bóveda del Fuerte- Batería de San José; b) Núcleo de piedra coralina extraído de la bóveda aledaña a las necesarias en el Fuerte San Fernando de Bocachica. AICO Ltda. (2012) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de “Extracción de núcleos y ensayos de resistencia de los Fuertes de San José y San Fernando en la Isla de Tierrabomba, Bocachica, Bolívar, Colombia

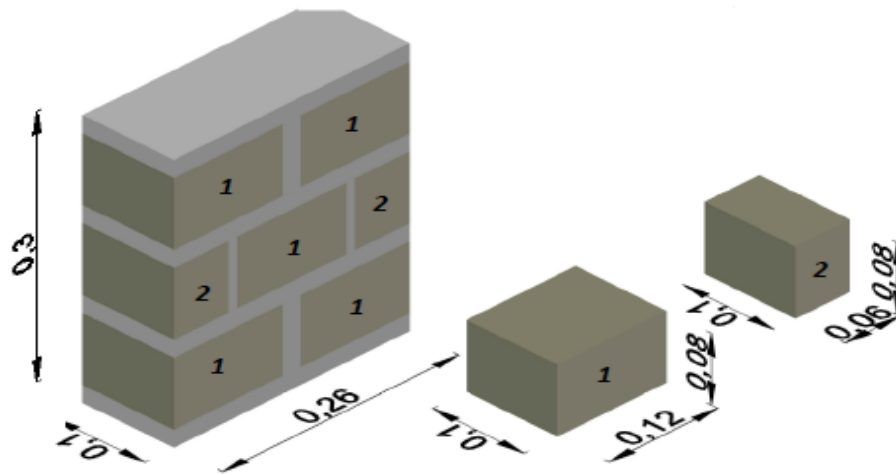


Ilustración 35. Esquema de muretes de caliza. Coronado, A.; Cogollo, J. (2015) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de “Conveniencia del uso de la piedra caliza y la argamasa en los procesos de restauración de la escarpa de las murallas de Cartagena de Indias”

Cueva & Herrera, en 2013 desarrollaron una serie de ensayos a uno de los tipos mamapostería característica del periodo virreinal (mamapostería Tipo III compuesta por tableta y miliar y argamasa); concluyendo un valor de resistencia de 36 kg/cm^2 , esta investigación además evaluó la resistencia del ladrillo como material, obteniendo un valor de 95 kg/cm^2 , estableciendo una clara diferencia entre el comportamiento del bloque de arcilla y el conjunto ladrillo-argamasa.

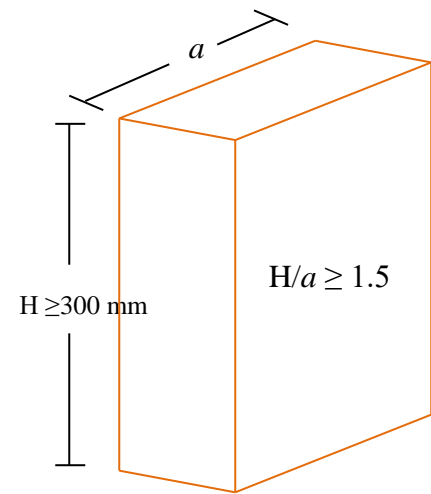


Ilustración 36. Esquema de muretes de ladrillo, según requerimientos del Reglamento NSR-10. Berrocal, A. (2017) [Fotografía e Ilustración]



Ilustración 37. Muretes extraídos del Claustro San Francisco, muretes de ladrillo y fragmentos de piedra coralina. 10. Berrocal, A. (2017) [Fotografía e Ilustración]

A nivel local los antecedentes de mayor importancia son las investigaciones realizadas por estudiantes de la Universidad de Cartagena, investigaciones desarrolladas entre los años 2012 y 2014 bajo la dirección del autor; de manera similar el objetivo de ambas, fue realizar estudios de vulnerabilidad y patología en ambos fuertes; la limitación de estas radicó principalmente en la determinación de los parámetros característicos de los materiales, puesto que en su mayoría los resultados fueron obtenidos a partir de métodos no destructivos sobre valorando de esta forma la capacidad de resistente de los mismos. La metodología aquí aplicada permitió establecer un análisis más profundo del funcionamiento de ambos fuertes.

Adicionalmente, investigaciones realizadas por el doctorando, referente a la temática, ayudaron establecer aspectos importantes en la metodología que se expone y desarrolla en este documento. El caso de estudio del Baluarte de San Ignacio, por ejemplo, permitió establecer las condiciones que primarían en el modelado de los elementos estructurales de los fuertes a la hora de establecer las solicitaciones impuestas. Tres hipótesis fueron las fundamentales *a) Hipótesis 1:* La carga del relleno de las murallas se introdujo al modelo como presión triangular sobre los elementos de contención como son la escarpa y la contraescarpa; *b) Hipótesis 2:* Efecto del sismo sobre el relleno. Se realizó el mismo procedimiento con la presión dinámica producida por el sismo en el relleno, la cual se calculó con el método de Mononobe Okabe; *c) Hipótesis 3:* Análisis espectral para determinar los efectos producidos por el sismo de diseño; estas se tuvieron en cuenta para el análisis de los fuertes (Agamez & Jaramillo, 2010).

VI. MATERIALES CONSTITUTIVOS



Berrocal A. (2016).

Dado que el objetivo final de esta tesis doctoral es plantear una propuesta de refuerzo estructural para dos edificaciones consideradas patrimonio histórico y cultural de la humanidad, el Fuerte-Batería de San José y San Fernando de Bocachica; el análisis del comportamiento de los materiales y el conocimiento de sus respectivas propiedades suponen un punto central en esta investigación.

El hecho de que ambas edificaciones, objetivo de esta investigación, estén declaradas como patrimonio histórico, constituye una limitante para el análisis del comportamiento de los materiales; debido a que este carácter dificultó la obtención de núcleos o muertas para la realización de ensayos, que permitieran determinar la resistencia de los mismos, la Ley 163 del 30 de diciembre de 1959 del Congreso de Colombia, decreta en su Artículo 18 que “*Los inmuebles que a juicio del Consejo de Monumentos Nacionales se consideren como de valor histórico o artístico no podrán ser reparados, reconstruidos ni modificados sin permiso previo del Consejo de Monumentos Nacionales*”. El carácter netamente académico e investigativo de este proyecto no permite obtener los permisos requeridos para la extracción de muestras y mucho menos para la realización de ensayos destructivos. Sin embargo, para el año 2012 el Ministerio de Cultura de Colombia, interesado en la conservación de los bienes inmuebles declarados patrimonio histórico, desarrolló una serie de ensayos (extracción de núcleos) que en su momento permitieron la obtención de datos que se relacionan en esta investigación.

La normativa colombiana específica, además, que en el caso de muretes deben elaborarse con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones que se presentan en la estructura, esto es garantizar el contenido de humedad de los materiales, la calidad de la mano de obra etc. Como se explicó anteriormente tales condiciones no pueden ser garantizadas en su totalidad, por tal razón para poder realizar esta investigación fue necesario recurrir a la extracción de muretes en edificaciones con características iguales o similares a los fuertes, construido bajo la aplicación de las mismas técnicas de construcción, mano de obra igual y la misma calidad de materiales, correspondientes al mismo periodo virreinal; dichas edificaciones son casas construidas en dicha época, cortina de murallas de la ciudad de Cartagena y edificaciones que fueron construidas en un periodo de transición entre el periodo Hispánico y la República que conservaron las mismas técnicas y procedimientos, como el antiguo Club Cartagena y la antigua sede la Gobernación de Bolívar.

La importancia del patrimonio histórico para la ciudad de Cartagena ha motivado que, en los últimos años, tuvieran lugar en la ciudad y desde la academia, un grupo de investigaciones, que se convirtieron en la fuente secundaria más valiosa para este trabajo, las cuales se describen a detalle en el capítulo 5. Parámetros de resistencia, módulo de elasticidad y densidad de los materiales constitutivos de los fuertes, fueron determinados a través de ensayos destructivos y no destructivos. Para la obtención de dichos valores fue clave la comparación de los materiales encontrados en los fuertes, con los presentados en otras edificaciones del periodo hispánico de la ciudad de Cartagena, y de los cuales si se tenía información referente a sus propiedades mecánicas.

Si bien, se encontraron variaciones respecto a la denominación dada por los diferentes autores a los materiales, todos coincidieron en que los materiales constitutivos de los fuertes son: Piedra Caliza, Ladrillo Militar, Argamasa a base de cal y Concreto colonial conformado por fragmentos de piedra caliza, coralina, pómez y fragmentos de tejas o ladrillos, unidos con argamasa (*Ilustración 38*).

Los ensayos no destructivos, contemplaron mediciones de Esclerometría y ultrasonidos; y los ensayos destructivos, comprendieron pruebas a núcleos y muretes extraídos de diferentes edificaciones de tipología virreinal de la ciudad de Cartagena, como se mencionó con anterioridad. Mediante un análisis estadístico en el cual se aplicó a la muestra de datos, la distribución t Student, de acuerdo con lo planteado por William S Gosset por tener tamaños muestrales inferiores a 30, se pudo promediar los valores de resistencia a la compresión para los distintos materiales (Spiegel, 1975). Este análisis mostró resultados concluyentes para la definición de los parámetros mecánicos de cada material, los cuales se muestran en este capítulo.

Las características de la piedra caliza en cuanto a resistencia mecánica y a la acción de agentes físicos la convierte en uno de los materiales de mayor presencia en los fuertes, la mampostería de sillares que compone la escarpa, por ejemplo, presente en ambos, está formada por piedra caliza con esquinas regulares con mortero entre las juntas, generalmente usando piedra de peso similar (Williams, 2008).

(a)



(b)



(c)

(d)

Ilustración 38. Materiales constitutivos de los Fuerte-Batería de San José y San Fernando de Bocachica; (a) Concreto colonial usado en la contra escarpa del fuerte; (b) Ladrillo usado en las bóvedas; (c) Caliza empañetada, ubicada en la base de las bóvedas; (d) Piedra caliza, usado en la escarpa. Berrocal, A. (2016) [Fotografía], Recuperado de “*Tesis Repositorio Universidad de Cartagena*”.

“...piedra para hacer la cal por ser de buena calidad para ello, y para hacer obras de mampostería y Cantería labrada, para cimientos, Retretas y Ángulos: y para moldura en obra Toscana, Garitas y Cosas semejantes, por ser franca y de color caña blanquizca de buen grano...”,

Rodolfo Segovia.

Las mejores canteras que existieron en Cartagena para la extracción de caliza se localizaron en La popa en la denominada cantera de Tesca, Albornoz, Caimán y las islas de Tierrabomba, en el sitio del Tejar de San Bernabé de los Jesuitas contigua a la plataforma de Santa Ángel, y Barú (*Ilustración 39*). Los usos de este material fueron diferenciados; según Rodolfo Segovia, la caliza más densa era usada para hacerles frente a los embates del mar, los ripios para fabricar cal viva, y la blanda y esponjosa, común por el origen coralino de la calcárea circundante, para tallarla primorosamente como en la portada del palacio de la Inquisición (Segovia, 2009).

Según el libro *La Caliza en Colombia. Geología Recursos Calidad y Potencial del Servicio Geológico Colombiano*, en el departamento de Bolívar se encuentra la zona calcárea número 11, la cual se subdivide en siete áreas calcaras así:

- Área calcárea 1101 Ballesta
- Área calcárea 1102 Canalete

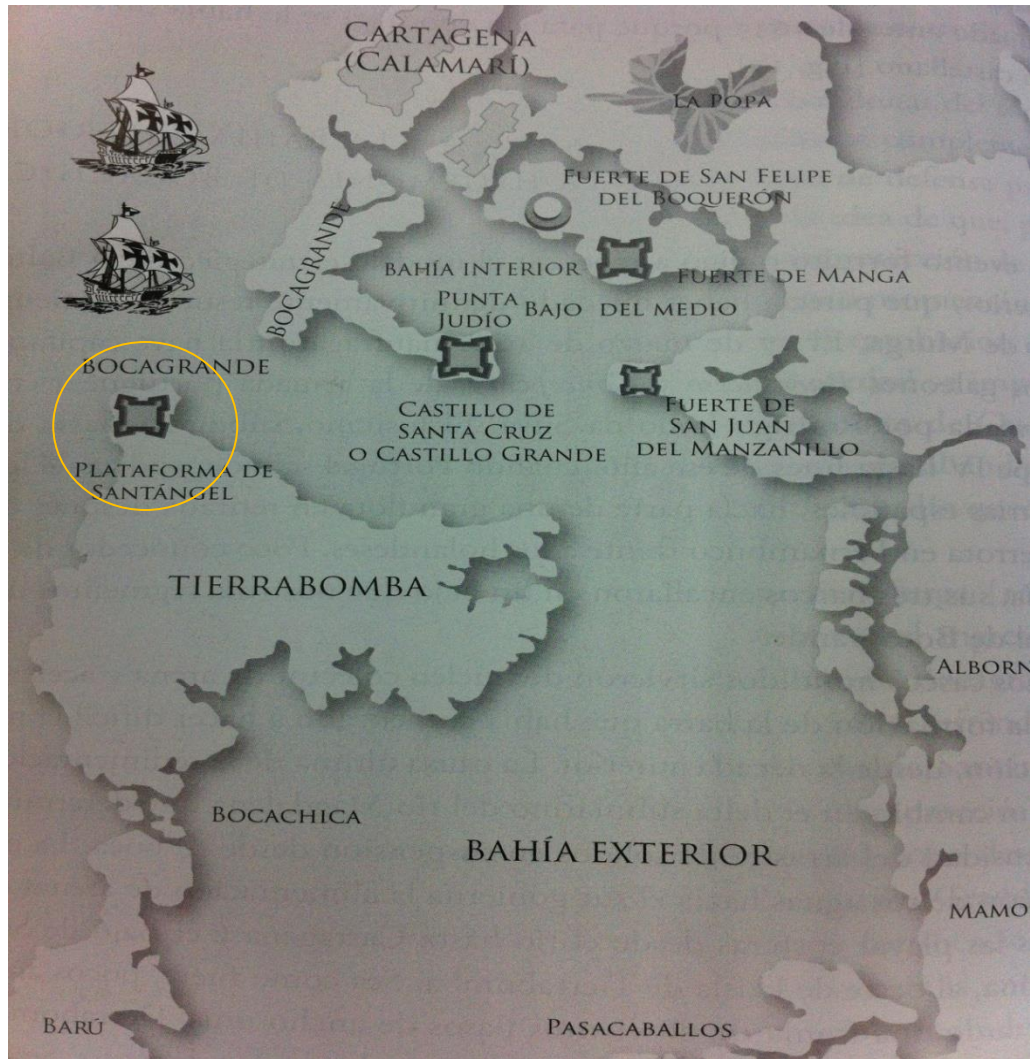


Ilustración 39. Ubicación de la altigia Plataforma de Santa Ángel en la Isla de Tierrabomba. Segovia, R. (2009) [Fotografía]. Recuperado de “*Fortificaciones de Cartagena de Indias. Estrategia e Historia*”; se ilustran los fuertes de la bahía de Cartagena en el año 1635”.

- Área calcárea 1103 Turbaco
- Área calcárea 1104 Albornoz
- Área calcárea 1105 Cartagena

- Área calcárea 1106 Cerro Púa
- Área calcárea 1107 Serranía de San Lucas

Bürgl (1957, pág. 8-10) afirma que las calizas superiores de la formación Popa (Qpp), del Plioceno superior, representan el yacimiento de caliza más grueso y más extenso en los alrededores de Cartagena y, además, una reserva prácticamente inagotable de materia prima para la fabricación de cemento; redefine la unidad como Formación la Popa, en el cerro del mismo nombre, constituida por arcillas micáceas, arenosas, areniscas y calizas coralinas, con un espesor de 150 metros. Camacho et al. (1968) subdividen las unidades en dos miembros: el inferior, compuesto por arcillas plásticas, margosas y areniscas de cuarzo, y el superior, compuesto de calizas margosas coralinas, algáceas con moluscos (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

En el área calcárea 1101, la Formación La Popa, afloran entre otros territorios, islas de Barú y Tierrabomba, que probablemente fue una de las principales zonas de extracción de material durante el periodo virreinal. (Guzmán et al., 2011, pág. 43-47) (*Ilustración 40*). La composición promedio en porcentaje por peso es la siguiente: CaO (54,40%), bajos porcentajes de MgO (0,75%), de SiO₂ (1,95%), de Al₂O₃ (1,40%) y de Fe₂O₃ (0,56%).

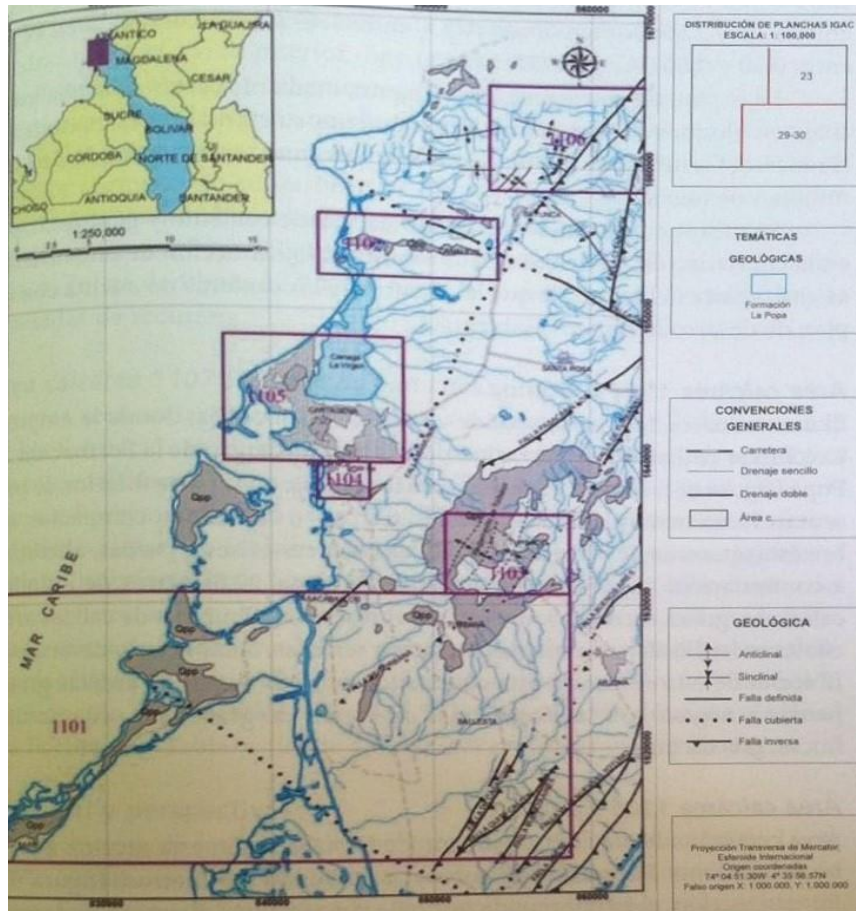


Ilustración 40. Afloramiento Formación La Popa. Servicio Geológico, (2012). [Fotografía]. Recuperado de “La Caliza en Colombia. Geología, Recursos, Calidad y Potencial”

La roca caliza, posee como mineral básico el carbonato de calcio, llamado calcita. Existe una gran variedad de caliza las cuales están agrupadas de acuerdo con su dureza, su color, su composición química y según su origen; siendo las más importantes de origen orgánico y marino. (Servicio Geológico Colombiano, 2012)

La Caliza Coralina, es una roca de origen sedimentario compuesta por restos calcáreos de coral fosilizado, estas rocas se forman en condiciones marinas, su textura está determinada

por el tipo de coral conservado en la roca, la matriz de esta caliza es de grano fino y en su mayoría se forman en arrecifes, siendo las de color amarillo y color rosado las más densas y resistentes. La caliza de color amarillo es predominante en las estructuras de los Fuertes de San José y San Fernando de Bocachica (Hernández, 2001).

De la misma manera en que la escarpa de los fuertes estudiados está conformada por piedras calizas, numerosas edificaciones en el centro histórico de Cartagena y el cordón de murallas que lo rodea, están formados por bloques de esta piedra. Las diferentes exploraciones realizadas en estas edificaciones permitieron establecer a través de ensayos a núcleos y a muretes de piedra Caliza Coralina la resistencia a la compresión de este material.

Como se mostró en el marco teórico, se realizaron extracciones de núcleos en el cordón de murallas, el antiguo edificio de la Gobernación (Palacio de la proclamación), Fuertes de San Fernando de Bocachica y San José; estos últimos obtenidos bajo el marco de los “ESTUDIOS Y PROYECTOS DE RESTAURACIÓN INTEGRAL DEL FUERTE SAN FERNANDO Y FUERTE-BATERÍA SAN JOSÉ DE BOCACHICA EN CARTAGENA DE INDIA D.T DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR”; dentro de contratos celebrados por el Ministerio de Cultura de Colombia y el Consorcio A & A Bocachica.

El promedio de la resistencia obtenida para los núcleos, mediante ensayos de compresión según el procedimiento descrito en la norma ASTM4543 “Ensayo de compresión simple en rocas”; fue de 76,90 kg/cm². Estos resultados fueron incluidos en este documento como

aporte bibliográfico, puesto que en la validación y análisis de los modelos de la investigación se consideraron las resistencias obtenidas por ensayos a muretes de caliza, que también se describen en el marco teórico, siendo la resistencia de estos $26,08 \text{ kg/cm}^2$ y su densidad de 2280 kg/m^3 , cuyas dimensiones se especifican en el Capítulo V, *esquema de muretes de caliza*. Esta consideración se justifica en el hecho de que en la realidad los elementos estructurales del Fuerte conformado por caliza, están compuestos por muretes o piezas prismáticas de piedra.

En el caso de la caliza, el módulo de elasticidad fue determinado a través de ensayos realizados por la empresa Geoconsultas del ingeniero Julio Carmona, obteniendo un valor de $19945,65 \text{ kg/cm}^2$. La relación de Poisson del material fue establecida de manera teórica, de acuerdo con las ecuaciones que relacionan esta propiedad con la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad, como se puede corroborar en el título D 5.2 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, con un valor de $\mu=0,25$.

El siguiente material a explorar, es lo que en este trabajo se ha denominado concreto colonial, y que algunos autores llaman mampostería mixta. Según Ian Williams (2008), existen dos métodos para la construcción de muros, estos dos tipos son: el cascoteo y los sillares. El autor usa el término *Rubble* para referirse a los muros construidos con fragmentos de material seleccionado sin guardar una disposición, sino que son dispuestos al azar. La técnica del cascoteo consiste entonces en acuñar piedras más pequeñas entre las piedras más grandes, sin la tentativa de formar uniones exactas verticales u horizontales. Dentro de las

construcciones pertenecientes al periodo hispánico en Cartagena, es muy común la presencia de este material en la contra escarpa de los fuertes y murallas.

El concreto colonial, bien podría ser considerado un concreto semi-ciclópeo, del cual se desconoce a ciencia cierta la dosificación; en las construcciones virreinales es muy común este tipo de material y es fácil apreciar la diferencia entre las proporciones. La variedad de los componentes de dicho material le confiere propiedades difíciles de determinar, haciendo que el ensayo a muretes sea el método adecuado para establecer sus propiedades mecánicas; dentro de los componentes encontramos: ladrillo, piedra coralina, piedra de coral y argamasa (España, et al., 2009), cada uno aportando a la resistencia del murete.

Debido a que la composición del concreto colonial es variada, el origen de los materiales también lo es. De acuerdo con el documento inédito publicado en 2009 por uno de los más importantes arquitectos y restauradores de la ciudad de Cartagena, titulado *“Estudio y diseños técnicos para la restauración del lienzo de murallas entre el Monumento de la India Catalina y el Museo de la Marina en Cartagena de Indias D.T., Departamento de Bolívar”* el concreto colonial está conformado por argamasa, piedra coralina y piedra pómez y pedazos de ladrillo en proporciones de 1:2:4.

Como se expuso anteriormente en el Capítulo 4, en la ciudad de Cartagena existieron hornos para la calcinación de la piedra caliza que era extraída directamente de las canteras, los bloques de la piedra eran sometidos a altas temperaturas que transformaba el hidróxido de

calcio a óxido de calcio; como producto de esta operación se obtenía la cal que posteriormente era usada en la fabricación de la argamasa que conformaba las distintas tipologías de muros de mampostería. Además de los hornos, existieron en la ciudad cuatro tejares: el Tejar de San Bernabé de los Jesuitas en la isla de Tierrabomba, el Tejar de Arias, el Tejar de Escobar y el Tejar de Gabala (Pie de la Popa), estos lugares eran los usados para asar el ladrillo.

Así como la composición del concreto colonial fue muy variada, las fuentes de obtención de los materiales también lo eran, según lo expresado por el arquitecto Alfonso Cabrera, director de patrimonio del IPCC (Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena de Indias), los retales de obras eran aprovechados para la construcción de nuevos elementos estructurales. Cabrera también hace aclaración acerca del origen de lo que se conoce como piedra pómez, de lo cual afirma: “la piedra pómez propiamente dicha es una piedra de origen volcánico, los fragmentos de piedra que conforman el concreto colonial y que es erróneamente llamado piedra pómez, es en realidad piedras de origen coralino, corales jóvenes que eran extraídos o tomados de los arrecifes superficiales, que debido a su baja densidad y al ser liviana se asemeja a la piedra pómez”.

Las propiedades de este material se obtuvieron mediante el promedio de los valores experimentales hallados a través de diferentes ensayos destructivos (*Ilustración 41 e Ilustración 42*); si bien, para el material se aporta en el marco teórico un número considerable de mediciones a través de esclerometría y de ultrasonido estos no se consideraron en el análisis

puesto que la tendencia es a sobre estimar la resistencia del mismo. Es importante considerar que este material no es homogéneo, al estar compuesto por fragmentos de distintos materiales unidos por argamasa que no guardan un orden preestablecido, es necesario evaluar las propiedades en conjunto, y establecer el comportamiento de los materiales como unidad; esta consideración se tiene en cuenta en los ensayos destructivos, considerando como unidad un murete de 0,3 x 0,20 x 0,3 m, de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.7.2.4 *Dimensión de los muretes* del título D del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo- Resistente (NSR-10). Respecto a los ensayos no destructivos pueden definirse como localizados o específicos, puesto que la instalación de los electrodos o transductores, establecen valores de resistencia para los puntos seleccionados de un muro de mampostería, si bien es cierto que se seleccionan distintos puntos, resulta osado considerar estos valores o un promedio de ellos como el comportamiento del conjunto.

La resistencia a la compresión promedio aportada por la bibliografía y usada en el análisis es de 8,4 kg/cm² fue obtenida mediante ensayos de compresión realizados a 5 muretes de acuerdo con los procedimientos establecidos en las normativas: Norma Técnica Colombiana (NTC) 3495 -Resistencia a la compresión de primas de mampostería y la ASTM- E447. Este valor fue comprado por las resistencias obtenidas a través ensayos destructivos realizados a muretes extraídos del Claustro San Francisco, que se encuentra actualmente en recuperación, arrojando valores de 8.55 y 8.36 kg/cm² (GEOCONSULTAS Ltda, 2016).



Ilustración 41. Murete extraído de casa construida en el periodo virreinal en el Centro histórico de Cartagena, pañetado con argamasa de cal y arena lavada en proporciones 1:2 respectivamente. Gamarra, J.; Camargo, A. (2016) [Fotografía]. Recuperado de “*Comparación de resistencias a la compresión entre mampostería colonial mixta presente en edificaciones y fortificaciones del centro histórico de Cartagena de indias, y muretes fabricados bajo criterios de construcción semejante*”.



Ilustración 42. Muertes fabricados de acuerdo con los procedimientos descritos en la NSR-10, con fragmento de materiales recuperados de edificaciones correspondientes al periodo hispánico. Gamarra, J.; Camargo, A. (2016) [Fotografía]. Recuperado de “*Comparación de resistencias a la compresión entre mampostería colonial mixta presente en edificaciones y fortificaciones del centro histórico de Cartagena de indias, y muretes fabricados bajo criterios de construcción semejante*”.



Ilustración 43. Ensayo a la compresión de muretes extraídos del antiguo edificio de la Gobernación de Bolívar, compuestos por piedra pomez, caliza y argamasa. Berrocal, A. (2013) [Fotografía]. Recuperado de “*Diseño y Reforzamiento Estructural del Palacio de la Proclamación. Antigua Sede de la Gobernación*”.

Además de la resistencia a la compresión (*Ilustración 43*) para cada material, se establecieron los valores para otras propiedades importantes de estos, como lo son la densidad, el módulo de elasticidad y la relación de Poisson. Para el caso específico del concreto colonial o también llamado por otros autores *mampostería mixta*, el valor de densidad del material con el cual se validaron los módulos y se realizó el análisis de resultados, fue obtenido a través de la relación de peso y volumen para muretes extraídos en el antiguo edificio de la Gobernación de Bolívar (Claustro de Francisco), estimando un valor de peso unitario para un material conformado por mezclas de mampostería de 1535 kg/cm^3 (ARNOLDO BERROCAL SAS & GEOCONSULTAS LTDA, 2013).

Los módulos de elasticidad y la relación de Poisson no fueron determinados a través de ensayos, si no que fueron obtenidos de manera teórica. Al no tener datos experimentales y de acuerdo con la NSR-10 en D.5.2, existe una ecuación que correlación los valores de la resistencia a la compresión de la mampostería en arcilla con el módulo elasticidad, que para el caso específico del concreto colonial posee un valor de $6301,85 \text{ kg/cm}^2$.

Además, esta investigación aporta los valores de la relación de Poisson para los materiales ensayados de acuerdo con las relaciones establecidas en la NSR-10. Mediante las ecuaciones descritas en el marco teórico se calculó un valor de $\mu = 0,25$ para esta relación, como lo muestra el reglamento.

Por otra parte, uno de los materiales estrella de la mampostería durante la época virreinal, independiente de su tipología, es el ladrillo (*Ilustración 44*); eran bloques de arcilla secados al horno. En la literatura hacen referencia al *tolete*, también llamado por autores como Juan Manuel Zapatero como "*ladrillo militar*" puesto que es encontrado en muchas de las edificaciones militares de Cartagena; la unión de dichos bloques con mortero, formaban un sistema monolítico capaz de resistir reacciones producidas por la carga de gravedad.



Ilustración 44. Muro posterior de antigua capilla construida en la colonia en lo que ahora se conoce como antiguo Teatro Colon. Aunque está compuesto principalmente por fragmentos de roca caliza, en él se usan ladrillo para confinar y nivelar el muro. Berrocal, Al. (2016) [Fotografía].

El ladrillo, se encuentra en variadas proporciones, como ya se mencionó es comúnmente llamado “*tolete*”; mide 0,30 x 0,15 x 0,05 m y es de una calidad excelente en cuanto a la arcilla y cocción se refiere. Su color oscila entre el rojo vivo o bermellón y el almagra o almazarrón quemado; no descartando la existencia de colores ocres y amarillos azufrados. Además del ladrillo militar, se encuentran otros de diferentes dimensiones que usaron en construcciones domesticas en particular en muros y cubiertas de azotea (citado en Gamarra & Camargo, 2016, p.42).

Es importante resaltar que durante la revisión bibliografía no se encontraron dentro de los antecedentes investigaciones relacionadas con la composición química de la arcilla usada en la fabricación de los ladrillos que conforman las edificaciones hispánicas de la ciudad, se desconoce las fuentes principales de materia prima; sin embargo en el estado del arte se encontraron investigaciones de casos específicos como el del edificio histórico de la Universidad de Alcalá en Madrid, España; donde si bien las características de resistencia de los ladrillo dependía por supuesto de la composición química del material (arcilla calcárea, para el caso de estudio) y de la fuente de extracción del mismo, las técnicas de fabricación contemplaban agregar fragmentos de cerámica de manera deliberada a la matriz de arcilla para mejorar las propiedades mecánicas de estos ladrillos. Es probable que las técnicas de fabricación usadas en esta edificación coincidan con las de fabricación de los ladrillos usados en los fuertes, no solo porque se trata de una edificación española, si no que algunas de sus fases de construcción se ubican entre los siglos XVII y XVIII, siendo contemporánea con la construcción del Fuerte- Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica.

En pruebas no destructivas realizadas por medio del Martillo de Smith se obtuvo una resistencia de 194 kg/cm^2 para ladrillos extraídos de fuentes actuales, el ladrillo de arcilla cocida utilizado en la mampostería colonial posee una resistencia de 95 kg/cm^2 , esto de acuerdo con los resultados obtenidos en ensayos destructivos a tabletas extraídas de edificaciones hispánicas en proceso de restauración; estos últimos fueron realizados siguiendo lo especificado en la norma NTC 4205.

En este documento se utiliza como valor de resistencia a la compresión de tabletas de ladrillo, 95 kg/cm^2 debido a que los métodos no destructivos para ensayos de materiales suelen sobre estimar los valores de resistencia de los mismos, como se demostró en el Capítulo V, donde se hizo una comparación de los métodos destructivos y no destructivos (Melendez, 2015) (Cueva & Herrera, 2013).

Sin embargo, el ladrillo no trabaja por si solo en la mampostería, sino que se encuentra inmerso dentro de una matriz de argamasa, diferentes ensayos realizados a dicha matriz coinciden que el valor de la resistencia a la compresión de la argamasa es aproximadamente de $1,5 \text{ kg/cm}^2$; por lo expresado anteriormente fue necesario determinar las propiedades mecánicas de prismas compuestos de los materiales que conforman muros de mampostería colonial tipo III (Tableta militar y argamasa) tomados de edificaciones en restauración de la ciudad de Cartagena, para estimar las propiedades reales del conjunto. Las dimensiones de estas probetas fueron especificadas en el Capítulo V: “*Esquema de muretes de ladrillo*”, en total se ensayaron 23 probetas (Ilustración 45) obteniendo como valores característicos de material, una resistencia a la compresión de $37,81 \text{ kg/cm}^2$ y una densidad de $1685,15 \text{ kg/m}^3$.

De todos los materiales que conforman los fuertes objetos de esta investigación, para el único que se pudo realizar u obtener de forma experimental los valores de módulo de elasticidad y relación de Poisson, fue para los muretes fabricados con ladrillo y argamasa, lo anterior se debe a la complejidad misma de los ensayos.

“Por definición el módulo de elasticidad de la mampostería E_m , se determina por el método de la secante como la pendiente de una línea del diagrama esfuerzo deformación unitaria trazada entre dos puntos sobre la curva para los esfuerzos $0,05f'm$ y $0,33f'm$ ” (AIS, 2012).



Ilustración 45.Registro fotográfico de las muestras ensayadas. Cueva, A.; Herrera, C. (2013) [Fotografía]. Recuperado de *“Propiedades mecánicas de la mampostería colonial tipo iii de edificaciones de uso residencial en la ciudad de Cartagena de Indias”*.

Para las 23 muestras se determinó el módulo de elasticidad a través de la realización de ensayos de compresión y deformación axial, de acuerdo con lo establecido en las normativas ASTM E111, y la NTC 3495 que reafirma el reglamento NSR-10. Los ensayos permitieron construir las gráficas esfuerzo vs deformación; los resultados se encuentran expuestos en el Capítulo V del presente documento. De las pruebas se obtuvo un valor de módulo de elasticidad para los muretes ensayados de 2835,75 MPa. Respecto a la relación de Poisson, el reglamento NSR-10 en su título D- Capítulo 5 establece relaciones matemáticas con las

cuales se puede determinar este parámetro a partir de los resultados de la resistencia a la compresión, de donde se obtiene un valor de $\mu = 0,25$.

Para el modelado de ambos fuertes, esta investigación se acogió a lo establecido en la norma, sin embargo, es importante mencionar que el reglamento NSR-10 no cuenta con ensayos normalizados para este tipo de mampostería; los factores por los cuales es afectada la resistencia no se tienen datos experimentales o no son valores típicos obtenidos a ensayos de mampostería colonial. Esto último abre una gran discusión respecto a la normativa que regula las construcciones en Colombia, teniendo en cuenta la importancia histórica y patrimonial de las numerosas edificaciones dentro del sector histórico de Cartagena, que sin duda merecen un tratamiento particular y se convierte en una amplia área de investigación.

Un factor común, encontrado en las conclusiones de diferentes fuentes secundarias, es que, para los ensayos realizados en muretes, tanto para ladrillo como para concreto colonial, el material que presentó falla inicial fue la argamasa; de acuerdo con la información mostrada en los antecedentes la argamasa utilizada en las construcciones durante este periodo, estaba compuesta por una mezcla de arena, cal y agua en proporciones que variaban dependiendo del tipo de construcción y las condiciones de la obra; siendo la relación volumétrica más utilizada de una parte de cal y dos partes de arena lavada de río (1:2). Sin embargo, estas proporciones definen la resistencia de la misma. Cueva&Herrera (2013), hablan de resistencia para la argamasa $1,5 \text{ kg/cm}^2$ para proporciones de 1:3; valor que coincide con los hallados en la investigación realizada por (España et al., 2009) donde para esta última

proporción, la resistencia es de $1,4 \text{ kg/cm}^2$ y de $1,825 \text{ kg/cm}^2$ y $3,3 \text{ kg/cm}^2$ para proporciones de 1:2 y 1:1 respectivamente. Una investigación más reciente elaborado por Acuña, 2017, mostró como al ensayar cubos de argamasa con proporción 1:2, usando arena lavada de río, la resistencia a la compresión a los 28 día fue de 2.11 kg/cm^2 ; además se evidencia que al usar arena en la preparación de los morteros se gana manejabilidad en la mezcla, pero la resistencia se ve significativamente afectada; lo anterior se evidencia en el hecho de obtener resistencias de 4.38 kg/cm^2 para cubos de morteros conformado solo por cal y agua. Estos ensayos fueron realizados de acuerdo con lo descrito en las normas I.N.V.E-323-07 e ICONTEC 220 (Acuña, 2017). Las juntas de mortero tanto en los muros como en las bóvedas eran de gran espesor, generalmente entre 2-3 centímetros (Paradiso, et al., 2013).

Respecto a la influencia del espesor de las juntas de mortero sobre la resistencia de las fábricas, Tourtay en 1885, desarrolló una serie de ensayos de rotura a bloques de piedras de distintos tipos intercalando juntas de espesor y composición variables, y encontró que el agotamiento del mortero en las juntas de las fabricas se produce a tensiones muy superiores a la resistencia intrínseca del mortero, pero muy inferiores a la de la piedra. Por otro lado, Rondelet hacia 1800, ensayó para distintos tipos de piedras, primero un cubo; luego dos cubos uno encima de otro, y finalmente, tres cubos superpuestos. La probeta de dos cubos resistía menos que la simple, y la de tres cubos menos que la de dos. La conclusión obtenida de dichas pruebas, fue que las juntas introducían una debilidad en la fábrica que disminuía la resistencia. (Citado en Huerta, 204)

Es claro que la proporción y la calidad de los componentes de dicha pega, constituyen un factor fundamental a la hora de establecer la resistencia de los materiales constitutivos de los fuertes; algunas investigaciones estiman que la resistencia a la compresión de la argamasa aumenta en un 32,96% al agregar a la mezcla caracuchos y polvo de ladrillo (Melendez, 2015). En un estudio químico-biológico realizado a los materiales de construcción de la Catedral de Santa Catalina de Alejandría, en la ciudad de Cartagena de Indias, “se observó que la presencia de capas negras causada por agentes químicos, físicos y biológicos, contribuyen en gran medida a una lenta pero irremediable y progresiva pérdida de minerales, de cementantes y en general de la estabilidad mecánica de materiales y como es común en los monumentos con elementos silíceos expuestos a los diferentes factores del medio ambiente, se encuentra con claros síntomas de deterioro”(citado en Limas & Rodriguez, 2015, p.45).

“A pesar de que el mortero representa un pequeño porcentaje de la mampostería, su influencia en el comportamiento estructural es significativa, su calidad y comportamiento es tan fundamental como la calidad de los ladrillos”. (Cañón, 2012, pág. 12)

La misma afirmación, aplicaría para el caso del concreto colonial, que bien podría ser definido como un concreto semi-ciclópeo del cual no se tiene certeza respecto a las proporciones utilizadas; puesto que la argamasa ocupa un volumen mayor y su importancia funcional es de gran relevancia. Gamarra y Camargo, afirman que es la argamasa la que determina la falla en los ensayos realizados a los muretes; e indican que la causa de esta, está en la calidad de la cal.

La revista de la Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, publicó en el 2011 una investigación titulada “*Caracterización fisicoquímica de un biomaterial marino con fines de restauración de bienes culturales*”; en él se afirma que materiales como conchas de bivalvos y piedra coralina constituyen la mayoría de los morteros tipo pañetes de las fortificaciones en la ciudad de Cartagena, estos le confieren al mortero capacidad de filtración y bioacumulación de metales alta que reducen la erosión.

Los resultados concluyeron que el triturado de conchas meteorizadas de bivalvos al poseer superficies específica bajas y micro porosidad alta, son poco absorbentes y menos propensos a los ataques de microorganismos y contaminantes atmosféricos. A partir de este tipo de agregados se pudo generar cal hidráulica, con alta presencia de fases cristalinas como el aluminio, silicato de sodio y calcio, que posiblemente aumentan el grado de cohesión del mortero pañete a la roca.

Lo anterior, posiblemente explica la alta resistencia desarrollada por los morteros utilizados en construcciones hispánicas y la diferencia de los resultados para este material en los ensayos destructivos. Resultando así la calidad de la cal un factor determinante en la resistencia desarrollada por el mortero en las construcciones hispánicas, siendo un valioso aporte par investigaciones futuras.

La exhaustiva revisión bibliográfica realizada, permitió establecer los valores de resistencia para cada material, así como los valores de densidad, los cuales se resumen en la *Tabla 8*

Como se explicó anteriormente, los valores de módulo de elasticidad para los muretes en piedra caliza y concreto colonial se hallaron mediante la ecuación D.5.2-2 del título D de la NSR-10 Capítulo 5, para mampostería en arcilla:

$$E = 750 f'_m < 20000 \text{Mpa} \quad (28)$$

En resumen, para la resistencia efectiva de los materiales se consideró la resistencia a la compresión como el 100% de la resistencia obtenida por los ensayos, la tracción se consideró el 10% de la resistencia a la compresión. Según lo expuesto en el Apéndice C de la publicación especial *The Geological Society Engineering*, titulado “Stone: Building stone, rock fill and armourstone in construction”, las calizas pueden desarrollar resistencias a la tracción alrededor de un 10% de su resistencia a la compresión, como se muestra la *Tabla 8*. La *Tabla 9* muestra valores típicos de resistencia a la compresión y a la tracción de la caliza,, mientras que la *Tabla 10* se observa la resistencia a la tracción como fracción en % de la resistencia a la compresión, en ambas se indica que la resistencia a la tracción es aproximadamente un 10% de la resistencia a la compresión para los materiales analizados.

Tabla 8.
Valores de Resistencia aplicados a cada material en el modelo.

Material	Ubicación	Tipo de Ensayo	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)	Resistencia efectiva (kg/cm ²)		
						Compresión	Tracción	Cortante
Piedra Caliza	Escarpa	Murete	19945,65	26,08	2280	26,08	2,60	3,2
Concreto Colonial	Muros internos, externos y rampa	Murete	6301,85	8,4	1535	8,4	0,84	1,8
Caliza /Pañete	Base de las bóvedas y batería baja	Murete	111974,25	57,21	2730	57,21	5,72	15,9
Ladrillo	Clave de las bóvedas y rampa	Murete	28357,5	37,81	1685,14	37,81	3,8	13

Nota: Berrocal, A. (2016).

Respecto a la mampostería, es bien sabido que el comportamiento puede variar de una tipología a otra no solo por la composición de la misma, sino que al ser su colocación a mano, hace que el factor humano sea un elemento limitante en la calidad de la obra de fabrica, autores como Santiago Huerta, afirman que la resistencia a tracción de los ladrillos es muy baja, y indican que su valor es aproximadamente del 3% de la resistencia a la compresión, esto se debe al carácter frágil del material; además afirma que esta resistencia suele no considerarse en los análisis (Huerta, 2004). Sin embargo, para mampostería compuesta por bloques de ladrillos de forma regular y paralelepípeda, Schubert obtuvo una relación entre la resistencia a tracción y compresión en un rango de 0,03 y 0,10 (Tabla 8).

“La dificultad de relacionar la resistencia a tracción de la mampostería con la resistencia a compresión se debe a las distintas formas, materiales, procesos constructivos y volumen de perforaciones en los ladrillos. Para la resistencia a la tracción longitudinal de la arcilla, silicato de calcio y hormigón, Schubert (1988) estableció un test del que obtuvo una relación de resistencia a tracción y compresión con rangos que oscilan entre 0,03 y 0,10 (López, et al., 1998).

Respecto a la estimación del valor de resistencia a la compresión Martínez (2003) afirma en su tesis doctoral que: “ante la dispersión y la dificultad que representa la determinación experimental de este parámetro se realizan estimaciones que no siempre tienen el mismo significado, en ocasiones se dan los valores medios de series de ensayos, mientras otras veces los autores *recomiendan* un valor, normalmente característico o cota inferior de diversos datos. Los primeros valores (realistas) se sitúan entrono al 10% mientras los segundos (del lado de la seguridad) bajan al 5 ó 3,5%”; como se muestra en la *Tabla 10* (Martínez J. L., 2003).

La resistencia al cortante se obtuvo mediante las ecuaciones D-1.5-9 según la NSR-10 Titulo D. Apéndice D-1.

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0,35 \text{ MPa} \quad (29)$$

Tabla 9.
Propiedades generales de las rocas utilizadas como piedras de construcción.

Rock type	Bulk density Mg/ m ³	Apparent relative density	Porosity (%)	Compressive strength (MN/m ²)	Flexural strength (MN/m ²)	Transverse strength	Coefficient of thermal expansion (10 ⁻⁶ /°Ψ)	Modulus of elasticity (GN/m ²)	Tensile strength (MN/m ²)
<i>Igneous</i>									
<i>Granites</i>	2,60-2,80	2,54-2,66	0,4-2,4	96-310		9-38	3,7-6,0	20-60	7-25
<i>Syenites</i>		2,72-2,97	0,9-1,9	186-434	10-20	16-22	3,7	60-80	
<i>Gabbros</i>		2,81-3,03	0,3-2,7	124-303	10-20	14-55	2,0-3,0	70-110	15-30
<i>Diorites</i>	2,70-3,00							70-100	15-30
<i>Dolerites</i>	2,75-2,95	2,87-2,97	1,0-2,0	151-185	8-14			53-77	15-35
<i>Basalts</i>	2,85-3,05			110-338		14-55	2,2-3,5	60-100	10-30
<i>Porphyries</i>	2,50-2,80				10-20				
<i>Sedimentary</i>									
<i>Limestones</i>	2,65-2,85	1,79-2,92	0,3-3,6	14-255		3-36	1,7-6,8	10-80	5-25
<i>Sandstones</i>				34-248		5-16	3,7-6,3	3-80	4-25
<i>Greywackes</i>	2,60-2,75				4-15				
<i>Metamorphic</i>									
<i>Gneisses</i>	2,65-3,10	2,64-3,36	0,5-0,8	152-248	10-20	8-21	1,3-4,4		5-20
<i>Quartzites</i>		2,75	0,3	207-627		8-31	6,0		10-30
<i>Marbles</i>		2,37-3,20	0,6-2,3	69-241		4-27	2,7-5,1		7-20
<i>Slate</i>		2,71-2,90	0,1-4,3	138-206		34-110	4,5-4,9		7-20

Nota: Recuperado de Appendix C: Stone and rock properties. (Geological Society Engineering, 1999).

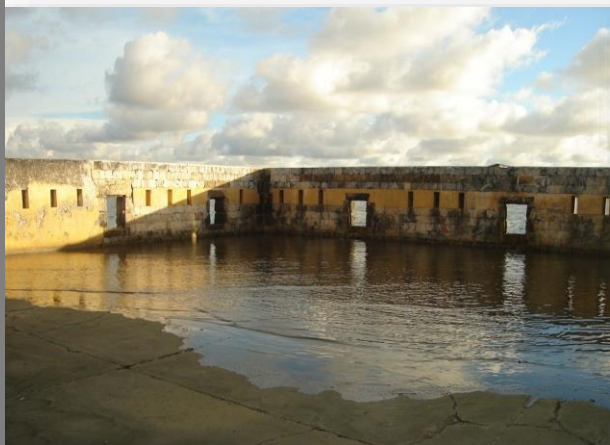
Tabla 10.

Valores de la resistencia a la tracción como fracción en % de la resistencia a la compresión.

Tipo de Piedra	Baker	Arredondo	Camuñas	Schubert [40]	UIC	Geotécnia y cimientos I [41]	Ponts en maÇonner ie
Granito	8,7						
Caliza	17,4	3,3	10	-	5	5-10	-
Arenizca	14,2						
Marmol	15,2						
Ladrillo de arcilla	13,5	-	-	3 a 10	5		3,0

Nota: Recuperado de “*Determinación teórica y experimental de diagramas de interacción de esfuerzos en estructuras de fábrica y aplicación al análisis de construcciones históricas*”. Martinez J. L. (2003).

VII. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO: Patología



Cabrera A. (2015); [Fotografía]. Recuperado de "Patrimonio y Cultura de Cartagena de Indias en riesgo severo" [diapositivas de Power Point].



Berrocal A. (2012); [Fotografía]. Recuperado del documento "Inventario de daños en los Fuertes de San José y San Fernando de Bocachica".

El emplazamiento de ambos fuertes, determina las condiciones ambientales a las que éstos se encuentran sometidos. Son ellas sin lugar a dudas, las que marcan las patologías presentes en ambos casos de estudio; el entorno típicamente tropical con temperaturas altas, humedades relativas elevadas y fuertes lluvias contribuyen a la degradación de los materiales. En este capítulo se describe el estado general tanto de Fuerte- Batería de San José como del Fuerte San Fernando de Bocachica, a partir de un inventario de daños realizado mediante la recopilación bibliográfica y el registro fotográfico de inspecciones hechas en campo.

VII.1 Causas intrínsecas

En el marco de la realización de *“Estudios técnicos y proyecto de Restauración integral del Fuerte San Fernando y el Fuerte –Batería de San José de Bocachica en Cartagena de indias D.T departamento de Bolívar”*, la empresa Arnoldo Berrocal Ingeniería S.A.S, presentó los estudios de vulnerabilidad de ambos fuertes, para los cuales se realizaron visitas de campo que permitieron establecer cuáles de las distintas patologías presentadas por las estructuras, son fenómenos inherentes al comportamiento mecánico de las mismas, a deformaciones y esfuerzos excesivos de los elementos que las componen y a asentamientos diferenciales.

Como antecedentes a los informes mencionados anteriormente, se tienen los estudios patológicos realizados en el 2003 por parte del ingeniero Jorge Rocha; si bien estos no se realizaron directamente a los fuertes sino al cordón de murallas de la ciudad de Cartagena, la similitud de los materiales y técnicas de construcción permitieron encontrar patologías comunes, como las que se presentan en la *Tabla 11*.

Tabla 11.

Patología comunes encontradas en los fuertes .

PATOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Caries Superficiales	<p>“Caries” es el término que los distintos académicos han asociado a la pérdida progresiva de material pétreo. Esta patología es originada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrosión de piedras calcáreas en placa: causada por el desarrollo de nuevos organismos en una zona a pocos milímetros de la superficie, donde las bacterias encuentran un terreno fácil para su desarrollo, creando así un medio ácido que va a separar la piel de la piedra por placas. • Agresión mecánica o de impacto: origina una sustracción de material con la pérdida final de consistencia en la estructura, produciendo un desequilibrio en cadena. • Agua lluvia: constituye un solvente muy fuerte para la conformación de las piedras calizas; por el otro lado tienen un efecto mecánico, deslizándose sobre la escarpa y arrastrando consigo elementos que pueden crear socavaciones por efecto de broma a las piedras que conforman los fuertes. • El viento: es otro agente de agresión cuya erosión eólica produce grandes daños a la mampostería calcárea; al convertirse en un efecto tipo Sand-Blasting (efecto abrasivo de la arena en la estructura pétreo), originando un desgaste mecánico sobre la superficie de la piedra.
Caries Profundas	Existen zonas donde los agentes antes mencionados han originado una desintegración de gran magnitud en la estructura pétreo, los cuales han producido lesiones colaterales dado el periodo de tiempo al que no han sido sometidas a procesos de conservación estructural.
Perdida de Piedra Caliza	Con el tiempo, han desapareciendo piezas constitutivas de la estructura, debido a la desintegración natural, los agentes climáticos y el vandalismo.
Perdida de juntas	La pérdida del pañete favorece la acción de las aguas de escorrentía sobre la superficie de los fuertes, ocasionando lavado de juntas, desgastando el material y favoreciendo el desprendimiento de los sillares y material embebido en la matriz de argamasa.
Deterioro y Perdida de Pañetes que recubren la estructura Pétreo	En general, se deterioran parcial o totalmente debido a: a por el crecimiento de microorganismos situados en la vecindad de la tos.

Nota: Recuperado de “Informe patológico y Geotécnico Sociedad de Mejoras Públicas” Rocha, J. (2003).

Tabla 11 (Continuación).
Patología comunes encontradas en los fuertes .

PATOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	<p>El agua actúa como solvente, al arrastrar partículas que crean efecto térmico.</p> <p>Fractura debido al efecto eólico (Sand-Blasting).</p> <p>Daño de la estructura debido a fenómenos de ascensión por</p>
<p>Porosidad Superficial</p>	<p>La proliferación de poros tiene origen en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El efecto eólico. • La disolución de sales por acumulación de agua lluvia, creando deterioro de la piedra caliza al generarse una reacción química, cambiando su estado y creando caries superficiales.
<p>Desestabilización y Pérdida de Sillares</p>	<p>La pérdida total de la pega de la estructura pétreo del sillar, producto de la erosión y la escorrentía provoca proceso de desestabilización en los sillares que conforman la escarpa de los fuertes. Al carecer de pega se presentan desplomes por falta de soporte y cohesión entre piedra caliza y argamasa, dichos desplomes generan desplazamientos de calizas creándose socavones los cuales son utilizados como receptáculos de agua donde nacen las aguas parásitas, las cuales aceleran el proceso de deterioro del sillar y su desplome al entrar en crecimiento las raíces, aumentando el volumen y desplazando por empuje la masa pétreo.</p>
<p>Deterioro del basamento de los Merlones</p>	<p>Su deterioro tiene origen debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fractura de sus estructuras rígidas al no existir una modulación de placas de concreto que garanticen su resistencia ante el fenómeno térmico.

Nota: Recuperado de *"Informe patológico y Geotécnico Sociedad de Mejoras Públicas"* Rocha, J. (2003).

Tabla 11 (Continuación).
Patología comunes encontradas en los fuertes .

PATOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • La no existencia de una armadura que asuma estas deformaciones por efecto térmico. • Filtración de agua pluvial dentro del núcleo de la plataforma, la cual genera asentamientos del material de soporte de la placa, presentándose deformaciones por deflexión con la respectiva fractura, al carecer de una acero de refuerzo que asuma esta deformación. • Las juntas de asfalto fallan con el tiempo al perder su propiedad elástica.
Perdida de Drenajes Originales	El sistema de drenaje original presenta deficiencias divididas al taponamiento con material arenoso y pendientes invertidas construidos en recientes épocas.
Daños por efectos de Cascoteo	Su origen radica en el manejo inadecuado de los sistemas constructivos empleados en el proceso de intervención, donde se rellena con argamasa y retales de material mixto los espacios creados por las caries o pérdida total de estructura pétreo, creando una falsa apariencia de textura o en su defecto este cascoteo, no soporta ningún trabajo mecánico a que están siendo sometidas estas estructuras antiguas.

Nota: Recuperado de *“Informe patológico y Geotécnico Sociedad de Mejoras Públicas”* Rocha, J. (2003).

VII.1.1 Evaluación patológica del Fuerte-Batería de San José.

La evaluación patológica implica una calificación cualitativa de las condiciones del fuerte; la inspección hecha al mismo, permitió seleccionar los factores de reducción de la resistencia que el Título A de la NSR-10 establece.

“La NSR-10, en el Título A, Capítulo 10, exige que se realice la evaluación del estado actual de la estructura de edificaciones históricas; es decir, es necesario llevar a cabo una Fase de

Diagnóstico. De dicho estudio depende la selección de los factores de reducción de resistencia de los materiales”. (Lozano & Gonzalez, 2012)

Las patologías que aquí se describen, concuerdan con las definidas en el documento “Cartagena. Informe Patológico de la Estructura del Lienzo de Murallas y Baluartes”, realizado por el ingeniero civil Jorge Rocha, teniendo en cuenta que, los materiales, procesos de construcción, condiciones de exposición y antigüedad son similares a la del fuerte.

Rocha afirma que la corrosión de la piedra calcárea – material de uso extendido en el Fuerte de San José – es una de las patologías más comunes y puede ser clasificada como Caries Superficiales o Caries Profunda, dependiendo del grado de desintegración. Este deterioro puede ser causado por diversos factores, que incluyen el desarrollo de nuevos organismos y la agresión mecánica. Cuando el deterioro se presenta en menor grado, se llama Porosidad Superficial. Efectivamente, después del estudio patológico se comprobó que la corrosión de la piedra calcárea afecta gran parte de la escarpa del fuerte. Las características observadas en campo son equivalentes a las registradas por Rocha en las murallas. (Citado en Lozano & Gonzalez, 2012, p.18)

Además de lo anterior, la evaluación patológica evidencia pérdida de material pétreo, esta patología es claramente preocupante en las zonas donde el desprendimiento de sillares es provocado por la pérdida o degradación de las juntas de argamasa o pega. Las patologías

presentadas en el Fuerte- Batería de San José se ven acentuadas en el hecho de que al poseer un nivel bajo respecto al mar, durante las épocas de mareas altas es objeto de inundaciones. Como consecuencia de lo anterior los materiales se ven sometidos a ciclos de secado y mojado, lo que favorece el lavado de junta y el consecuente desprendimiento de los sillares y piezas de ladrillo.

El taponamiento o el semi-taponamiento que ocurre en los drenajes existentes agravan o contribuye al desarrollo de nuevas patologías, puesto que implica problemas de humedad que puede ser causante de diferentes tipos de corrosión (*Ilustración 46*), al no tener un buen drenaje las aguas pluviales se infiltran o ascienden a través de los muros por el fenómeno de capilaridad, ocasionando cristalización de sales solubles, eflorescencia, costras, desintegración del material, desprendimiento, biodeterioro, alveolización entre otros. (Ver Anexos).

En cuanto a la cimentación del fuerte, los estudios arqueológicos realizados permitieron establecer que la socavación del suelo de cimentación y la erosión de la piedra y material confinado que conforman la cimentación corrida, es la patología de mayor gravedad; puesto que esto se traduce en una pérdida de suelo de soporte para el Fuerte y además que *“las piedras asociadas a la cimentación presentan un grado de erosión alto, producido por el efecto del oleaje, las corrientes y las mareas”*; los informes existentes afirman además que los problemas anteriormente mencionados son acentuados por el paso de embarcaciones de gran calado (Catalá & Calderon, 2014).

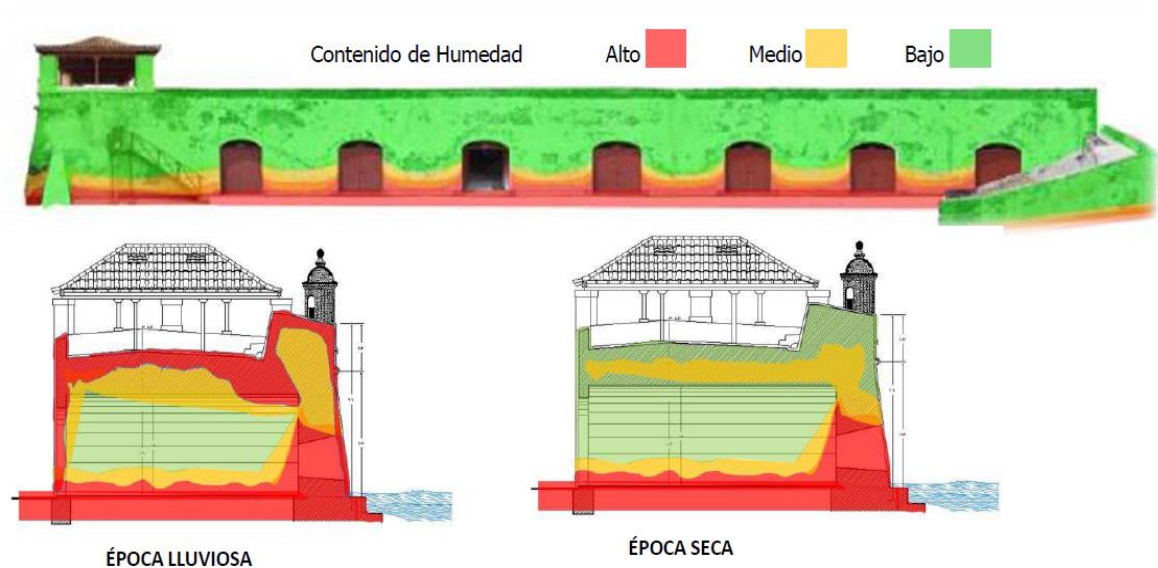


Ilustración 46. Contenido de humedad de los muros interno y externos más significativos del Fuerte- Batería de San José. CONSORCIO A & A BOCACHICA. Cartagena de Indias, (2012) [Ilustración]. Recuperado de “*Estudio de Humedades, ingeniero Mario Omar Fernández*”.

Los efectos del oleaje y las corrientes inciden en la estructura y en las evidencias arqueológicas asociadas. Pueden existir fenómeno de arrastres y socavación que, por efectos del lugar específico del Fuerte sobre el canal, se incrementa su intensidad de acuerdo a la época y la hora. Si el sitio se encuentra cerca de la superficie, “la energía del oleaje ejerce presión sobre los artefactos y lo dispersa en un área mayor en el sentido del oleaje.” (Andrade, 2002). En cuanto a la estructura dichos cambios en las corrientes pueden afectar, aunque tímidamente en un movimiento subterráneo de socavación gradual, retirando el material de relleno compuesto por arena, sedimentos finos capaces de ser transportados. El sector donde se encuentra el Fuerte es un sector de confluencia, de tránsito y movimiento de sedimentos, y zonas de potencial erosión. (HIDROCONSULTORES, 2012)

Por otro lado, la sucesiva pérdida de partes de la estructura y sus posteriores restauraciones han contribuido a la aparición de grietas producidas por esfuerzos internos (cortantes, tracción y compresión) causados por discontinuidades en la cimentación y la diferencia de

rigideces entre la estructura nueva y la antigua, lo que se traduce en comportamientos diferenciados en ambas secciones. En términos generales la estructura tiene un estado *Bueno*.

VII.1.2 Evaluación patológica del Fuerte San Fernando de Bocachica.

A diferencia del Fuerte-Batería de San José, el Fuerte San Fernando de Bocachica, ha sido intervenido o restaurado en mayor número de oportunidades y en él no se presentan inundaciones; sin embargo, se puede decir que, ambos fuertes coinciden en la tipología de las patologías, más no en el impacto de las mismas.

La acción del oleaje sobre el Fuerte San Fernando de Bocachica, ha generado que se pierda gran parte del material arenoso que se encuentra en la base, lo anterior da lugar a asentamientos que hace que los pisos desciendan por falta de apoyo. Arrieta afirma en su informe “*Estudios Oceanográficos y de la Dinámica Costera y Diseños de las Alternativas de Protección Costera a los Fuertes de San Fernando y San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena*”, que la pérdida del material se presenta cuando el agua que penetra la costa por acción del oleaje, intenta salir, generando corrientes hacia afuera del Fuerte y arrastrando consigo el material de soporte, lo mismo sucede cuando el nivel del mar baja más allá del nivel de la base del muro exterior del fuerte.

En las visitas realizadas se encontraron además problemas de humedad, como lo son las infiltraciones de agua a través de muros y cubiertas, y los inadecuados sistemas de drenaje.

Como patologías derivadas de los problemas de humedad se pudo evidenciar la cristalización de sales solubles, eflorescencias, costras, desintegración del material y desprendimientos entre otros.

Una de las mayores riquezas del fuerte, son los diferentes tipos de bóvedas que presenta: circulares, lanceta, deprimidas e incluso góticas otomanas (Paradiso et al. 2013). En las visitas que se realizaron al Fuerte se evidenció que la gran mayoría de las bóvedas se encuentran llenas de material biológico (mohos y hongos) en sus paredes. Entre otros tipos de daño que se encontraron en el Fuerte se observa la pérdida de la junta, caries, deterioro del pañete y humedad. En términos generales, y justificado en la inspección realizada, se puede juzgar el estado del Fuerte como *Bueno*; sin embargo, en este apartado se ha considerado necesario hacer una mención especial a un sector del fuerte, donde las patologías son de mayor gravedad, esto es: “*la necesaria o cuarto de baño*”, la cual es, como lo explica Benedetti, una amplia sala abovedada de dos espacios ortogonales que conforman un plano en forma de T. Los problemas estructurales en esta zona son muy evidentes (*Ilustración 47*).

El autor anteriormente mencionado, describe:

En la habitación, con vista al mar, se ven claramente varias grietas. Aquí, una abertura grande y profunda atraviesa toda la longitud del piso. La grieta continúa hasta la pared exterior y, buscando las zonas más débiles de mampostería, rompe el borde derecho de la repisa de la ventana. A partir de la piedra angular del arco de la ventana, la grieta se reanuda, rompiendo la piedra angular y provocando así una restricción articular interior, y continúa hasta que alcanza el techo abovedado. No fue posible determinar exactamente dónde termina esta grieta debido al moho y la pátina biológica presentes en el techo. La grieta penetra en todo el espesor de la pared y, por lo tanto, corresponde a una fisura visible en el exterior de la pared. Este muro también está

erosionado y cubierto de algas en su parte inferior. En ciertas zonas, porciones enteras de piedra también faltan. (Paradiso, et al., 2013).

Si bien es cierto, que constructivamente el piso dentro de la bóveda posee una inclinación cuyo objetivo era favorecer el flujo de agua hacia los desagües, a partir de la grieta antes mencionada, dicha pendiente es más pronunciada, lo anterior evidencia que existe un desplazamiento de esa zona en el sentido vertical, probablemente causado por la pérdida de suelo de soporte que favorece la aparición de asentamientos diferenciales en la zona.

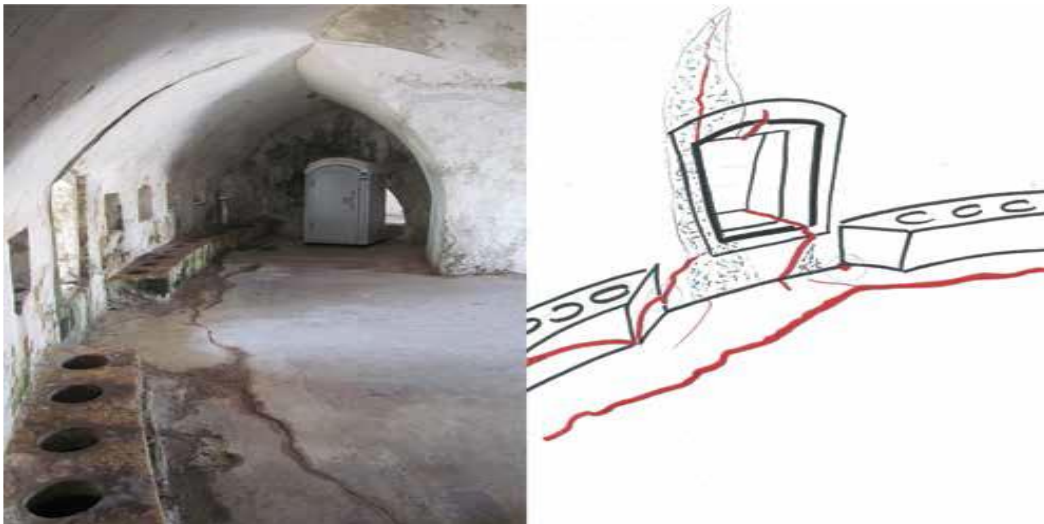


Ilustración 47. Esquema del patrón de grietas que presenta la necesaria o cuarto de baños. Paradiso, M.; Galassi, S.; Benedetti, S. (2013) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de *“Una contribución para conocer el Fuerte San Fernando de Bocachica, Cartagena de Indias, Colombia; hace un aporte con este esquema que define perfectamente el patrón de agrietamiento de la zona evaluada”*.

Se consideró la realización de un inventario de daños, que mostrara de forma detallada las condiciones de cada uno de los fuertes objetos de esta investigación. El inventario de daños

se sintetizó en *fichas de evaluación patológica* de cada uno de los fuertes, que se pueden apreciar en los Anexos A y B respectivamente, para lo cual fue necesaria la sectorización de los mismos. Las fichas presentadas tienen un alto nivel de detalle, en el cual se muestra las diferentes zonas tanto del Fuerte- Batería de San José, como del el Fuerte San Fernando de Bocachica, mostrando en planta la ubicación exacta de las patologías encontradas las cuales se ilustran mediante fotografías obtenidas en las visitas de campo. La ficha indica la patología encontrada y describe las posibles causas, identificando el tipo de lesión (física, mecánica, química, etc.); riesgo estimado (leve, moderado, grave, muy grave) y el aspecto de mayor afectación (seguridad y/o estética). A continuación, se presenta un esquema de las fichas anteriormente mencionadas (*Ilustración 48*).

En este documento se entiende como lesiones de tipo mecánica aquellas causadas por esfuerzos mecánicos sobre elementos estructurales por sobrecargas de usos temporales o cargas dinámicas que superan la capacidad resistente del elemento, ocasionando deformaciones, grietas y fisuras; dentro de este grupo también se consideran todo tipo de *impacto y rozamiento*. Las lesiones físicas hacen referencia a todas aquellas ocasionadas por el conjunto de agentes atmosféricos que actúan sobre la envolvente de las edificaciones, escarpa, contraescarpa y plataformas; tales como: lluvia, viento, cambios de temperatura y contaminación atmosférica.

Nombre específico del fuerte al que pertenece la ficha.

Tipología, específica el elemento de la edificación militar al cual se hace referencia.

Planta general, se ubica la zona bajo inspección en la planta general del fuerte.

Patologías encontradas

Lesiones, se especifica el tipo de lesiones encontradas y se evalúa la importancia de las mismas.

Aspecto afectado

Código, cada uno de los fuertes se ha dividido en secciones, a las cuales se les ha asignado un código que permita identificar la zona evaluada.

Registro fotográfico, que evidencia las patologías encontradas.

Descripción de las patologías, se describe cada una de las patologías ilustradas en las fotografías, indicando a cuál de ellas pertenece. Además, se establecen las posibles causas de las mismas.

FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	23/08/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SC-01	0-08																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <th>Tipo de Lesiones</th> <th>Riesgo Estimado</th> </tr> <tr> <td>Físicas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas <input type="checkbox"/></td> <td>Grave <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas <input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado	Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>	Mecánicas <input checked="" type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>	Químicas <input type="checkbox"/>	Grave <input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																				
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado																																
Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>																																
Mecánicas <input checked="" type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>																																
Químicas <input type="checkbox"/>	Grave <input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Se observa pérdida de juntas del material pétreo, pérdida de sillares en algunas zonas, una grieta de 4 cm de ancho a aproximadamente entre la unión de los muros, porosidad superficial (Foto superior).</p> <p>Se observa la misma grieta anterior desde una vista más cercana. Además se observa caries superficiales en el material pétreo (Foto central).</p> <p>Tramo nuevo. Se observa un alto grado de humedad en la parte inferior del muro. Deterioro del material pétreo a la altura de la tronera del muro. Se conserva en buen estado</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Sobreesfuerzos generados por la diferencia entre la capacidad de las cimentaciones de ambos tramos de muro.</p> <p>Sobreesfuerzos generados por la diferencia entre la capacidad de las cimentaciones de ambos tramos de muro.</p> <p>Inundaciones causadas por marea alta y lluvias. Drenaje</p>																															

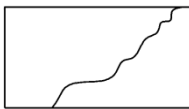
Ilustración 48. Esquema ilustrativo de las fichas de evaluación patológica. Berrocal, A. (2016)

Por lesiones de tipo químico se entienden todas aquellas causadas por productos químicos y sus reacciones, provenientes del ambiente o por el uso mismo de la edificación; las reacciones aportadas por organismos vivos se denominan lesiones biológicas. En ambos casos las reacciones que pueden presentarse, son originadas por acción de sales solubles, compuestos pétreos capaces de reaccionar en presencia de agua, humedad y organismos tanto animales como vegetales.

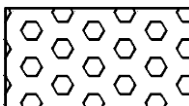
Lo anterior de acuerdo con lo descrito en el documento “*Estudio técnico y Proyecto de Restauración del Fuerte San Fernando y El Fuerte- Batería de San José de Bocachica en Cartagena de Indias D. T Departamento de Bolívar*”. Este mismo documento aporta un glosario de términos que permiten diferenciar las distintas patologías encontradas:



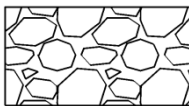
Grietas, cualquier abertura longitudinal incontrolada de un elemento constructivo, sea estructural o de simple cerramiento que afecta todo su espesor.



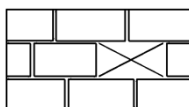
Fisuras, separaciones milimétricas que pueden ser superficiales, claramente perceptibles a simple vista.



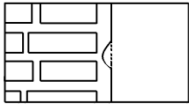
Caries Superficiales, desprendimiento de agregados de grano de substrato, estos granos son limitados en tamaño (menos de 2cm), el tamaño depende de la naturaleza de piedra.



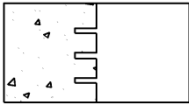
Caries Profundas, formación de cavidades (alveolos) en la superficie del material, que pueden estar interconectadas y pueden variar en formas y tamaños.



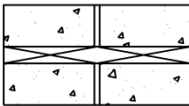
Pérdida de Sillares, ausencia de sillar dentro de un elemento estructural o de cerramiento debido a la pérdida de horizontalidad, lo que ocasiona su desprendimiento.



Deterioro del Pañete, pérdida total o parcial del material de recubrimiento de los elementos de mampostería debido a factores mecánicos, químicos o físicos.



Porosidad Superficial, desgaste por fricción o impacto constante de partículas.



Perdida de Juntas, ausencia de argamasa o material de pega que integra los sillares o bloques de arcilla, por lavado de las mismas debida a escorrentía y deterioro del material.



Humedad, aparición incontrolada de un porcentaje de agua o vapor de agua, superior al deseado en un elemento constructivo.



Eflorescencia, cristales blancos o polvorientos delgados en la superficie de la piedra, generalmente de una cohesión pobre.

VII.2 Causas extrínsecas

El estrecho existente entre el Fuerte de San Fernando y el Fuerte- Batería de San José, se convirtió en el único acceso a la bahía de Cartagena después de la sedimentación del canal de Bocagrande tras el hundimiento de los galeones de la armada portuguesa. La utilización del estrecho para la navegación data de la misma época de la construcción de los fuertes, dado que al trasladarse el acceso a Bocachica, se cambia la estructura defensiva de la ciudad. La parte navegable del canal de Bocachica está situado entre los dos [...] y ha sido objeto de dragado en varias ocasiones para permitir el paso de buques de gran tamaño. Se cree que las excavaciones y las olas provocadas por los barcos son las principales causas del actual deterioro de la estructura (citado en Paradiso et al., 2013, p.138).

En el estudio realizado por parte de la empresa HIDROCONSULTORES Ltda. En el año 2012 se registró que las dos islas (Tierrabomba y Draga, que dan forma al canal del acceso a la Bahía de Cartagena), están separadas por una distancia aproximada de 500 m. En el canal se logró medir una profundidad de 25 m en el tramo entre las dos islas. Este estudio resulta importante dado que en el caso de la isla Draga, ella misma sufre erosión que repercute en las condiciones del Fuerte-Batería de San José.

Documentos históricos, como la carta náutica de 1759 *Ilustración 49*, registra que el Fuerte-Batería de San José fue construido sobre un bajo y protegido en su momento por un dique sumergido en escollera que lo rodea por completo. Para 1935 aparecen una gran cantidad de cambios en la morfología de la zona que generan cambios en las condiciones hidrodinámicas. Se aprecia un canal más amplio, en algunas zonas se presentan profundidades superiores a los 20 m y existe un bajo que bifurca el canal en el lado de la Bahía. La línea de costa de la parte sur de Tierrabomba se asemeja mucho más a la que se encuentra hoy en día, evidencia de un retroceso de la línea de costa en los siglos anteriores y el talud del canal se encuentra bastante cercano al Fuerte de San Fernando. En la parte del Fuerte-Batería de San José se aprecia la aparición de Isla Draga, que recibe este nombre al haberse formado con el material de dragado del canal, no se observa el dique sumergido en escollera alrededor del fuerte, sin embargo, se observa una conexión entre isla Draga e isla Abanico que pudo haberse formado al producirse una sedimentación sobre los restos del dique. (HIDROCONSULTORES, 2012)

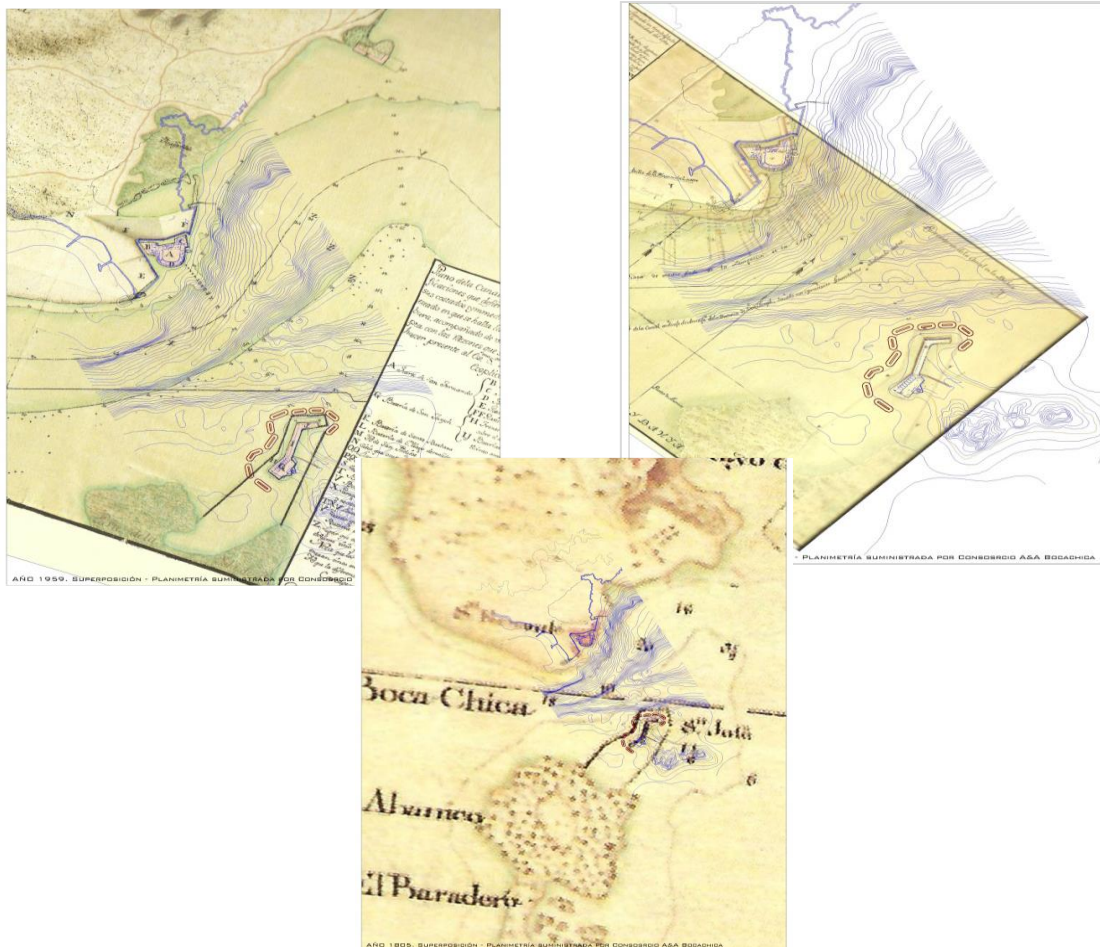


Ilustración 49. Cartas náuticas del canal de Bocachica de los años 1759, 1792-1799 (Superior) y 1805 (inferior). HIDROCONSULTORES, (2012). [Ilustración]. Recuperado de “Estudios Oceanográficos y de la Dinámica Costera y Diseños de las Alternativas de Protección costera a los Fuertes de San Fernando y San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena”.

En el año 1976 las condiciones del fondo marino no son muy diferentes a las del año 1935, sin embargo, la conexión entre isla Draga e isla Abanico ha desaparecido, pero aún se observa que esta es una zona de poca profundidad que eventualmente puede volver a sedimentarse y unir nuevamente las islas (*Ilustración 50*).

El canal de acceso al puerto tiene una longitud de 13,6 km desde la entrada en Bocachica hasta el muelle del Terminal Marítimo en el barrio de Manga, dado en concesión a la Sociedad Portuaria de Cartagena. Las coordenadas geográficas del eje del canal en Bocachica dragado son: 10° 18'56,67" Latitud Norte, 75° 35'16,21" Longitud Oeste y 10° 19'1,04" Latitud Norte, 75° 34'17,11" Longitud Oeste. El canal en el sector Bocachica tiene un ancho de base de 84 m, y taludes con relación 1V:4H, profundidad de 15,25 m y alineado con rumbo 86°, y en el sector de Manzanillo tiene un ancho en la base de 131 m, con relación de talud 1V:6H y profundidad de 14 m (Resolución 752 de 28 de abril de 2006, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). No obstante, se identificaron profundidades del orden de 27 m, esta mayor profundidad no hace parte de la profundidad útil del canal. (Egel, 2008).

El conocimiento de la dinámica marítima resulta muy importante en el área de estudio puesto que cualquier modificación repercute directamente sobre los fuertes. En el año 2015 se realizaron obras de dragado en el canal, con el objetivo de garantizar una profundidad de 20,5 m. Como se expuso en el Capítulo 3 en su momento se propusieron obras de protección para los fuertes, las cuales fueron ejecutadas en el año 2011; si bien se sabe por investigaciones recientes, que dichas obras funcionan de manera correcta, también es cierto que el deterioro de los fuertes sigue en progreso, siendo una de las causas los problemas de socavación.

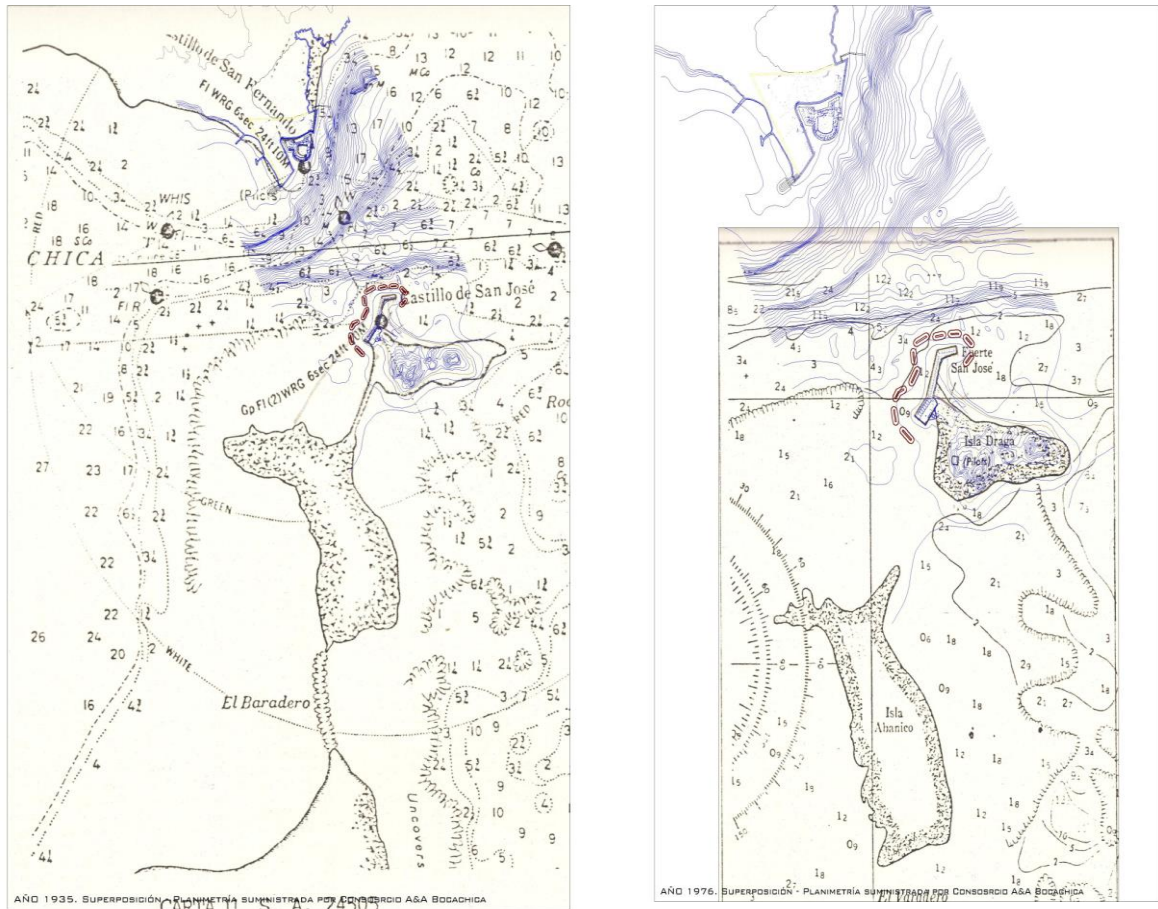
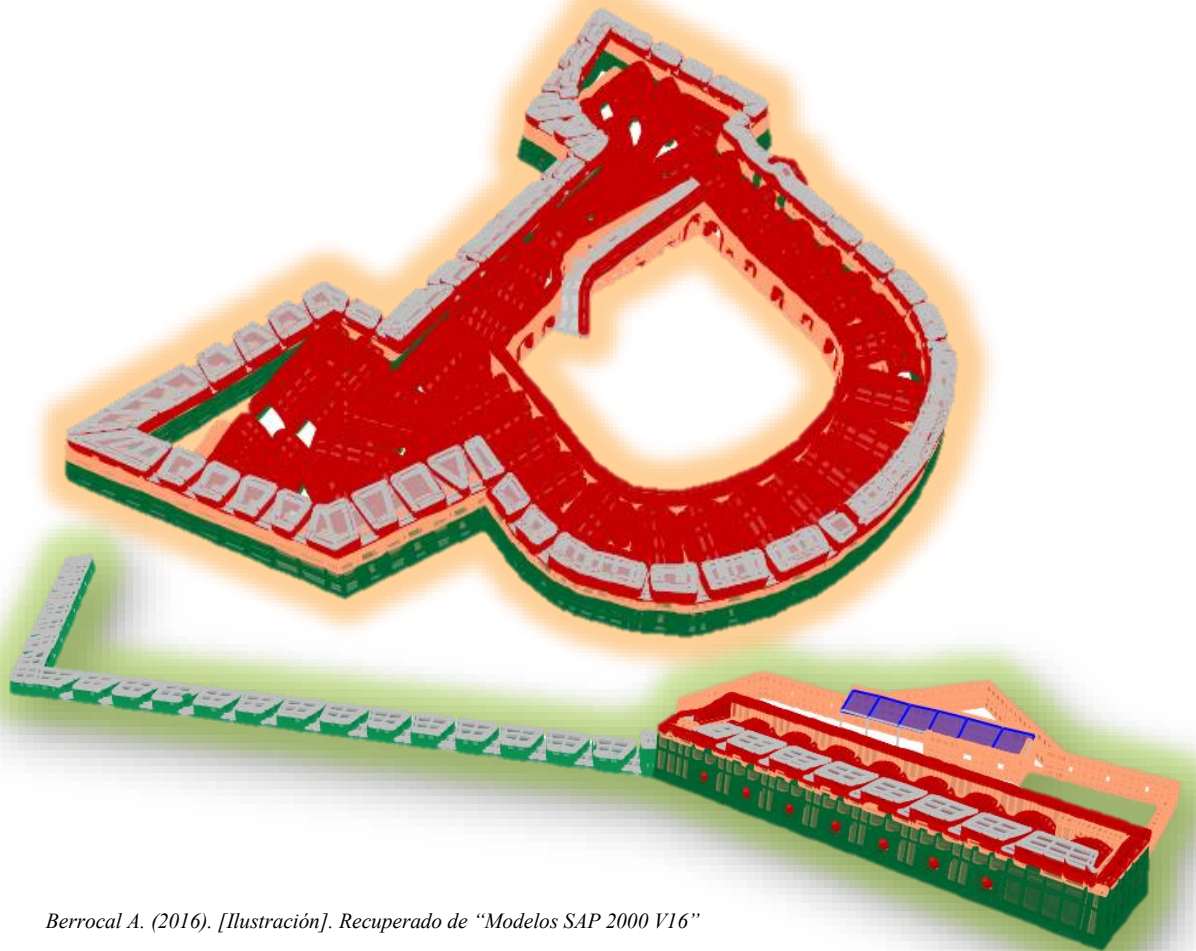


Ilustración 50. Cartas náuticas del canal de Bocachica de los años 1935 y 1976 (respectivamente de izquierda a derecha). HIDROCONSULTORES, (2012). [Ilustración]. Recuperado de “*Estudios Oceanográficos y de la Dinámica Costera y Diseños de las Alternativas de Protección costera a los Fuertes de San Fernando y San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena*”

Por lo anterior es importante enfatizar, que las propuestas de conservación que aquí se presentarán, deben estar acompañadas por obras de estructuras marítimas que complementen las existentes. Una importante alternativa fue la presentada por la empresa HIDROCONSULTORES, y será tenida en cuenta en las recomendaciones finales.

VII. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



Berrocal A. (2016). [Ilustración]. Recuperado de "Modelos SAP 2000 V16"

El riguroso estudio mostrado anteriormente permitió establecer las condiciones o parámetros de entrada con los que se realizaron las modelaciones, y cuyos resultados se presentarán a continuación. El modelo reproduce entonces, las condiciones de exposición reales de ambos fuertes, teniendo en cuenta como ya se hizo mención, la acción del oleaje sobre los mismos y evaluando adicionalmente el comportamiento de ambas edificaciones ante la posible ocurrencia de un sismo.

A continuación, se muestran estos parámetros de entrada, los cuales han sido determinados o calculados de acuerdo con las teorías expuestas en el marco teórico, la evaluación patológica de los fuertes y toda la valiosa información obtenida de fuentes secundarias.

En ese orden de ideas, es importante mencionar que la evaluación patológica, en primer lugar permitió, además de determinar cualitativamente las condiciones actuales de los Fuertes de San José y San Fernando de Bocachica, una valoración cuantitativa, que de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, está expresado por los coeficientes de reducción de resistencia (ϕ_c o ϕ_e), los cuales dependen de la calidad del diseño, la construcción y el estado de las edificaciones. En el Capítulo 7, Análisis de las causas del deterioro. Patología, se expresa que muy a pesar de la gran cantidad de patologías encontradas y la concentración de las mismas es puntos muy específicos, para ambas estructuras; estas se pueden calificar con un estado **Buena** de conservación tanto para la

calidad de diseño como para estado de la edificación, obteniendo así los valores para

ϕ_c y ϕ_e .

Tabla 12.
Coeficiente de reducción de resistencia.

$\phi_c \phi_e$	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Mala
	1,0	0,8	0,6

Nota: Sección A.10.4.3.4 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 105.

De acuerdo con la (Tabla 12), la resistencia efectiva de los elementos corresponde al 100% de la resistencia existente. Retomamos entonces la (Tabla 8), donde se muestran los valores de resistencia ($N_{ef} = \phi_c \phi_e N_{ex}$) de los materiales utilizados en esta etapa de modelado.

Material	Ubicación	Tipo de Ensayo	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)	Resistencia efectiva (kg/cm ²)		
						Compresión	Tracción	Cortante
Piedra Caliza	Escarpa	Murete	19945,65	26,08	2280	26,08	2,60	3,2
Concreto Colonial	Muros internos, externos y rampa	Murete	6301,85	8,4	1535	8,4	0,84	1,8
Caliza /Pañete	Base de las bóvedas y batería baja	Murete	111974,25	57,21	2730	57,21	5,72	15,9
Ladrillo	Clave de las bóvedas y rampa	Murete	28357,5	37,81	1685,14	37,81	3,8	13

En cuanto a la asignación de cargas a los modelos, se debe mencionar que estas corresponden a solicitaciones verticales y laterales, incluyendo peso propio y cargas vivas, estas últimas uniformemente distribuidas. Estas fuerzas, así como los parámetros asumidos se muestran en la *Tabla 13*. Adicionalmente, se consideró la incidencia de las olas sobre las estructuras, de acuerdo con el estudio oceanográfico y de dinámica costera realizado por la empresa HIDROCONSULTORES Ltda, para efectos de los cálculos, se consideró la longitud de la ola generada por un buque tipo GRANELERO/CARBON a una velocidad de 15 nudos (Capítulo V. Marco Teórico).

La *Tabla 14* muestra los parámetros característicos para la determinación de la fuerza de oleaje para ambos fuertes; así como los valores de las presiones calculadas sobre la escarpa mediante el método propuesto por *George Sainflou*, estos valores fueron tomados de la investigación anteriormente mencionada.

Tabla 13.
Cargas vivas y laterales asignadas a los modelos.

Carga	Descripción	Parámetro	Valor
Carga viva	Almacén de pertrecho	-	0,05 Ton/m ²
	Segunda planta de la edificación	-	0,20 Ton/m ²
Cargas laterales	Estáticas	Peso específico de material de relleno	2,0 Ton/m ³
		Coefficiente de fricción	$\phi=30^\circ$
		Constante de empuje activo	$K_A = 0,28$
	Dinámicas	Aceleración pico efectiva	$A=0,10$
		Coefficiente sísmico vertical	$K_V = 0$
		Coefficiente sísmico horizontal	$K_H = A_a/2 = 0,05$
	Constante de empuje activo dinámico	$K_{AE} = 0,31$	

Nota: Berrocal, A. (2016)

Tabla 14.
Cálculo de las fuerzas de Oleaje.

Nombre del Fuerte		Cara Oeste	Cara Sur	
Fuerte – Batería de San José	Parámetros considerados (Hidroconsultores Ltda.)			
	Altura de Ola	H(m)	0,4	0,4
	Longitud de Ola	L(m)	25,5	25,5
	Profundidad	h (m)	0,4	1
	Densidad	P(kg/m ³)	1027	1027
	Gravedad	g(m/s ²)	9,81	9,81
	Valores para las presiones (Ton/m ²) Método de George Sainflou			
		P2	0,409	0,399
		P1	0,492	0,463
		P3	0,205	0,327
	Fuerte San Fernando de Bocachica	Parámetros considerados (Hidroconsultores Ltda.)		
Altura de Ola		H(m)	0,5	0,5
Longitud de Ola		L(m)	25,5	25,5
Profundidad		h (m)	0,5	0,5
Densidad		P(kg/m ³)	1027	1027
Gravedad		g(m/s ²)	9,81	9,81
Valores para las presiones (Ton/m ²) Método de George Sainflou				
		P2	0,510	0,510
		P1	0,614	0,614
		P3	0,255	0,55

Nota: Berrocal, A. (2016)

Como es claro, el análisis realizado a las edificaciones (Fuerte- Batería de San José y Fuerte San Fernando de Bocachica), se hizo bajo la luz del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y las Normas Técnicas Colombianas para la construcción. Este reglamento establece una serie de criterios para la evaluación de edificaciones ya existentes y que cuya construcción precedan a la fecha de entrada en vigencia del mismo; dentro de estos criterios se tiene: “*Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva*” y “*Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada*”, para ambas consideraciones el reglamento establece una serie de condiciones para su aplicación.

A.10.9.2.5 — Edificaciones declaradas como patrimonio histórico — Cuando se trate de intervenciones estructurales de edificaciones declaradas como patrimonio histórico, donde existan restricciones severas para lograr un nivel de seguridad equivalente al que el reglamento exigiría a una edificación nueva o al prescrito en A.10.4.2.2, excepto que se trate de edificaciones pertenecientes a los grupos de uso III y IV, tal como lo define A.2.5 [Sección del reglamento], se permitirá un nivel menor de seguridad sísmica siempre y cuando este menor nivel se justifique por parte del ingeniero diseñador [...] (AIS, 2012, pág. 109).

La sección A.10.9.2.5 permite la evaluación de las edificaciones objetos de esta investigación bajo las condiciones establecidas por un sismo de seguridad limitadas, esto debido al carácter de patrimonio histórico de ambos fuertes. En el Capítulo V se explicó como dentro de los parámetros sísmicos existen dos coeficientes en función de los cuales se definen los valores de aceleración espectral, A_a y A_v , estos coeficientes son aplicados específicamente para el caso de edificaciones nuevas; el reglamento especifica que para el análisis considerando seguridad limitada este valor es sustituido por un coeficiente A_e , que es un coeficiente reducido que permite no evaluar la estructura con un sismo pleno, la razón es que, por tratarse de edificaciones declaradas patrimonio histórico las intervenciones deben cuidar que se conserve el estilo y las características de las edificaciones con refuerzos que no afecten su integridad como bien cultural.

Atendiendo lo establecido en el reglamento NSR-10, se definió el espectro de diseño para sismo con seguridad limitada; adicionalmente evaluó la estructura con movimientos sísmicos equivalentes a una estructura nueva, con el fin de establecer una comparación entre el comportamiento de los materiales constitutivos de los fuertes bajo ambas condiciones. A

continuación, se resumen los parámetros sísmicos usados (*Tabla 15 e Tabla 16*) y se muestran los espectros tanto para movimientos con seguridad limitada, como para movimientos sísmicos equivalentes a una estructura nueva. (*Ilustración 51 e Ilustración 52*)

Tabla 15.
Características específicas por ubicación.

Departamento	Bolívar
Municipio	Cartagena
Zona de Amenaza Sísmica	Baja
Importancia de la estructura	I
Coef. Importancia	1,0
Perfil de Suelo	D

Nota: Berrocal, A. (2016)

Tabla 16.
Parámetros sísmicos para ambos Fuertes.

PARÁMETROS	Movimiento con seguridad limitada	Movimiento para equivalencia a estructura nueva
Aa (Ae)	0,05	0,10
Av (Ae)	0,05	0,10
I	1,00	1,00
Fa	1,60	1,60
Fv	2,40	2,40
To*	0,15	0,15
Tc*	0,72	0,72
TL*	5,76	5,76

* $T_o = 0,1 * A_v F_v / A_a * F_a$; $T_c = 0,48 * A_v * F_v / A_a * F_a$; $T_L = 2,4 * F_v$

Nota: Berrocal, A. (2016)

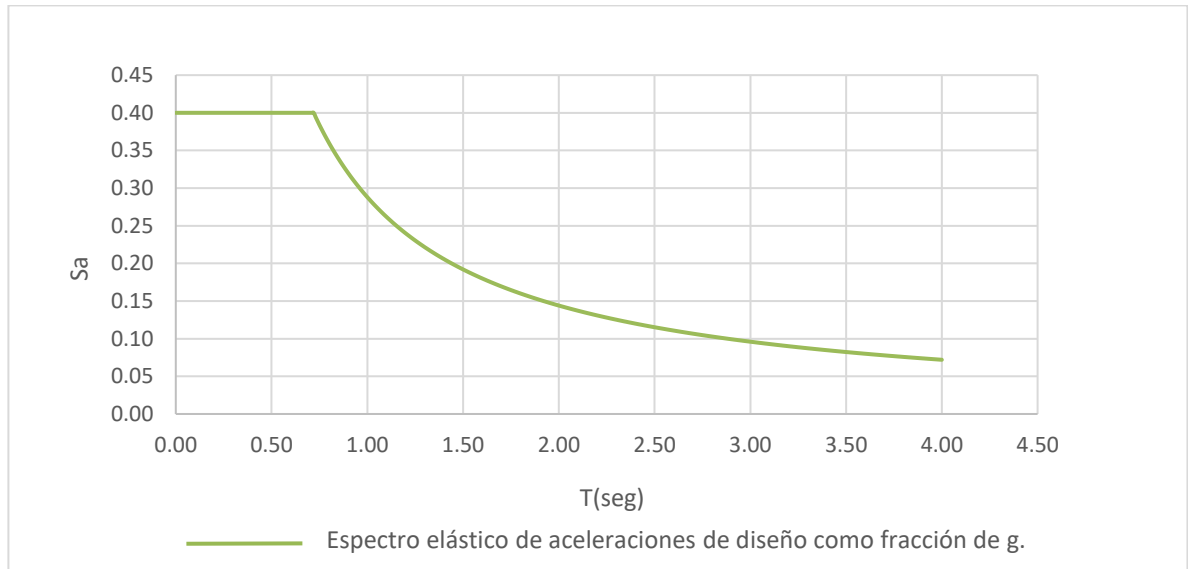


Ilustración 51. Espectro de diseño para el caso de equivalencia a una estructura nueva. Berrocal, A. (2016).

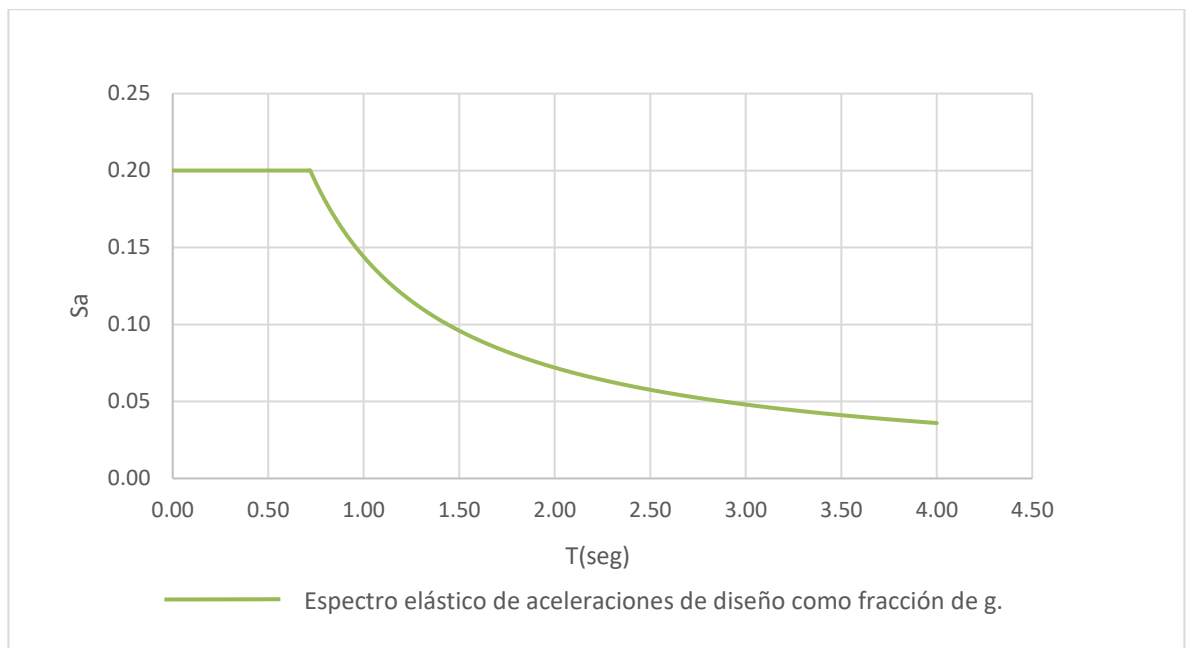


Ilustración 52. Espectro de diseño para movimiento con seguridad limitada. Berrocal, A. (2016).

Un punto importante dentro del modelado fue la asignación de restricciones. Acorde con la metodología, se establecieron dos condiciones de análisis para las cimentaciones en ambos

fuerter. En primer lugar, se consideraron apoyos empotrados, por tanto, los desplazamientos y rotaciones de los puntos de apoyo es cero. En este caso se utilizó el comando *Renstraints* en todos los puntos de apoyo de la estructura.

La segunda condición tiene en cuenta los valores de rigideces traslacionales y rotacionales del suelo; es decir, se consideraron las restricciones reales ocasionadas por el suelo a las cimentaciones de ambos fuertes, tanto en desplazamientos como en rotación. Para lograr lo anterior, se determinaron las constantes de rigidez que simulan el comportamiento del suelo, las cuales se incluyeron en los modelos como propiedades asignadas en la base a través de *springs/resortes* que representan las rigideces traslacionales y rotacionales del suelo *Tabla 17*. Los cálculos se fundamentaron en los resultados de los estudios de suelos de la zona realizados y proporcionados por la empresa AICO Ltda. El Capítulo 3 del presente documento proporciona los datos necesarios para establecer los valores de las constantes K_z , K_x , K_y , los cuales fueron calculados atendiendo las recomendaciones del ingeniero de suelos.

Tabla 17.
Cálculo de las constantes de rigidez.

Parámetros utilizados en el cálculo		
	Fuerte - Batería de San José	Fuerte San Fernando de Bocachica
Esfuerzo admisible de diseño (Ton/m ²)	15	18
Asentamiento (mm)	42,5	22,5
Valores de las constantes de rigidez		
K_z (Ton/m ³)	(15 Ton/m ²) / (45,5mm) * 1000mm/m = 353	(18 Ton/m ²) / (22,5mm) * 1000mm/m = 800
$K_x = K_y$ (Ton/m ³)	= 353/3 = 127	= 800/3 = 267

Nota: Berrocal, A. (2016)

Adicionalmente, se determinaron los valores de las constantes de rigideces rotacionales, de acuerdo a las Ecuaciones 24, 25 y 26. El cálculo de las constantes K_{θ} depende de la zona donde quiere ser aplicada. En la *Tabla 18 e Tabla 19* se resume dicho cálculo para cada fuerte.

Tabla 18.
Cálculo de rigideces para el Fuerte-Batería de San José.

By (m)	Bx (m)	$K_{\theta x}(\text{Ton}^*\text{m})$	$K_{\theta y}(\text{Ton}^*\text{m})$	F_0	m	n	$K_{\theta z}(\text{Ton}^*\text{m})$
0,375	1,95	3,02	81,78	13	3	1	2,79
0,375	1,56	2,42	41,87	10	3	1	2,90
0,375	0,48	0,74	1,22	16	3	1	0,56
1,14	1,95	84,97	248,62	13	3	1	78,43
1,14	1,56	67,98	127,29	16	3	1	50,98
1,14	0,48	20,92	3,71	12	1	3	3,71
0,925	1,95	45,39	201,73	12	3	1	45,39
0,925	1,56	36,31	103,28	14	3	1	31,13
0,925	0,48	11,17	3,01	14	1	3	2,58
1,325	0,48	32,84	4,31	11	1	3	4,70
1,61	0,5	61,37	5,92	11	1	3	6,46
0,4	0,73	1,37	4,58	14	3	1	1,18
0,805	0,67	10,28	7,12	16	1	3	5,34
1,375	0,8	61,17	20,71	14	1	3	17,75
1,08	0,32	11,86	1,04	11	1	3	1,14
0,36	1,31	1,80	23,80	10	3	1	2,16
0,43	1,84	4,30	78,78	10	3	1	5,16
0,43	0,72	1,68	4,72	14	3	1	1,44
0,23	2,63	0,94	123,06	9	3	1	1,25
0,31	0,54	0,47	1,44	13	3	1	0,44

Nota: Berrocal, A. (2016).

Tabla 19.
Cálculo de rigideces para el Fuerte San Fernando de Bocachica.

By (m)	Bx (m)	K_{Θ_x} (Ton*m)	K_{Θ_y} (Ton*m)	F_0	m	n	K_{Θ_z} (Ton*m)
0,8	0,375	12,80	2,81	12	1	3	2,81
0,56	0,97	11,36	34,07	13	3	1	10,48
0,56	0,56	6,56	6,56	20	3	1	3,93
0,87	3,42	150,14	6,56	10	3	1	180,17
0,87	1,18	51,80	2320,10	16	3	1	38,85
0,82	0,52	19,11	95,30	13	1	3	7,10
1,1	1,95	173,03	7,69	14	3	1	148,31
1,1	0,71	63,00	543,76	13	1	3	24,23
1,1	0,71	63,00	26,25	14	1	3	22,50
1,1	0,95	84,30	62,87	16	1	3	47,16
0,85	1,43	58,55	165,71	14	3	1	50,18
0,85	2,2	90,07	603,39	14	3	1	90,07

Nota: Berrocal, A. (2016).

Para el caso específico de Fuerte- Batería de San José, se consideró en el modelo los efectos de los pilotes en los muros que fueron reconstruidos a principios de la década de los noventas. Dichos pilotes fueron colocados en parejas distanciados 60 cm, tanto transversalmente como a lo largo del muro. Las constantes de rigidez traslacional se calcularon para una fuerza admisible de 4 Ton y un asentamiento de 1,5 cm, así:

$$K_{z-pilote} = \frac{4 \text{ Ton}}{1,5 \text{ cm}} \times = 267 \text{ Ton/m}$$

$$K_{x-pilote} = K_{y-pilote} = \frac{267}{3} = 89 \text{ Ton/m}$$

Finalmente, y previo al análisis se realizaron discretizaciones a los modelos. Para los estudios de vulnerabilidad sísmica se crearon modelos computacionales en el software SAP2000 Versión 16.1.1, por medio de elementos *solid*, en los cuales se fundamentaron los cálculos y análisis en el método de elementos finitos. La discretización de los modelos permitió una

representación aproximada al comportamiento real de la estructura y facilitó el análisis global de ambas edificaciones.

El software utilizado en el modelado cuenta con una herramienta llamada *constraint*, el cual permite que un conjunto de articulaciones gire juntas como un cuerpo rígido y corrección del mallado de elementos finitos. Para crear un “constraint” no hay necesidad de tener continuidad en los puntos finales de cada elemento finito creado.

Una line constraint, también conocido como un **edgeconstrain**, se puede aplicar al borde de un objeto shell o un objeto sólido. Cuando se aplica a lo largo de un borde, la restricción de la línea limitará todos los objetos que interconectan a las articulaciones seleccionadas. Estas juntas entonces se desplazarán, a lo largo de los grados de libertad seleccionados, como una función de la interpolación entre las dos articulaciones maestras que rigen el comportamiento de restricción [En resumen esta herramienta permite garantizar una continuidad en el mallado] (CSI, 2014).

Para mejor comprensión de la opción empleada en los modelos de los fuertes, se simulará una bóveda que tiene una luz de 6,00 metros de ancho, 7,00 metros de longitud, 3,00 metros de altura y con elementos *solid* de espesor 0,50 metros. A esta estructura de prueba se le realizaron tres variaciones, el primer modelo los elementos tipo *solid* tienen continuidad en todos sus nodos, el segundo modelo no tiene continuidad en los nodos y el ultimo tienen discontinuidad en los nodos, pero con la opción constraint (usada en los modelos de los fuertes) (Ilustración 53).

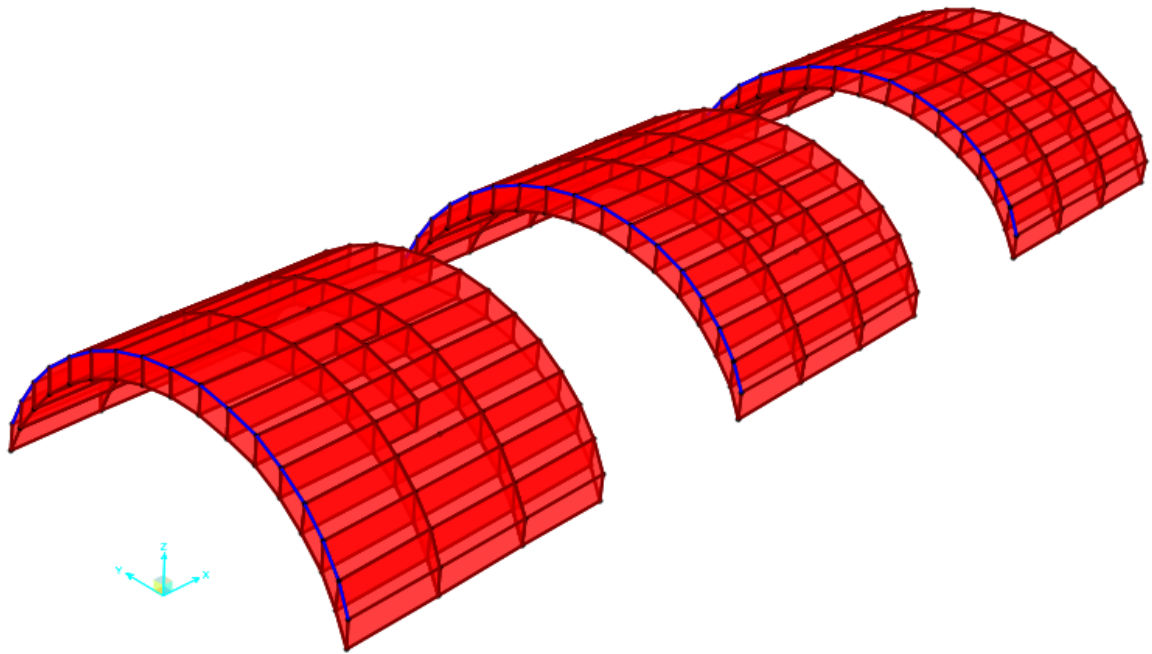


Ilustración 53. Modelos de prueba, de izquierda a derecha, modelo con nodos continuos, modelo sin continuidad en los nodos y modelo sin continuidad en los nodos con la opción constraint. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000V.16.1.1.

Los resultados presentados a continuación corresponden a los elementos *solid* con cargas debido al peso propio y una carga viva de $1,00 \text{ ton/m}^2$ en la dirección perpendicular al plano (*¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*).

Las *Ilustraciones 55, 56, 57 y 58* muestran los esfuerzos para cada uno de los modelos, de izquierda a derecha: modelo con puntos continuos, modelo con discontinuidad en los puntos y modelo con discontinuidad y constraint.

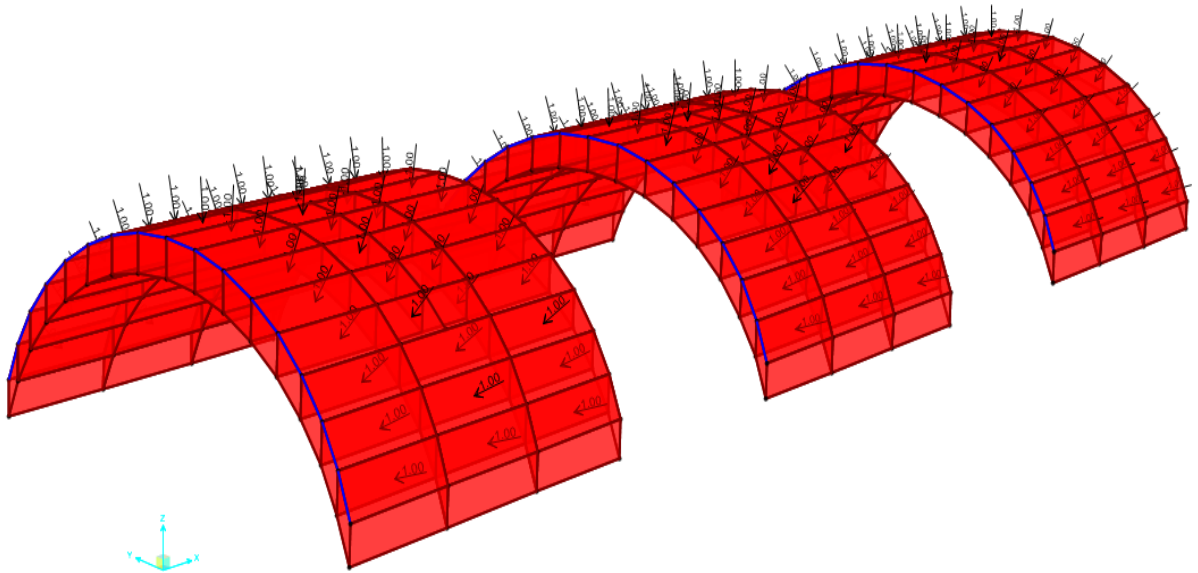


Ilustración 54. Modelos de prueba con carga viva de 1.00 ton/m². Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000V.16.1.1.

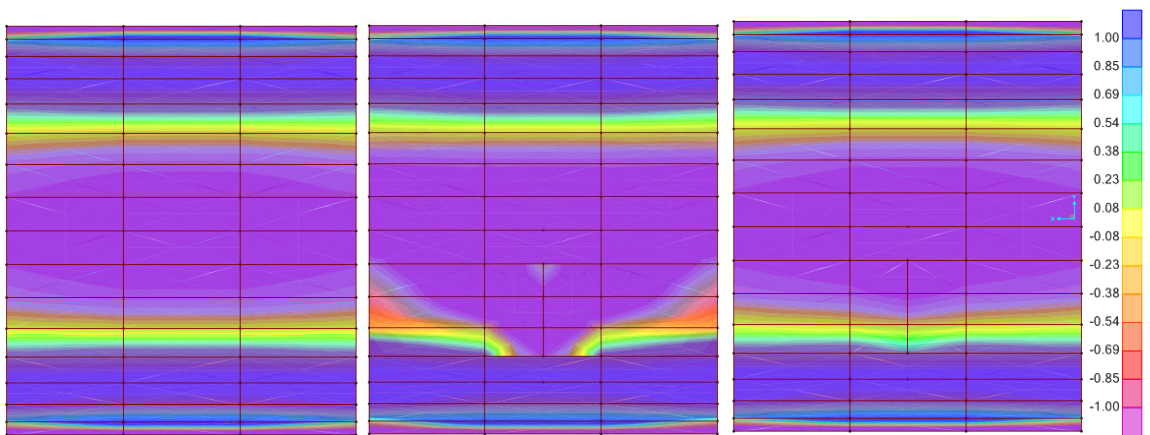


Ilustración 55. Esfuerzos en la dirección S1. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1.

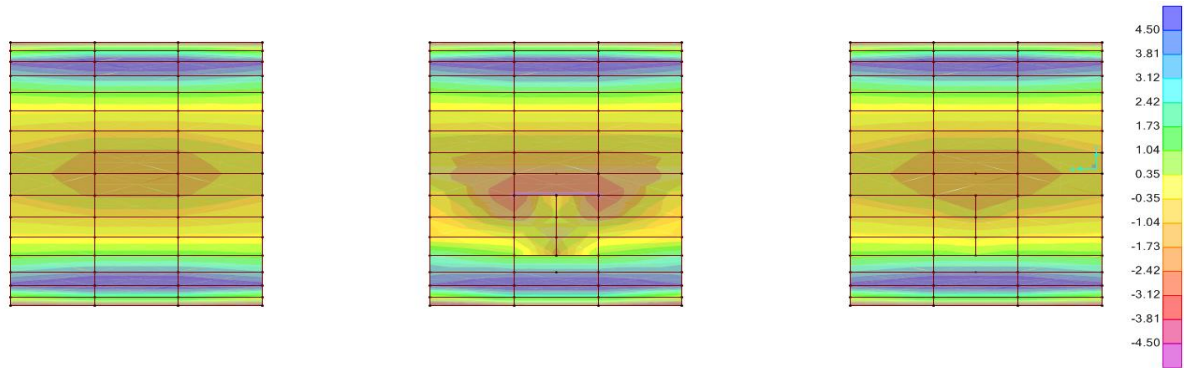


Ilustración 56. Esfuerzos en la dirección S22. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1

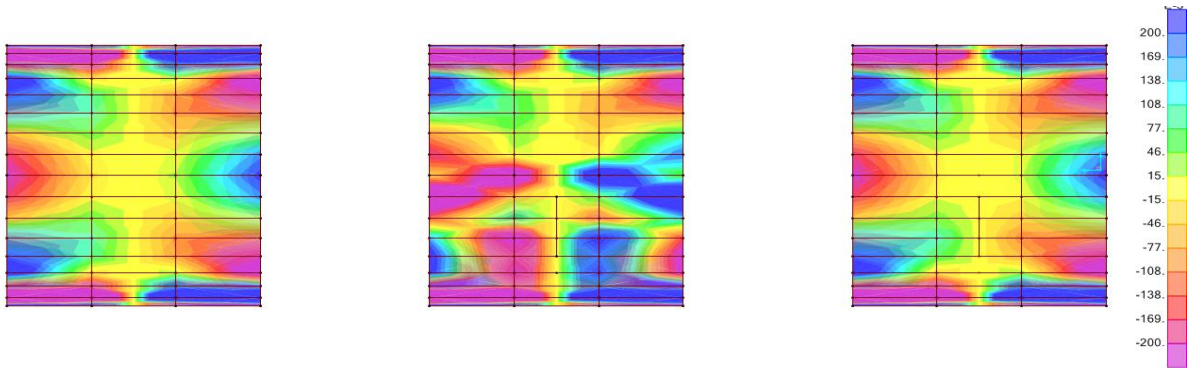


Ilustración 57. Esfuerzos en la dirección S13. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1

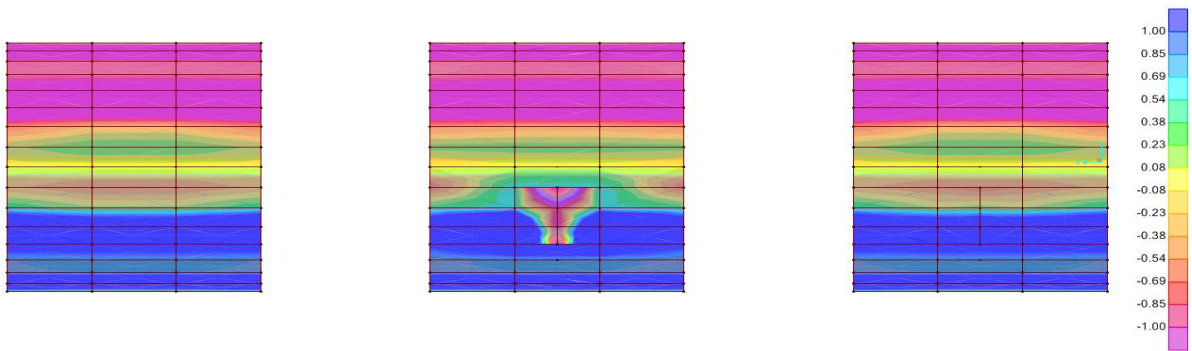


Ilustración 58. Esfuerzos en la dirección S23. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1

Como se pudo observar en las ilustraciones 55, 56, 57 y 58, los diagramas de esfuerzos del modelo ubicados a la izquierda tienden a ser iguales a los diagramas obtenidos de los modelos, ubicados a la derecha, es decir, el modelo con puntos continuos y el modelo con discontinuidad en puntos y constraint, pero el modelo de la mitad (modelo con discontinuidad en los puntos y sin constraint) es muy diferentes a los demás. En conclusión, la opción de “**constraint**” es muy útil, ya que permite que los esfuerzos en los nodos sin continuidad se puedan distribuir sin ningún problema, el emplear la opción constraint ofrece ventajas en la corrección de la distribución de esfuerzos y las órdenes de magnitud de los mismos.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos para cada uno de los casos de estudios establecidos de acuerdo con la metodología. Para la formulación de las propuesta de refuerzo para el Fuerte-Batería de San José y el Fuerte San Fernando de Bocachica, se realizaron modelos matemáticos de elementos finitos de los mismos, considerando dos condiciones de apoyo para sus cimentaciones, una condición de empotramiento y otra denominada interacción suelo-estructura. En cada una de estas condiciones de las cimentaciones, se consideraron los siguientes estados de carga: carga originada por relleno, carga viva, carga muerta, sismo (para dos condiciones especificadas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), seguridad limitada y seguridad equivalente al de una estructura nueva) y oleaje; la combinación de estos estados de carga con las diferentes condiciones de la cimentación, dan como resultado seis casos de análisis, como se muestra a continuación (*Tabla 20*).

Tabla 20.
Casos de análisis evaluados.

Condición de la cimentación	Casos	Estados de cargas considerados
Empotramiento	Caso 1	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje
	Caso 2	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje, sismo con seguridad limitada
	Caso 3	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje, sismo con espectro de diseño equivalente a una estructura nueva
Interacción Suelo-estructura	Caso 4	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje
	Caso 5	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje, sismo con seguridad limitada
	Caso 6	Relleno, Carga viva, carga muerta, oleaje, sismo con espectro de diseño equivalente a una estructura nueva

Nota: Berrocal, A. (2016).

Par todos los casos de estudio se realizó la verificación de estados límites de servicios, de acuerdo con lo establecido en el Título B, sección B.2.3. *Combinaciones de carga para ser utilizada en el método de esfuerzos de trabajo o en la verificación del estado límite de servicio*, del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), tal como se muestra a continuación:

$$D + F \quad (30)$$

$$D + H + F + L + T \quad (31)$$

$$D + H + F + (L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (32)$$

$$D + H + F + 0,75(L + T) + 0,75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (33)$$

$$D + H + F + W \quad (34)$$

$$D + H + F + 0,7E \quad (35)$$

$$D + H + F + 0,75W + 0,75L + 0,75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (36)$$

$$D + H + F + 0,75(0,7 E) + 0,75L + 0,75 (L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (37)$$

$$0,6D + W + H \quad (38)$$

$$0,6 + 0,7E + H \quad (39)$$

Donde:

D: Carga Muerta: Peso propio

E: Fuerzas sísmicas reducidas de diseño ($E=Fs/R$)

H: Cargas debidas a empuje lateral del suelo, de agua freática o de materiales almacenados con restricción

L: Cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación

L_r: Carga viva sobre cubierta

F: Cargas debidas al peso y presión de fluidos con densidades bien definidas

Adicionalmente, el software SAP 2000 considera combinaciones adicionales de acuerdo con el caso de análisis:

Caso 1 y Caso 4

$$ASM 1 = 1CM + 1CM + 1PP + 1Viva \quad (40)$$

$$ASM 2 = 1CM + 1CM + 1PP + 1Viva + 1Relleno \quad (41)$$

$$ASM 8 = 0,6CM + 0,6CM + 0,6PP + 1Relleno \quad (42)$$

Caso 2, Caso 3, Caso 5 y Caso 6

Para estos casos, además de las combinaciones anteriormente mostradas se analizan las siguientes:

$$\text{ASM 3} = 1\text{CM} + 1\text{PP} + 0,75\text{Viva} + 1\text{Relleno} \quad (43)$$

$$\text{ASM 4} = 1\text{CM} + 1\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,7\text{SPECx} \quad (44)$$

$$\text{ASM 5} = 1\text{CM} + 1\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,7\text{SPECy} \quad (45)$$

$$\text{ASM 6} = 1\text{CM} + 1\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,525\text{SPECx} + 0,75\text{Viva} \quad (46)$$

$$\text{ASM 7} = 1\text{CM} + 1\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,525\text{SPECy} + 0,75\text{Viva} \quad (47)$$

$$\text{ASM 9} = 0,9\text{CM} + 0,9\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,7\text{SPECx} \quad (48)$$

$$\text{ASM 10} = 0,9\text{CM} + 0,9\text{PP} + 1\text{Relleno} + 0,7\text{SPECy} \quad (49)$$

VII.1 Resultados y Análisis

VII.1.1 Fuerte- Batería de San José

De acuerdo con los valores de los parámetros que define cada material (*Tabla 8*), se realizó el modelado para cada uno de los seis casos expuestos. Tal como requiere el reglamento NSR-10 en su Capítulo A.10, en primer lugar, se comprobó que la participación de masa fuera superior al 90%. Para cumplir este requisito, fue necesario considerar 2044 modos de vibración para modelar el Fuerte-Batería de San José, tal como se muestra en la (*Tabla 21*). El peso de la estructura utilizado en los cálculos fue de 7836,19 toneladas.

La determinación de los espectros de diseño para las dos condiciones evaluadas de la cimentación, permitió realizar un análisis sísmico dinámico espectral, y obtener los valores de cortantes basales para la estructura como se muestra en la (*Tabla 22*), esto con el fin de determinar un factor de ajuste de la gravedad según lo descrito en el reglamento. Esta tabla expresa de forma clara que el efecto de las fuerzas de inercia horizontales que un sismo

produciría a la edificación, serán mayores para la condición de seguridad equivalente al de una estructura nueva; esto implica que al diseñar para esta condición se estará considerando la condición más crítica de la estructura.

Tabla 21.
Participación de masa de la estructura.

Modo	Periodo	UX	UY	Sum(UX)	Sum(UY)
1	0,198953	0,000598	0,003066	0,000598	0,003066
2	0,197047	0,002538	0,000364	0,003136	0,00343
3	0,169648	7,281E-06	1,557E-08	0,003143	0,00343
4	0,164535	1,858E-07	5,355E-07	0,003143	0,003431
5	0,149478	0,002213	0,001328	0,005357	0,004758
6	0,148059	0,000297	0,001496	0,005654	0,006254
7	0,146663	0,000519	0,001669	0,006173	0,007923
.
.
.
2038	0,010068	2,203E-07	7,939E-09	0,905978	0,904528
2039	0,010067	4,231E-06	0,000013	0,905982	0,904541
2040	0,010065	1,859E-06	8,273E-07	0,905984	0,904541
2041	0,010064	0,000014	6,119E-07	0,905998	0,904542
2042	0,010063	8,074E-06	6,889E-06	0,906006	0,904549
2043	0,010063	5,589E-06	0,000012	0,906012	0,904561
2044	0,010058	4,493E-07	0,00001	0,906012	0,904571

Nota: Berrocal, A. (2016).

Tabla 22.
Valores del cortante en la base para ambas consideraciones de diseño.

DIRECCIÓN	V_s (Estático)	V_t (Dinámico)	$\alpha = 0,8V_s/V_t$
Sismo con nivel de seguridad limitada			
X	1567,24 Ton	633,86 Ton	1,98
Y	1567,24 Ton	613,20 Ton	2,04
Sismo con nivel de seguridad equivalente al de una estructura nueva			
X	3134,48 Ton	1270,20 Ton	1,97
Y	3134,48 Ton	1228,45 Ton	2,04

Nota: Berrocal, A. (2016).

La Discretización del modelo permitió identificar zonas con afectaciones importantes (*Ilustración 59*), estas se modelaron por separado y se establecieron los índices de sobre esfuerzo para ambas condiciones de la cimentación. De forma general, los índices de sobreesfuerzos obtenidos para los casos con condiciones de interacción suelo-estructura fueron mayores que aquellos determinados para condiciones de empotramiento.

Las *Tablas 23 y 24*, resumen los resultados obtenidos para los índices de sobre esfuerzos por zonas en el Fuerte- Batería de San José.

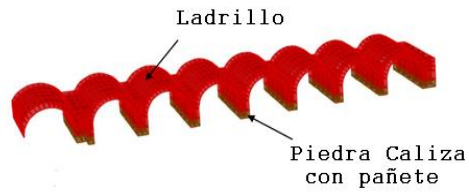
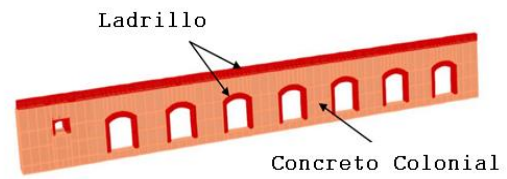
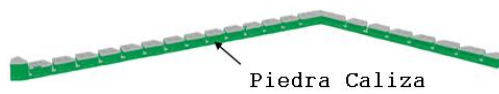
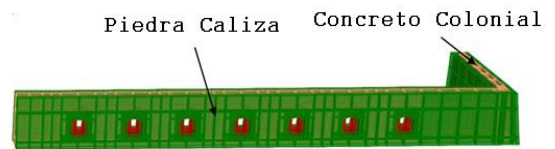
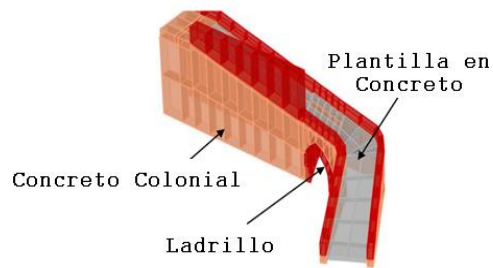
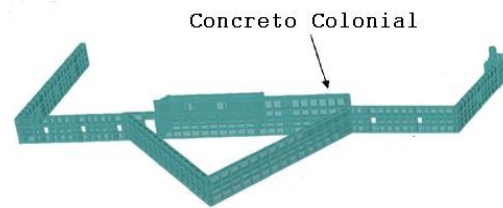
BÓVEDAS CAÑONERAS**MURO INTERNO****BATERÍA BAJA****ESCARPA****RAMPA****MURO EXTERNO**

Ilustración 59. Elementos de la estructura modelados de forma independiente Fuerte- Batería San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

Tabla 23
Índices de sobreesfuerzo Estructura Empotrada Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
BÓVEDA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,14	0,07	0,18	0,09	0,23	0,13
	Tracción	0,44	0,55	0,80	1,00	1,27	1,45
		S12		S12		S12	
	Cortante	0,76		1,30		2,02	
BÓVEDA (Caliza-Pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,20	0,06	0,14	0,05	0,20	0,07
	Tracción	0,28	0,36	0,07	0,08	0,59	0,21
		S12		S12		S12	
	Cortante	0,59		0,73		1,07	
ESCARPA (Caliza-Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,05	0,13	0,09	0,07	0,15	0,18
	Tracción	0,36	0,11	0,53	0,33	0,77	0,71
		S13		S13		S13	
	Cortante	0,65		0,64		1,62	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	0,18
	Tracción	0,74	1,29	1,34	1,77	2,06	2,33
		S13		S13		S13	
	Cortante	0,86		1,17		1,60	
MURO INTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,07	0,08	0,22	0,39	0,26	0,56
	Tracción	0,64	0,53	1,31	0,94	2,33	2,76
		S13		S13		S13	
	Cortante	0,41		1,02		1,54	
BATERÍA BAJA (Caliza- Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,04	0,09	0,06	0,10	0,07	0,12
	Tracción	0,40	0,45	0,40	0,58	0,40	0,72
		S13		S13		S13	
	Cortante	0,67		0,75		0,9	
MURO EXTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,97	2,01	2,10	2,50	3,49	3,56
	Tracción	5,67	9,04	15,25	9,67	29,48	27,70
		S13		S13		S13	
	Cortante	8,66		13,00		22,45	
RAMPA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,30	0,06	0,07	0,10	0,10	0,11
	Tracción	0,44	0,55	0,88	1,28	1,41	1,45
		S12		S12		S12	
	Cortante	0,72		1,30		1,20	
RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,20	0,21	0,20	0,29	0,30	0,32
	Tracción	2,82	2,31	2,98	1,83	3,14	1,99
		S13		S13		S13	
	Cortante	1,30		1,59		1,66	

Nota: Berrocal, A. (2016).

Tabla 24.
Índices de sobreesfuerzo interacción Suelo-Estructura (Resortes).

ZONA	ESFUERZO	CASO 4		CASO 5		CASO 6	
BÓVEDA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,12	0,10	0,34	0,16	0,45	0,20
	Tracción	0,55	0,73	2,63	1,29	4,78	1,71
		S12		S12		S12	
	Cortante	1,32		3,17		4,72	
BÓVEDA (Caliza-Pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,28	0,12	0,23	0,26	0,57	0,32
	Tracción	1,20	2,14	2,38	2,93	3,97	3,73
		S12		S12		S12	
	Cortante	2,61		0,93		5,69	
ESCARPA (Caliza-Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	2,27	1,02	0,30	0,39	0,61	0,53
	Tracción	13,63	6,40	4,85	1,32	7,21	3,14
		S13		S13		S13	
	Cortante	25,10		3,90		6,29	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,21	0,18	0,39	0,28	0,56	0,42
	Tracción	1,09	2,28	3,26	3,78	4,80	5,66
		S13		S13		S13	
	Cortante	2,43		3,37		4,67	
MURO INTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,29	0,52	0,64	0,70	0,96	0,93
	Tracción	2,95	1,16	6,07	2,05	9,80	3,29
		S13		S13		S13	
	Cortante	2,19		3,66		6,37	
BATERÍA BAJA (Caliza- Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,32	0,33	0,87	0,56	0,87	0,90
	Tracción	4,43	2,84	10,62	4,47	10,62	80,08
		S13		S13		S13	
	Cortante	4,19		10,65		19,56	
MURO EXTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	1,95	1,62	3,75	1,89	5,95	2,46
	Tracción	15,78	9,64	27,26	19,33	37,08	27,44
		S13		S13		S13	
	Cortante	16,74		19,58		26,36	
RAMPA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	1,49	0,75	2,11	1,13	2,84	1,59
	Tracción	7,75	6,90	11,65	8,81	16,33	11,30
		S12		S12		S12	
	Cortante	13,31		19,75		28,52	
RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	1,24	0,75	1,49	0,97	1,87	1,54
	Tracción	21,78	13,27	26,46	14,45	33,65	16,24
		S13		S13		S13	
	Cortante	13,70		10,62		12,88	

Nota: Berrocal, A. (2016).

- *Caso 1. Condición de empotramiento.*

Al considerar únicamente las fuerzas no sísmicas en condiciones de empotramiento, se encontró que la mayoría de los elementos presentan índices de sobreesfuerzo inferiores a 1 para esfuerzos a compresión y a tracción, obteniendo el mayor valor de 0,97 por esfuerzo de compresión en la dirección S11 en el muro externo (concreto colonial). Sin embargo el análisis mostró que, este mismo material posee sobreesfuerzos a compresión en la dirección S33 (*Ilustración 60*).

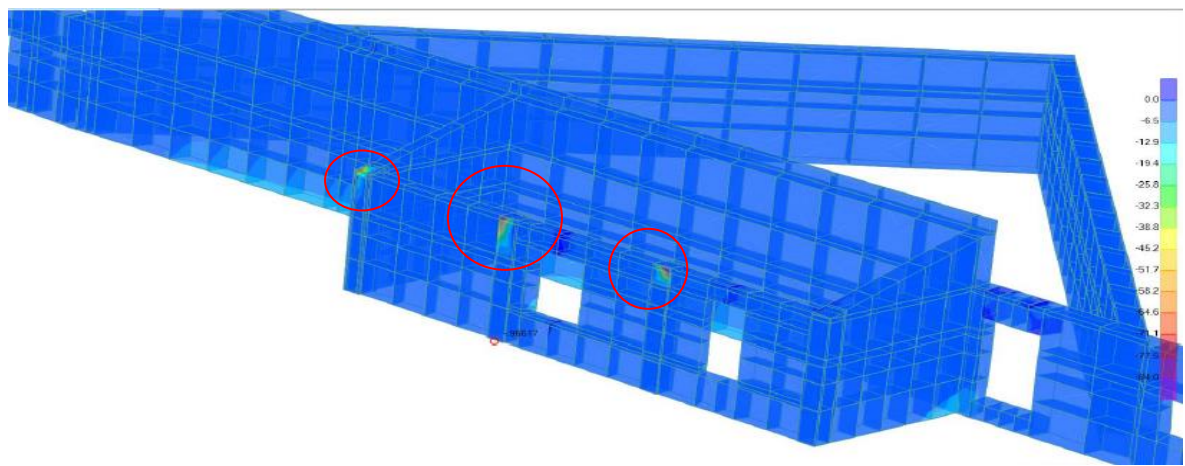


Ilustración 60. Concentración de esfuerzos por compresión en el muro externo. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

La *Ilustración 60*, muestra los puntos donde se encontraron los índices de sobreesfuerzos para compresión de mayor valor, se puede observar que estos sobreesfuerzos no son representativos para el estado de general de la zona analizada; siendo importante mencionar que estos se presentan en zonas de transmisión de esfuerzos de un material a otro, en este caso en particular, en el almacén de pertrecho se apoya una cubierta cuyas vigas son de madera, y es precisamente en estos puntos donde aparecen los sobreesfuerzos. De igual forma

para los esfuerzos de tracción y cortante la concentración se da en los mismos puntos como se puede observar en el anexo C.

Se encontró además, que en la escarpa los esfuerzos en los sillares de piedra caliza no exceden la resistencia del material. La *Ilustración 60*, muestra que esta zona está conformada además por concreto colonial, aquí existe una particularidad y es que aunque este material posee una baja resistencia, al estar confinado por la piedra caliza los índices mostrados son bajos, presentando índices mayores a 1 solo para esfuerzos a tracción en dirección S33. Contraria a esta zona, en la rampa, que está compuesta por dos materiales, se encontró que el ladrillo presenta índices de sobreesfuerzo bajos; sin embargo, el segundo material, concreto colonial, presentavalores de esfuerzo de tracción y cortantes mayores a la unidad (*Ilustración 61 e ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*), a diferencia de otras zonas, en esta el concreto colonial no posee otro material que lo confine, y suele mostrar concentraciones de esfuerzos en las zonas de interacción con otro materia (ladrillo en este caso), propicia la aparición de sobreesfuerzos. Adicionalmente, el concreto colonial muestra algunas tracción en el muro externo que no comprometen la estabilidad de la estructura.

Finalmente, y como se esperaba, en las bóvedas no se encontraron sobreesfuerzos, situación acorde con la ausencia de lesiones estructurales en estos elementos. Se debe precisar que teóricamente estos elementos deben trabajar a compresión ante tales esfuerzo se obtuvo un buen comportamiento, como efectivamnte se muestra en el análisis (Instituto Superior Politecnico "José Antonio Echeverría", 1980).

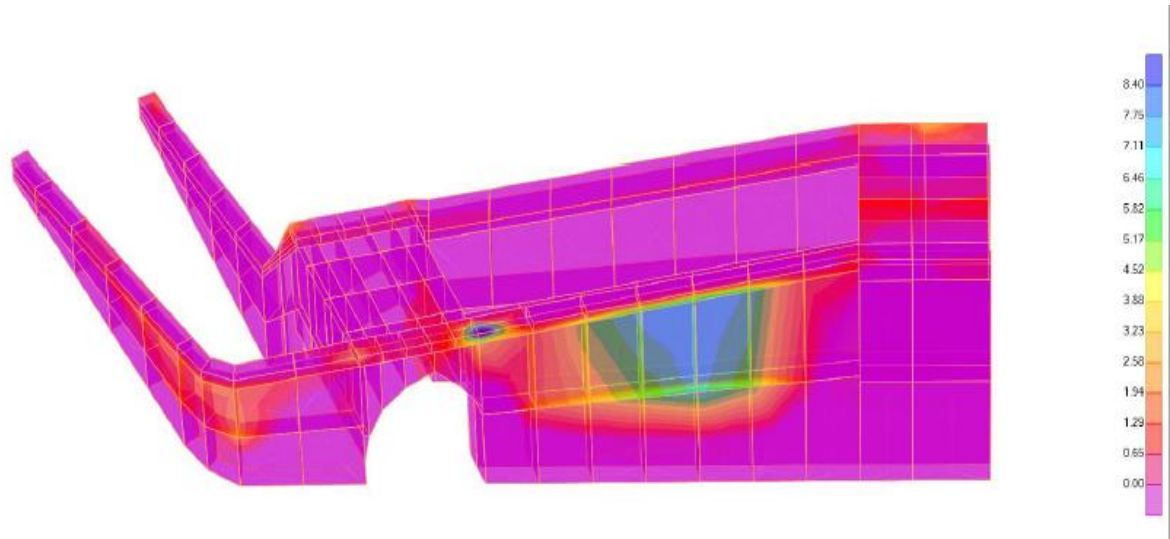


Ilustración 61. Sobreesfuerzos por tracción (S33), en el concreto colonial que conforma la rampa. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

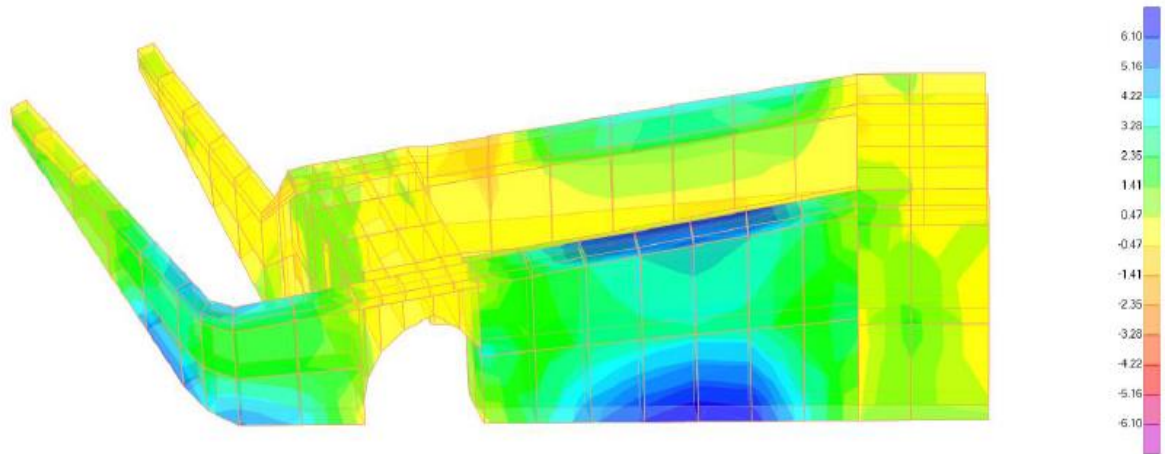


Ilustración 62. Sobreesfuerzos por cortante (S13), en el concreto colonial que conforma la rampa. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

- Caso 2. Condición de empotramiento.

Cuando se consideró un sismo con seguridad limitada en el modelo, bajo una condición de empotramiento en la cimentación, se encontró que a compresión las zona presentan índices de sobreesfuerzo menores a 1, con excepción del concreto colonial en el muro externo, donde los valores encontrados para los esfuerzos S11 y S33 fueron de 2,10 y 2,50 respectivamente (Ilustración 63).

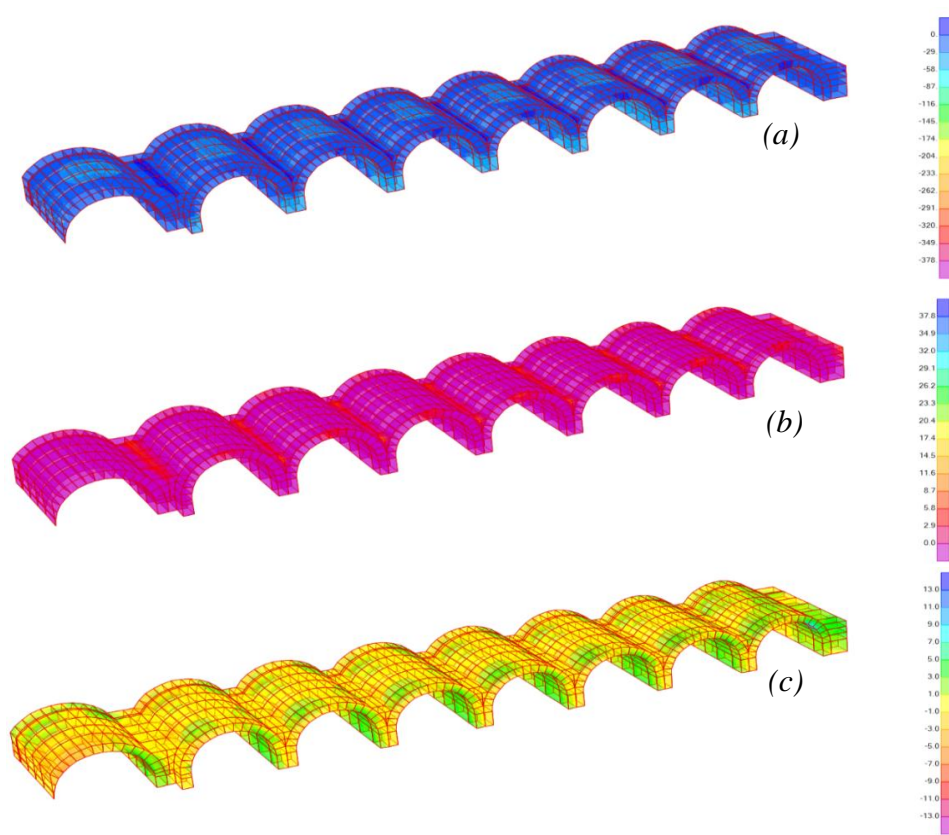


Ilustración 63. (a) Diagrama de esfuerzo a compresión S11; (b) Diagrama de esfuerzo a tracción S11; (c) Diagrama de esfuerzo a cortante S12. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

En terminos generales se puede afirmar que estos sobreesfuerzos mayores a la unidad son inducidos principalmente por el sismo. En cuanto a los esfuerzos a tracción, se presentaron indices mayores en, el muro extero, el muro interno (solo en la dirección del esfuerzo S11), la escarpa (solo en la dirección S33) y en la rampa, tanto en el ladrillo (solo en la dirección del esfuerzo S22), como para el concreto colonial. Las mismas zonas donde se identificaron problemas de sobreesfuerzos por tracción presentan problemas a cortante.

Finalmente, es importante mencionar que para este caso de estudio, la escarpa no presentó problemas de sobreesfuerzo.

- Caso 3. Condición de empotramiento.

Al incluir en el análisis un sismo con seguridad equivalente a una estructura nueva, se encontró que los elementos presentan un buen comportamiento ante los esfuerzos de compresión; exceptuando nuevamente al concreto colonial en el muro externos donde se presentan zonas importantes de concentración de esfuerzos.

En cuanto a los esfuerzos de tracción los elementos que presentan problemas de sobreesfuerzo son, la zona superior de las bóvedas (ladrillo), el muro interno, el muro externo, la escarpa (zona superior de la escarpa constutida por concreto colonial, transmisión de esfuerzos entre diferentes materiales) y ambos materiales que componen la rampa. Finalmente, para este caso de análisis la unica zona que posee un buen comportamiento es la batería baja, es decir que ante un sismo de este tipo el resto de la estructura presentaría problemas de sobre esfuerzos, principalmente a tracción y a cortante.

- *Caso 4. Interacción suelo-estructura.*

Este caso de análisis evalúa el comportamiento de la edificación, bajo cargas verticales, relleno y efectos del oleaje, para una condición de cimentación en la que se tiene en cuenta la interacción suelo-estructura. El análisis mostró que de manera general para esfuerzos de compresión los materiales presentan un buen comportamiento, si bien, existen valores de sobreesfuerzo que sobrepasan el valor de la unidad, ellos se deben a concentraciones de esfuerzos que se presentan en puntos muy específicos y que tienen como característica particular zonas de interacción o transmisión de esfuerzos entre los materiales que conforman los elementos, como es el caso de la rampa, Ver Anexo C.

El único material que presenta índices menores a la unidad tanto para esfuerzos de compresión y tracción, es el ladrillo en la zona de las bóvedas. Es importante mirar en detalle cada una de las zonas, para materiales como la caliza que se encuentra en la base de las bóvedas el software muestra sobreesfuerzos localizados en puntos específicos que normalmente son zonas de interacción de dos materiales, una situación similar se presenta en el muro interno y muro externo (en ambas zonas para el concreto colonial) y en la batería baja; en estos casos los sobre esfuerzos mostrados no comprometen la estabilidad del a estructura, (Ver anexos). Sin embargo, para esfuerzos de tracción y cortante hay zonas que muestran alta concentración de esfuerzos, estas zonas se muestran a continuación.

Es necesario mencionar que, la alta concentración de esfuerzos se debe a una suma de factores; en el caso de los muretes de caliza, por ejemplo, se puede afirmar que la resistencia

admisibles del material es muy buena, sin embargo, la *Ilustración 64* muestra sobreesfuerzos; es probable que la interacción suelo-estructura sea la principal causa de la aparición de sobreesfuerzos en la base del muro externo. De igual manera se presenta una alta concentración de esfuerzos cortantes, para este caso de análisis (Ver anexos).

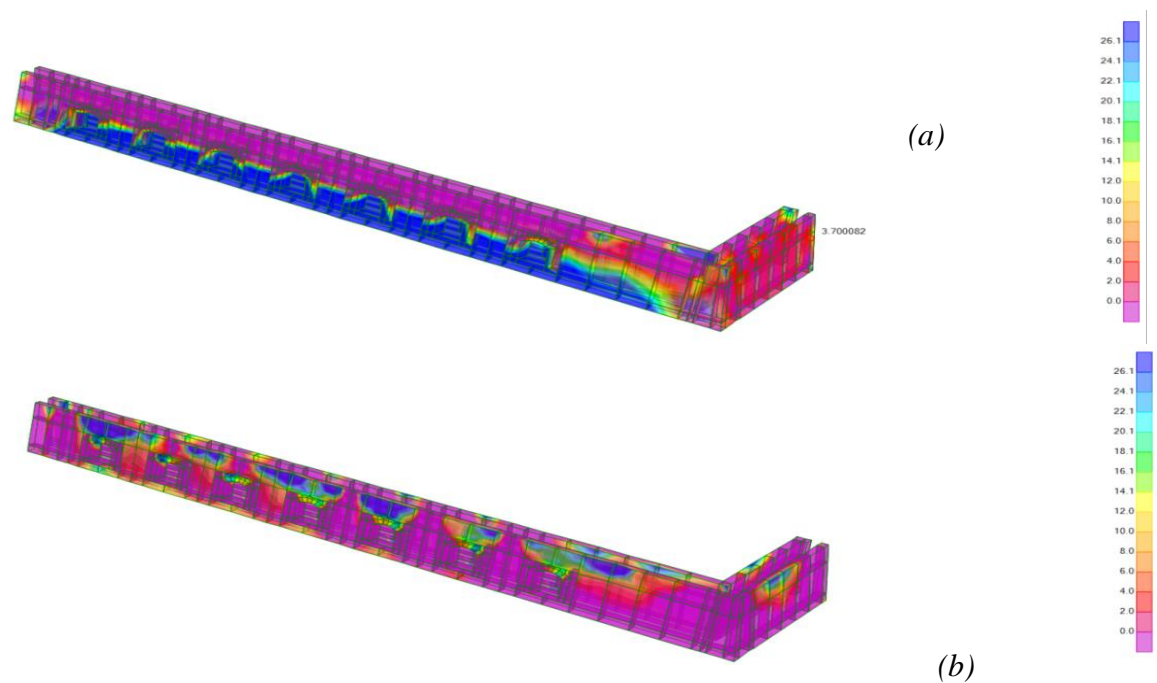


Ilustración 64. Sobreesfuerzos presentados en la escarpa: (a) Caliza murete, esfuerzo de tracción S11; (b) Caliza murete, esfuerzo de tracción S33. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

Al comparar las evidencias aportadas en las fichas patológicas, se muestra la aparición de grietas en la parte superior de la escarpa, las cuales no pueden ser explicadas con los resultados obtenidos en el *Caso I*; al considerar la interacción entre el suelo y la estructura,

se evidencia la aparición de sobre esfuerzos que podrían explicar la aparición de las grietas antes mencionadas. Las visitas a los fuertes permitieron evidenciar procesos de socavación en la parte baja de la escarpa, por tal motivo se evaluó esta zona eliminando los primeros 0,60 m de la cimentación de la misma a partir de la cara frente al mar, y se simuló con la condición interacción suelo-estructura, esto por motivo de los asentamientos diferenciales planteados. Como resultado se pudo evidenciar una redistribución de los esfuerzos cortantes y la aparición de sobreesfuerzos en el área cercana a las grietas mencionadas, además de sobreesfuerzos en las esquinas superiores de las troneras como se evidencia en la *Ilustración 65*.

La escarpa del Fuerte además está constituida por concreto colonial, la *Ilustración 66*, evidencia como al estar confinado el concreto colonial posee un buen comportamiento, lo que no sucede cuando no existen elementos que lo hagan. En este particular caso, se notó la aparición de esfuerzos de tracción en la parte alta de las ventanas troneras, al revisar el modelo para identificar la causa de estos esfuerzos, se encontró que la carga generada por el relleno sobre las bóvedas, la cual fue incluida en el modelo como una carga muerta, produce unas tracciones en la parte superior de las mismas y que se encuentra en contacto con el concreto colonial de la escarpa; se observó entonces que al tener el ladrillo (material que conforman las bóvedas) una mayor resistencia este no presenta concentraciones de esfuerzos importantes; pero al ser transmitida estas tracciones a la escarpa (concreto colonial), si se evidencian concentraciones muy altas, debidas precisamente a la baja resistencia del material.

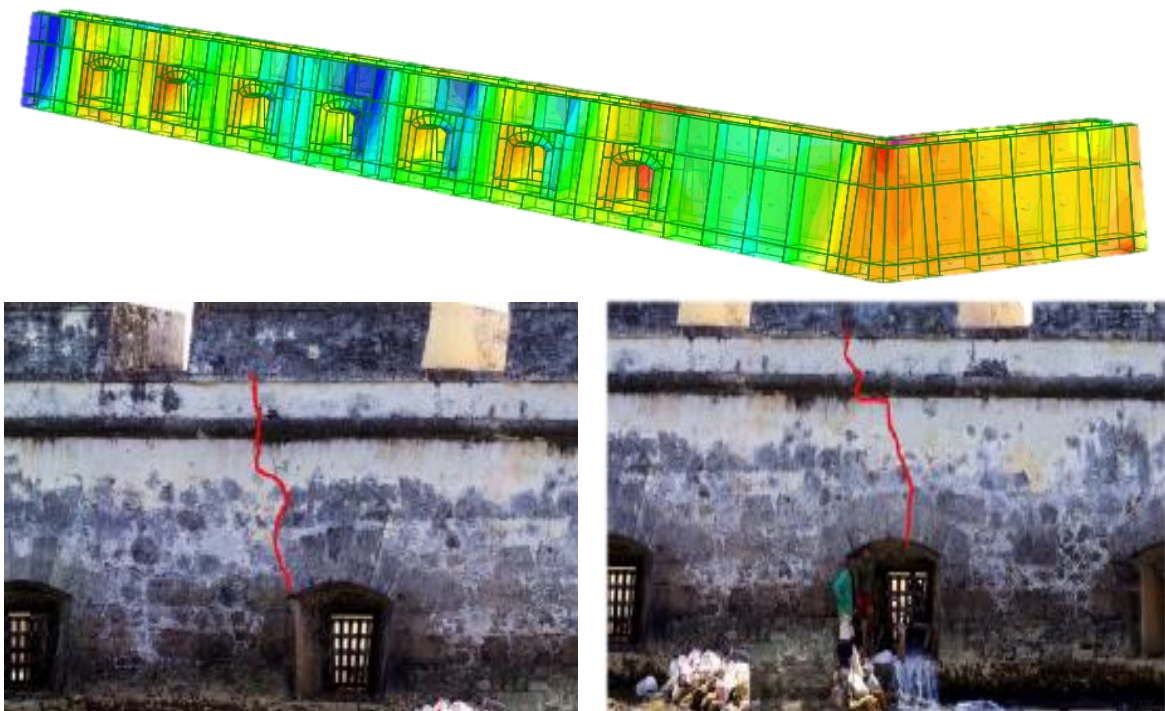


Ilustración 65. Esfuerzos cortantes presentados en la escarpa al considerar la socavación bajo la condición de interacción suelo estructura. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1

Adicionalmente, la consideración de interacción suelo estructura, permite evidenciar zonas de concentraciones de esfuerzos que el *Caso 1* no evidencia, coincidiendo con patologías existentes y mostradas en las fichas patológicas como se muestra en la

Ilustración 67 e Ilustración 68

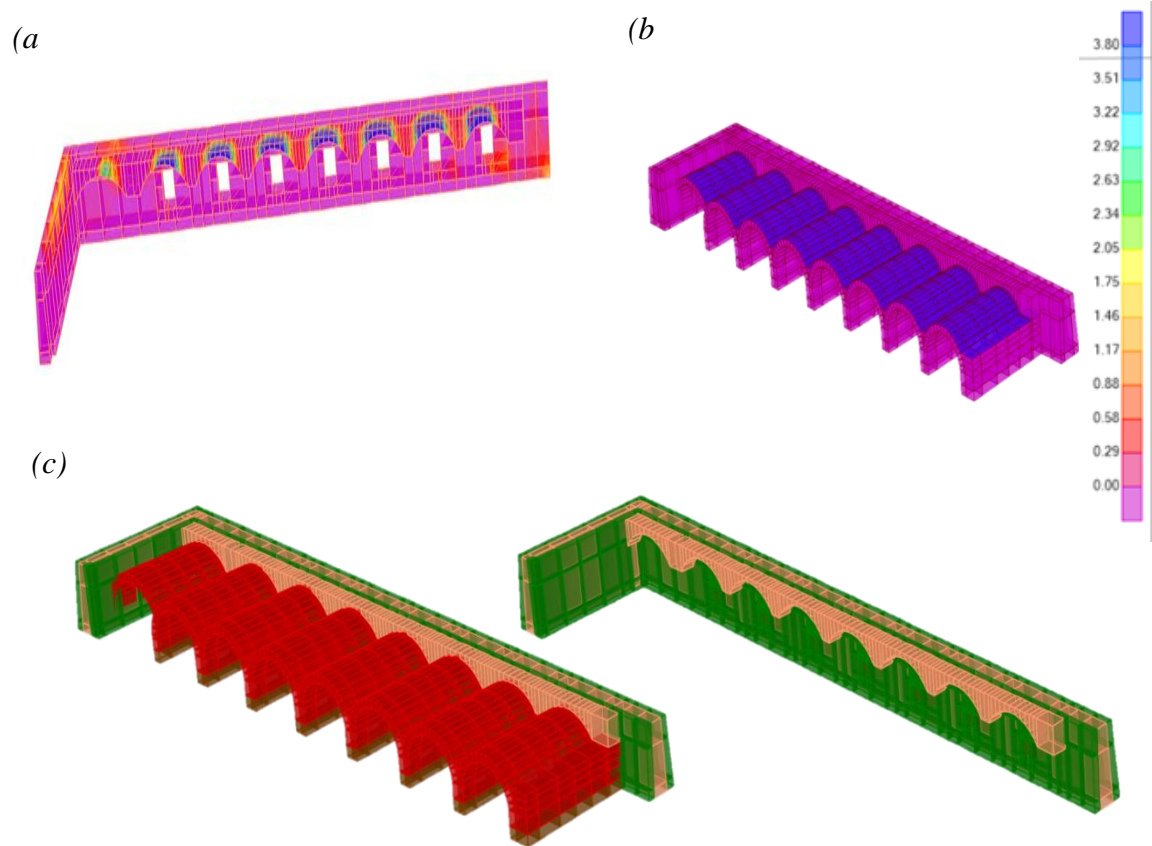


Ilustración 66. (a) Sobreesfuerzos de tracción S33 presentado en la escarpa (concreto colonial); (b) Carga muerta del relleno incluida en el modelo sobre las bóvedas; (c) Zona de interacción o contacto entre los dos materiales (Bóvedas y concreto colonial). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes,

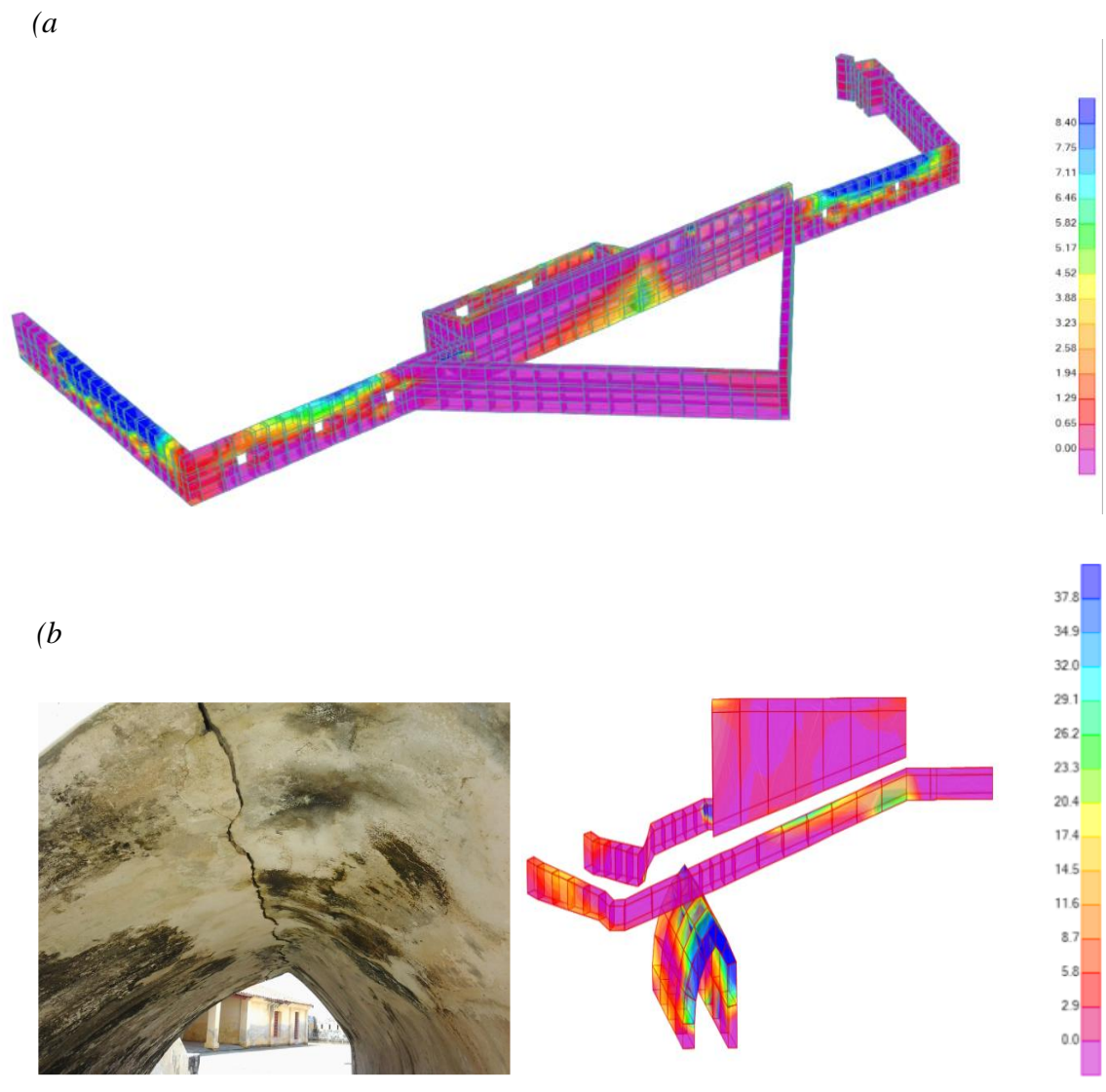


Ilustración 67. (a) Sobreesfuerzo de tracción S11 presentado en el muro externo (concreto colonial); (b) Sobreesfuerzo de tracción S22 presentado en la rampa (ladrillo), grieta en la clave de la bóveda. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

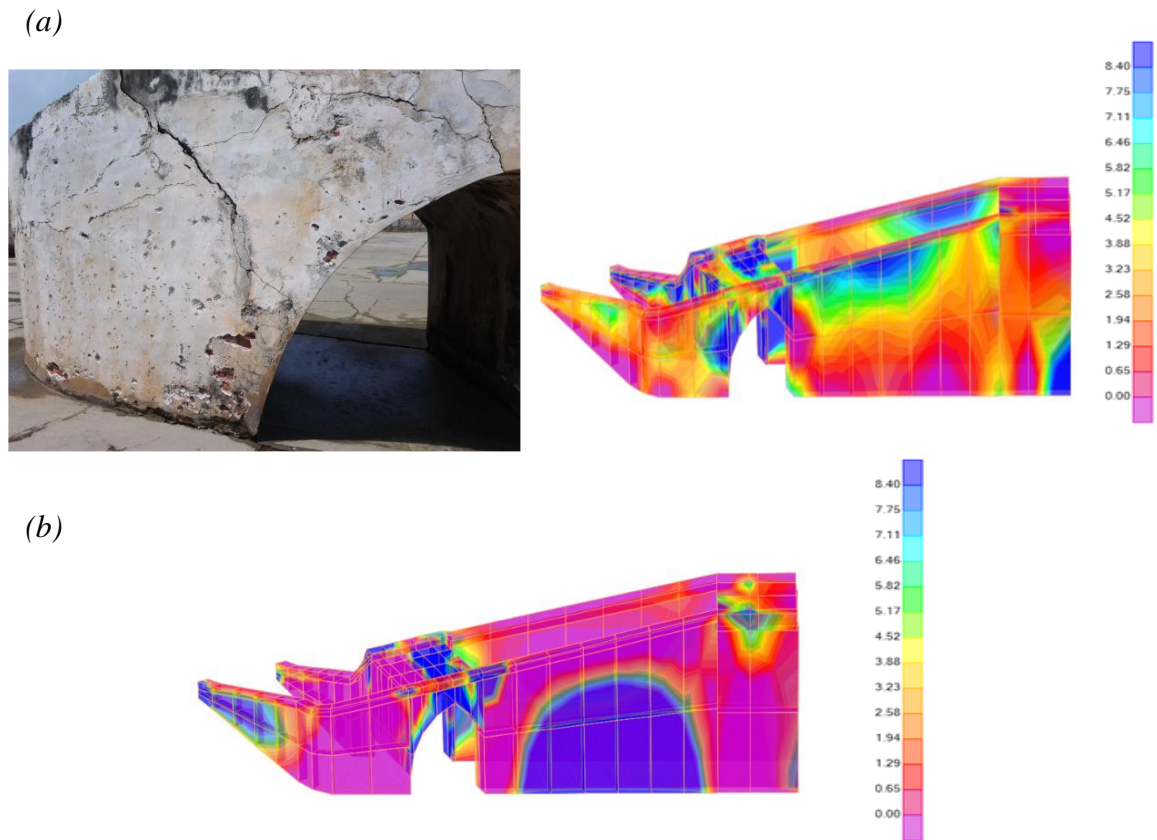


Ilustración 68. (a) Sobreesfuerzo de tracción S11 presentado en el muro externo (concreto-colonial); (b) Concentración esfuerzos de tracción S22 presentado en la rampa (concreto colonial). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

Finalmente, para este caso de análisis todos los elementos fallarían por esfuerzos cortantes, como queda demostrado tanto en la *Tabla 24* y en el anexo C.

- Caso 5. Interacción suelo-estructura.

Para este caso de estudio, los sobreesfuerzos producidos son inducidos por el sismo aplicado a la estructura y se puede observar que son magnificados por la condición establecida para la cimentación, los valores de los índices se incrementan bajo la acción del mismo, como es de

esperarse; adicionalmente sigue siendo el concreto colonial el material que meno resiste ante las nuevas condiciones, este material en particular fallaría incluso a esfuerzos de compresión en zonas donde carece de confinamiento, como lo es el caso del muro externo. Para la rampa constituida por ambos materiales, se observa cómo debido a la baja resistencia del concreto colonial es el ladrillo quien asume los esfuerzos generados, como consecuencia se presentan sobre esfuerzos en este material.

Adicionalmente, zonas como la de las bóvedas que para otros casos mostraron índices de sobreesfuerzos bajos, presentan grandes concentraciones de esfuerzos a tracción y cortante, siendo importantes en los puntos de unión de una bóveda y otra, de igual manera las zonas de interacción de materiales muestran ser puntos susceptibles a falla.

- *Caso 6. Interacción suelo-estructura.*

En este caso se presentan los índices de sobreesfuerzos más desfavorables, es de esperarse que las soluciones que se deban plantear, teniendo en cuenta las solicitaciones consideradas bajo esta condición, requieran de elementos estructurales de mayores dimensiones o que incluso no sean viables constructivamente. Esta ultima consideración es tenida en cuenta por el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente NSR-10, dado el carácter patrimonial de las edificaciones estudiadas, donde la conservación es un factor primordial.

El anexo D muestra los esfuerzos actuantes en cada una de las zonas para cada caso de estudio, para este ultimo caso se aprecia como los índices de sobre esfuerzos superan la

resistencia admisible de los materiales por valores muy amplios, siendo los esfuerzos por tracción los más desfavorables, según los resultados se presentarían altas concentraciones que llevarían a la falla a todos los materiales analizados.

Como se mostró anteriormente, las patologías mecánicas presentadas en las fichas patológicas se explican perfectamente al considerar una condición para la cimentación, en la que se tiene en cuenta la interacción entre el suelo y la estructura. La verificación de asentamientos del Fuerte se hizo solo para cargas no sísmicas (*Caso 4*). El máximo asentamiento obtenido fue de 46,48 milímetros. Los valores máximos se ubican en la escarpa. En la *Ilustración 69* se esquematizan los asentamientos. Según el estudio de suelos, los asentamientos calculados son del orden de 42,5 milímetros; con lo que se obtiene un índice de 1,09. De forma congruente se puede ver como la zona donde se presentan los mayores asentamientos es la que según el estudio patológico, presenta problemas de socavación.

Dado que se realizó un análisis teniendo en cuenta, tres condiciones distintas de solicitaciones impuestas a las edificaciones, para dos consideraciones de la cimentación: empotrada e interacción suelo estructura, es posible establecer comparaciones entre los casos estudiados. A continuación, se presentarán las comparaciones realizadas para cada zona estudiada.

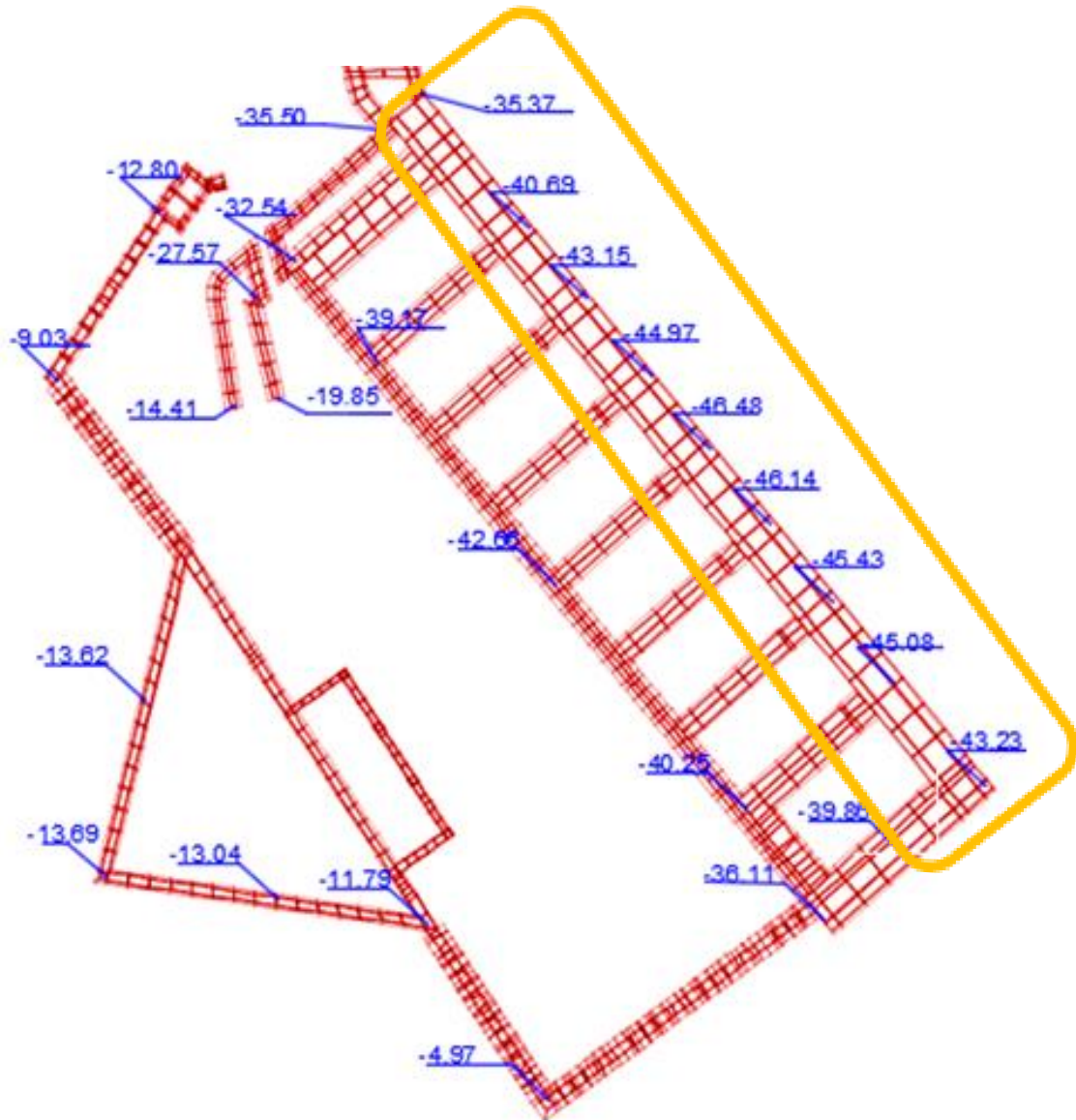


Ilustración 69. Esquema de asentamientos para el Fuerte- Batería de San José, expresados en milímetros (mm). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.

Tabla 25.

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos concreto colonial- Muro Interno.

		TRACCIÓN					
		Concreto Colonial					
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		0,64	0,53	1,31	0,94	2,33	2,76
Interacción		2,95	1,16	6,07	2,05	9,80	3,29

		CORTANTE		
		Concreto Colonial		
		Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
		S13	S13	S13
Empotramiento		0,41	1,02	1,54
Interacción		2,19	3,66	6,37

		COMPRESIÓN					
		Concreto Colonial					
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		0,07	0,08	0,22	0,39	0,26	0,56
Interacción		0,29	0,52	0,64	0,70	0,96	0,93

Nota: Berrocal, A. (2016).

La *Tabla 25* muestra que, para los tres tipos de esfuerzos analizados, los índices obtenidos para la condición de interacción suelo-estructura representan mayor compromiso para la misma. En los casos 1 y 4 (*Ilustración 70 e Ilustración 71*) donde únicamente se consideran las cargas verticales, el oleaje y relleno, se puede observar que los valores en los índices no difieren mucho en los sentidos S11 y S33 en la condición de empotramientos, sin embargo al considerar la interacción suelo-estructura el comportamiento es diferenciado, para la compresión los esfuerzos axiales verticales sobre el muro son mayores que los horizontales;

mientras que para esfuerzos de tracción son los esfuerzos axiales horizontales los que generan mayores sobreesfuerzos sobre el elemento.

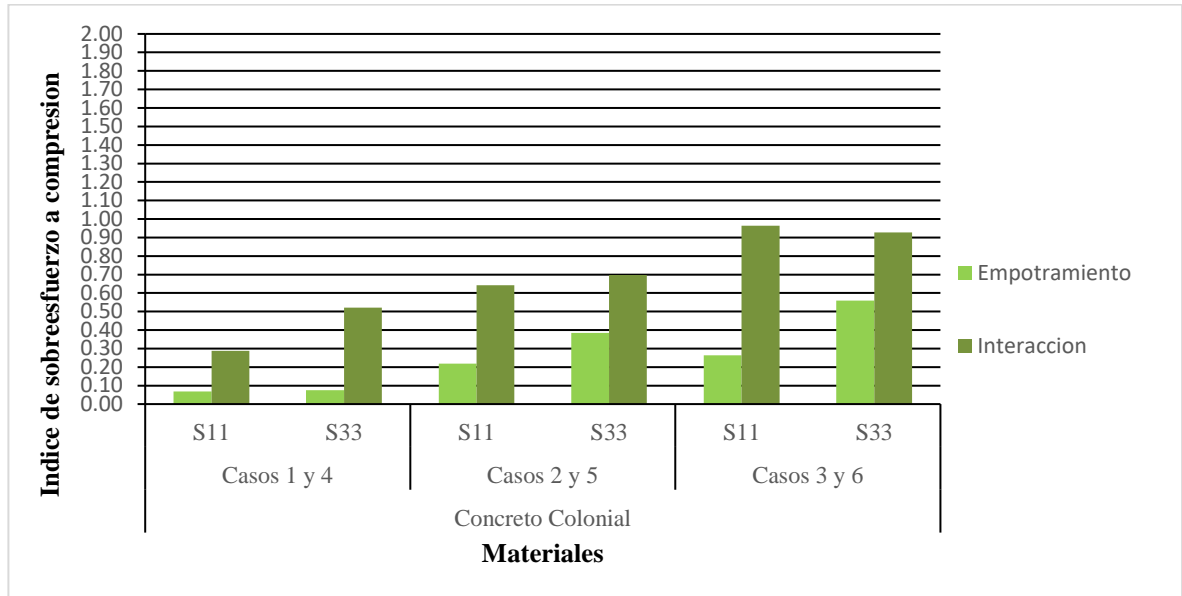


Ilustración 70. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Esta misma tendencia se conserva al introducir en el modelo un sismo con *seguridad limitada* y un sismo con *nivel de seguridad equivalente a una estructura nueva*. Referente a los casos donde se incluyen sismos, es evidente que para la aceleración pico efectiva y las condiciones impuestas para cada uno de los sismos de diseño, el elemento en su estado actual no tendría una respuesta favorable, dado que los esfuerzos que se presentarían superan la resistencia admisible del material. La *Ilustración 72* muestra como la relación suelo-estructura incrementa los esfuerzos de corte y la consecuente falla de los elementos estructurales.

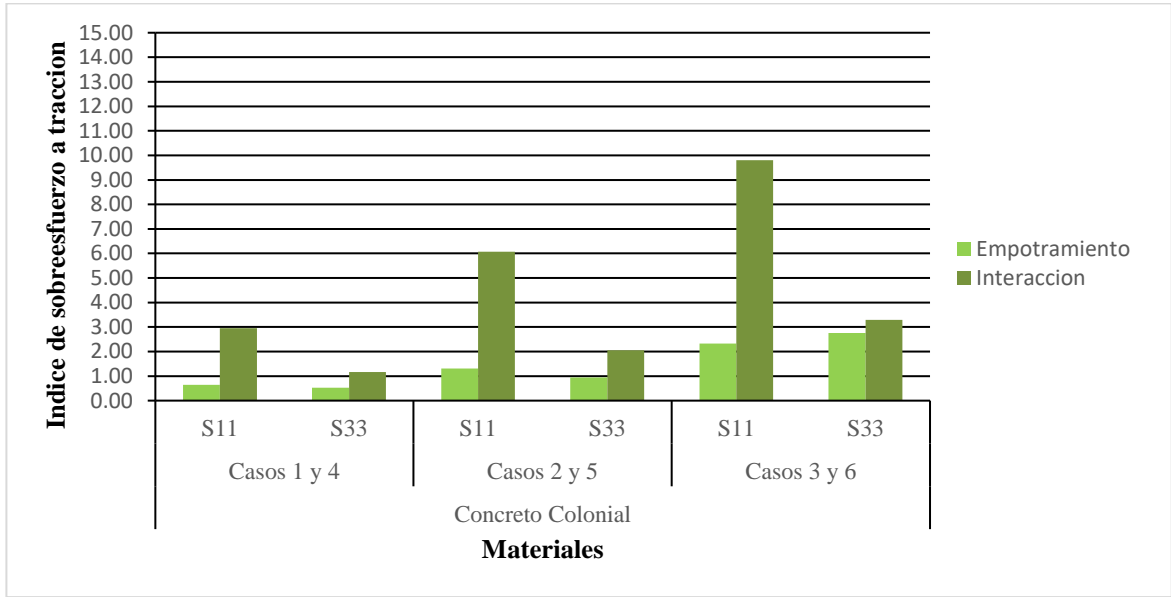


Ilustración 71 Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

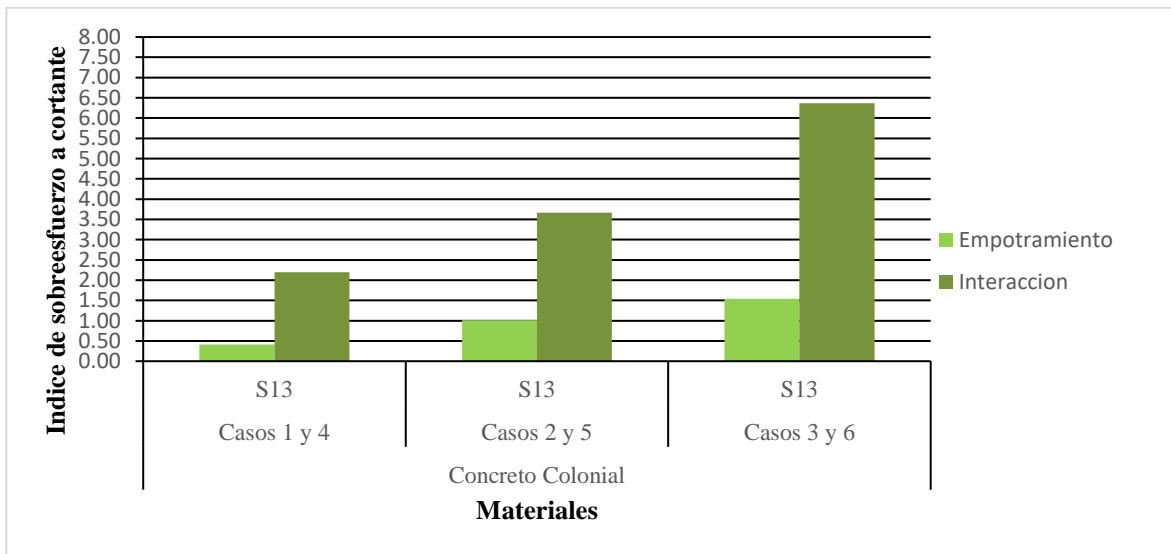


Ilustración 72. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 26
Valores de índices de
comparación de casos,
Batería Baja.

	COMPRESION					
	Caliza Murete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	0,04	0,09	0,06	0,10	0,07	0,12
Interacción	0,32	0,3	0,87	0,56	1,77	0,90

sobre esfuerzos,
caliza murete-

	TRACCIÓN					
	Caliza Murete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	0,32	0,45	0,36	0,58	0,40	0,72
Interacción	4,43	2,84	10,62	4,47	19,03	8,08

	CORTANTE		
	Caliza Murete		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S13	S13	S13
Empotramiento	0,67	0,75	0,9
Interacción	4,19	10,65	19,56

Nota: Berrocal, A. (2016).

La *Tabla 26* muestra el paralelo establecido entre los valores de índices de sobreesfuerzos para los muretes de caliza que conforman la batería baja, en términos generales esta zona presenta un buen comportamiento incluso ante la acción de un sismo con *seguridad limitada* y un *sismo con seguridad equivalente a una estructura nueva*, para la condición de empotramiento; además se muestra como al considerar la interacción suelo estructura, los índices superaran el valor de seguridad, siendo los esfuerzos cortantes y de tracción los que muestran mayores valores. Las *Ilustraciones 73, 74 y 75* muestran como la condición de interacción suelo-estructura mayor los efectos de los sismos.

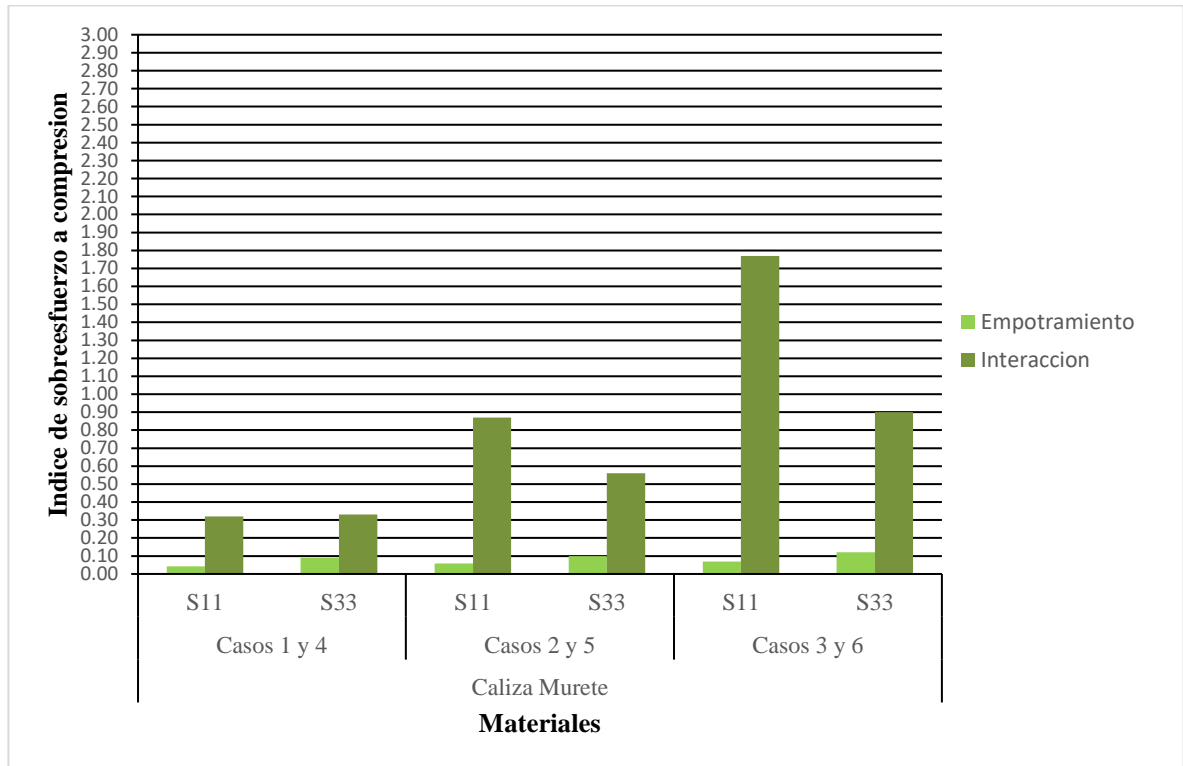


Ilustración 73. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Además, se puede ver como para los esfuerzos de compresión y tracción evaluados los efectos sobre el material son mayores en la dirección S11, es decir que para las condiciones establecidas y ante la ocurrencia de los sismos de diseño se espera que para el material primen las fallas en el sentido horizontal, siendo más desfavorables los esfuerzos de tracción y cortante. Como era de esperarse, las inclusiones de los dos sismos de diseño provocan un aumento considerable en las concentraciones de los esfuerzos y por ende en los valores de los índices obtenidos.

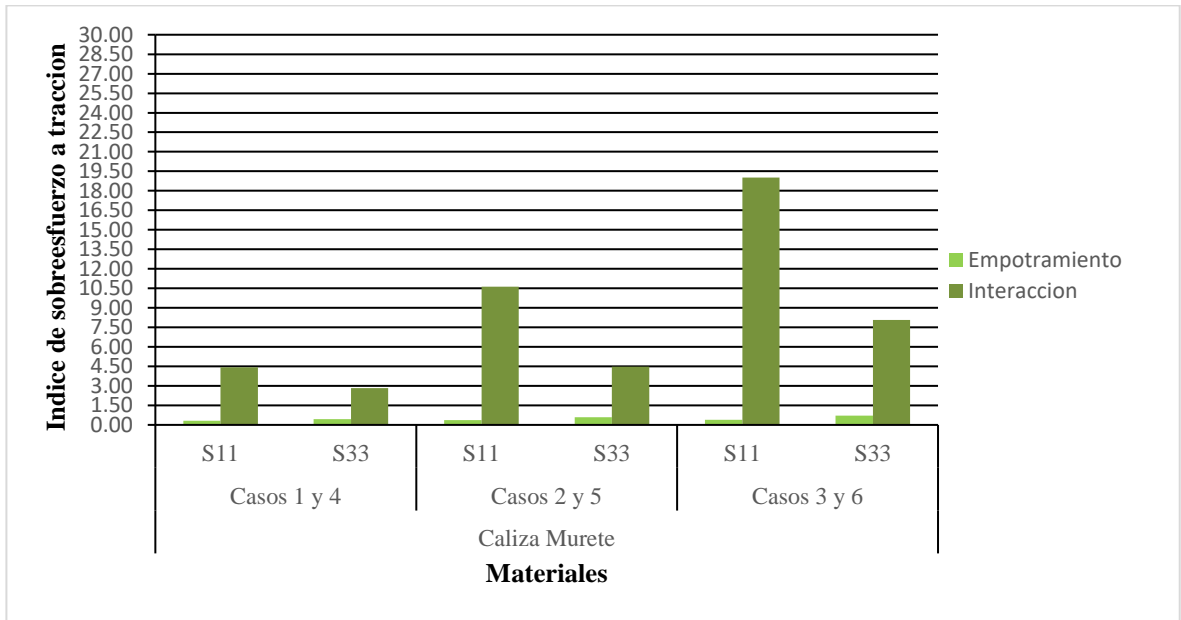


Ilustración 74. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

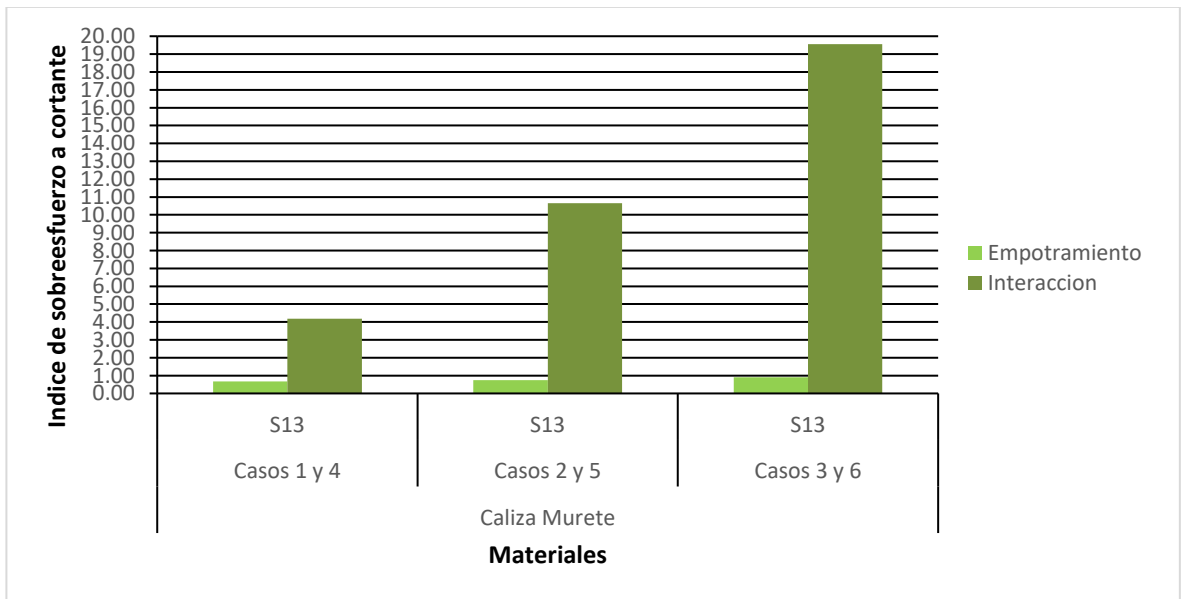


Ilustración 75. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 27

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, concreto colonial- Muro Externo.

COMPRESION						
Concreto Colonial						
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	0,97	2,01	2,10	2,50	3,49	3,56
Interacción	1,95	1,62	3,75	1,89	5,95	2,46

TRACCIÓN						
Concreto Colonial						
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	5,67	9,07	15,25	9,67	29,48	27,70
Interacción	15,78	9,64	27,26	19,33	37,08	27,44

CORTANTE			
Concreto Colonial			
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S13	S13	S13
Empotramiento	8,66	13,00	22,45
Interacción	16,74	19,58	26,36

Nota: Berrocal, A. (2016).

El concreto colonial es sin duda alguna el material más desfavorable, la baja resistencia obtenida para el material con los distintos ensayos hace que al ser los esfuerzos potencialmente mayores, los valores de índices se incrementen (Tabla 27). Anteriormente, se mencionó como una condición de confinamiento le confiere a este material una mayor resistencia; en el caso particular del muro externo, conformado en su totalidad por concreto colonial no existen elementos u otro material que brinde soporte, lo que genera la aparición de índices mayores a la unidad, incluso para compresión en los casos de empotramiento. Las Ilustraciones 76, 77 y 78, muestran a través de diagramas de barra, la diferencia entre los dos casos considerados para la cimentación (Empotramiento e interacción suelo-estructura).

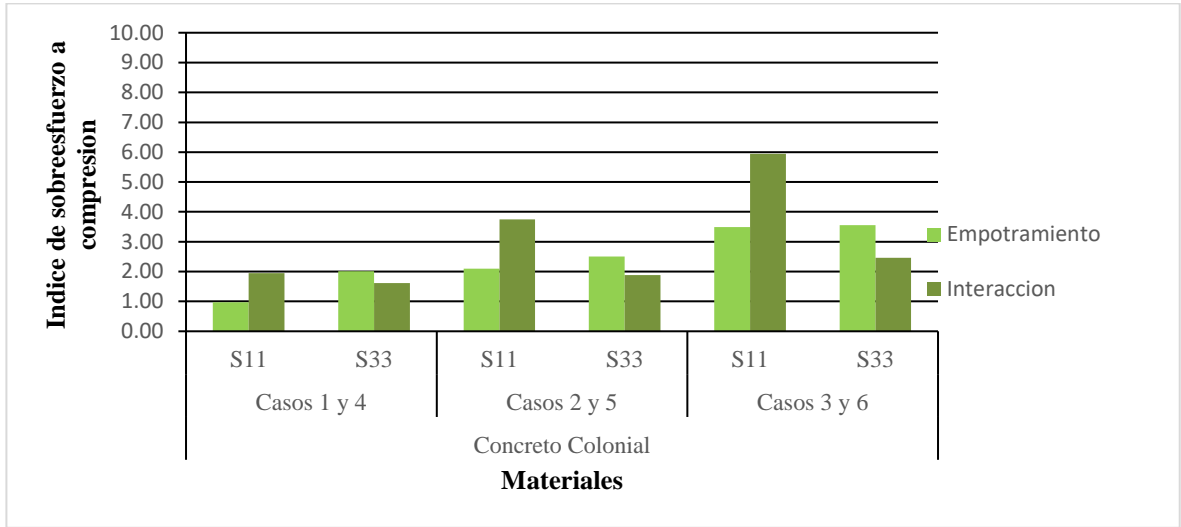


Ilustración 76. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].

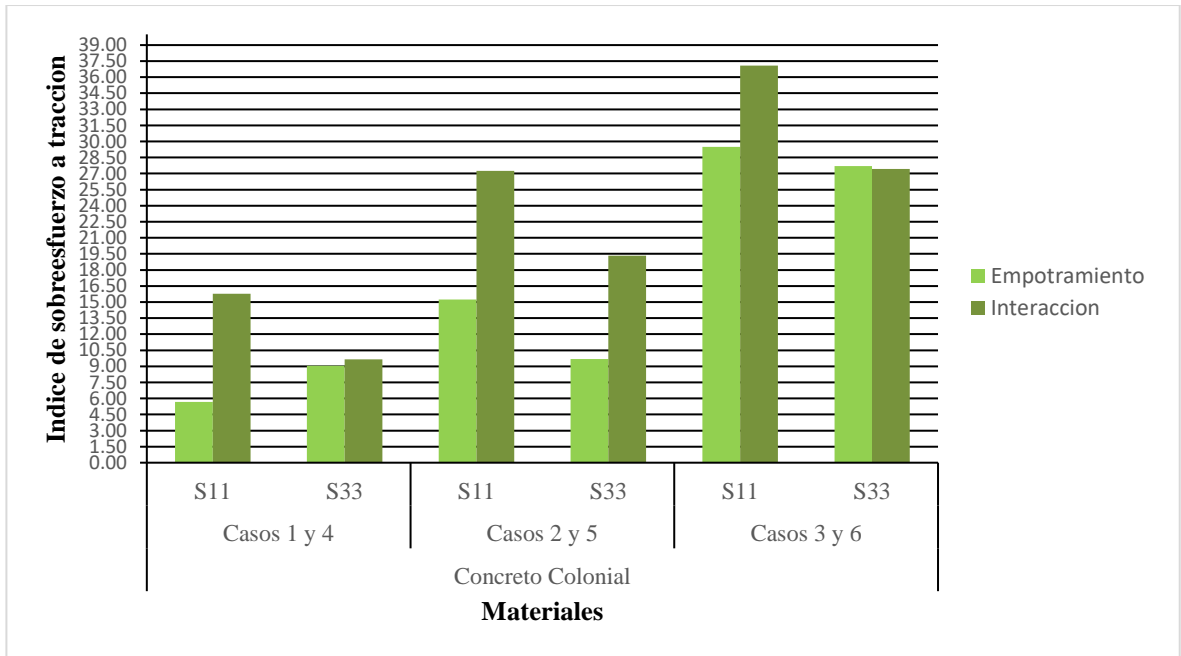


Ilustración 77. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].

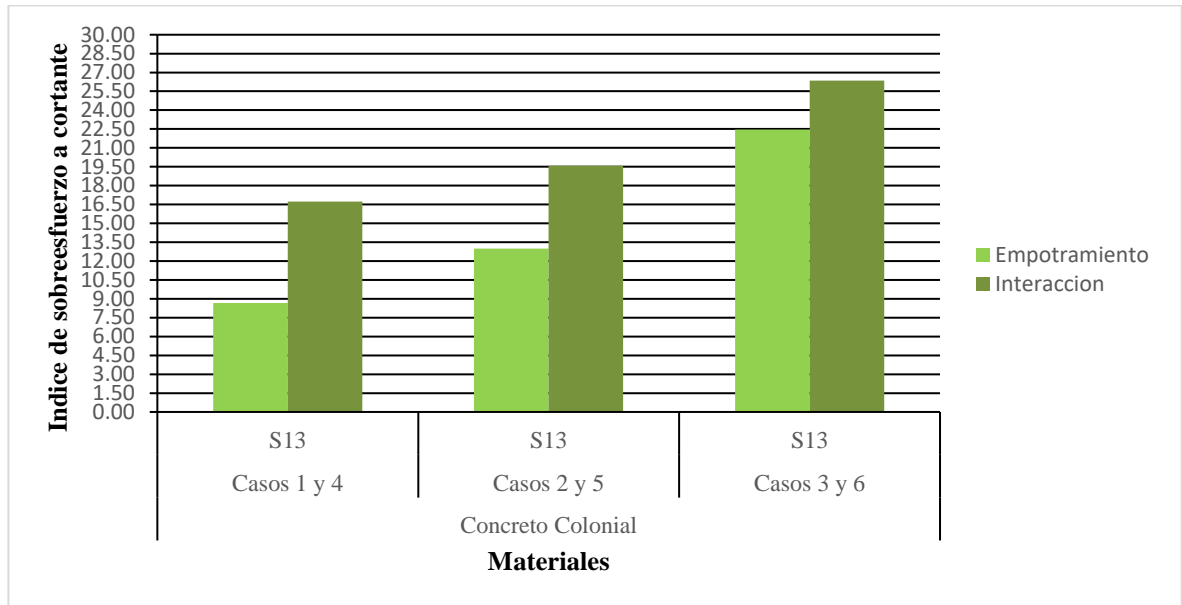


Ilustración 78. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].

En el caso inmediatamente anterior, se pudo establecer una tendencia respecto a la dirección de falla de los materiales para los esfuerzos de tracción y compresión, sin embargo, en este material, para los esfuerzos de compresión se observa que en los elementos primarían las fallas en sentido vertical, cuando se considera la estructura *empotrada*; mientras que, para la *interacción suelo-estructura*, los mayores valores se darían en la dirección S33, por lo que se esperaría que ante la combinación de las condiciones de diseño, primen las fallas en dirección horizontal. Los esfuerzos de tracción por su parte no muestran una tendencia específica respecto a la dirección de falla; estos resultados pueden explicarse en la heterogeneidad del material, haciendo más complicado determinar su comportamiento. Finalmente, los esfuerzos de corte son mayores para la condición de interacción suelo-estructura, tal como era de esperarse.

Tabla 28.

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas.

COMPRESIÓN												
	Ladrillo						Caliza Pañete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,14	0,07	0,18	0,09	0,23	0,13	0,20	0,06	0,14	0,05	0,20	0,07
Interacción	0,12	0,10	0,34	0,16	0,45	0,20	0,28	0,12	0,23	0,26	0,57	0,32

TRACCIÓN												
	Ladrillo						Caliza Pañete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,44	0,55	0,80	1,00	1,27	1,45	0,28	0,36	0,07	0,08	0,59	0,21
Interacción	0,55	0,73	2,63	1,29	4,78	1,71	1,20	2,14	2,38	2,93	3,97	3,73

CORTANTE						
	Ladrillo			Caliza Pañete		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12	S12	S12	S12
Empotramiento	0,76	1,30	2,02	0,59	0,73	2,02
Interacción	1,32	3,17	4,72	2,61	0,93	5,69

Nota: Berrocal, A. (2016).

De la *Tabla 28* se concluye que, en términos generales, ambos materiales presentan un comportamiento aceptable al considerarse la condición de empotramiento; se observan valores de sobre esfuerzos menores a la unidad incluso para los casos donde se incluyen sismos en el análisis. Acorde con los resultados, los materiales trabajan perfectamente para cualquiera de las condiciones consideradas a esfuerzos de compresión; mientras que los esfuerzos de tracción y cortante sobrepasan el valor de seguridad al considerar la *interacción suelo-estructura*. Como era de suponer, la caliza al poseer mayor resistencia muestra un mejor comportamiento. Ver *Ilustraciones 79, 80 y 81*.

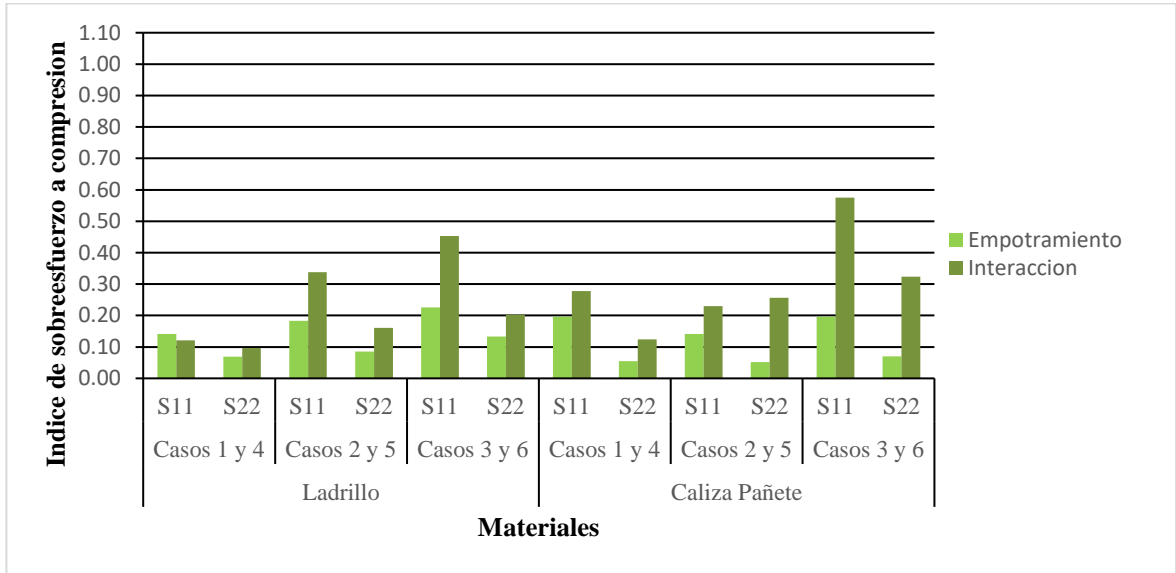


Ilustración 79. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

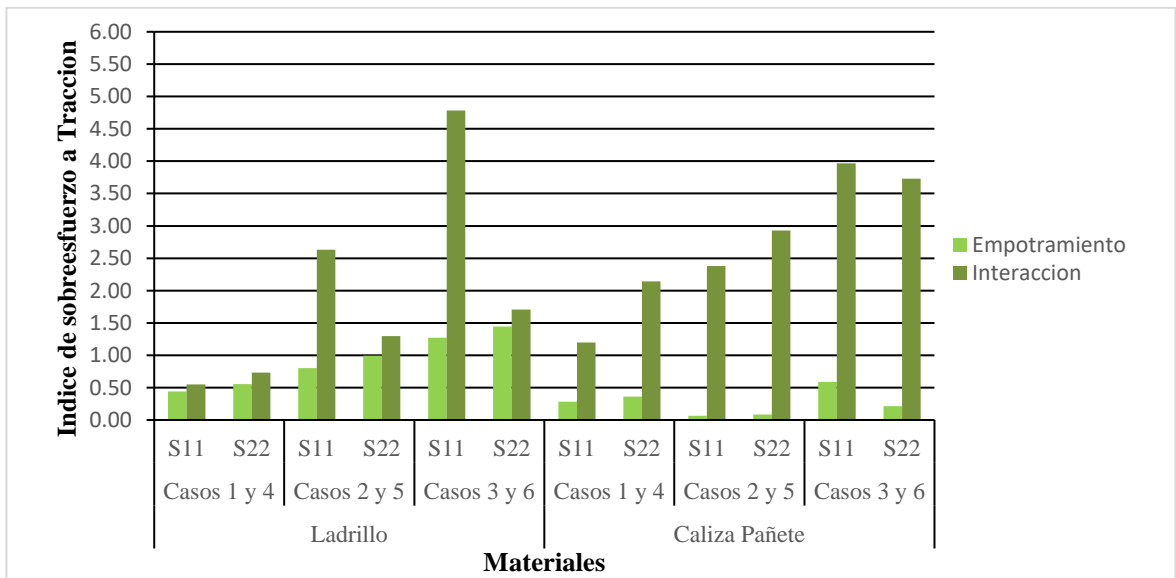


Ilustración 80. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

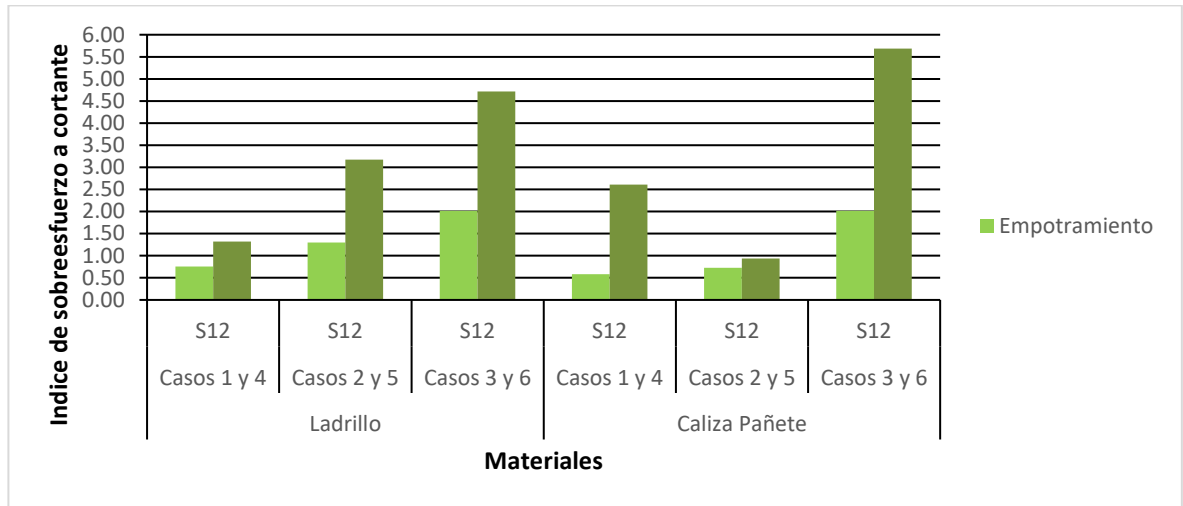


Ilustración 81. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 29

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo y concreto colonial- Rampa.

COMPRESIÓN												
	Ladrillo						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,30	0,06	0,07	0,10	0,10	0,11	0,20	0,21	0,20	0,29	0,30	0,32
Interacción	1,49	0,75	2,11	1,13	2,84	1,59	1,24	0,75	1,49	0,97	1,87	1,54

TRACCIÓN												
	Ladrillo						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,44	0,55	0,88	1,28	1,41	1,45	2,82	2,31	2,98	1,83	3,14	1,99
Interacción	7,75	6,90	11,6	8,81	16,33	11,3	21,78	13,2	26,46	14,45	33,6	16,2

CORTANTE						
	Ladrillo			Concreto Colonial		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12	S12	S12	S12
Empotramiento	0,72	1,30	1,20	1,30	1,59	1,66
Interacción	13,31	19,75	28,52	13,70	10,62	12,88

Nota: Berrocal, A. (2016).

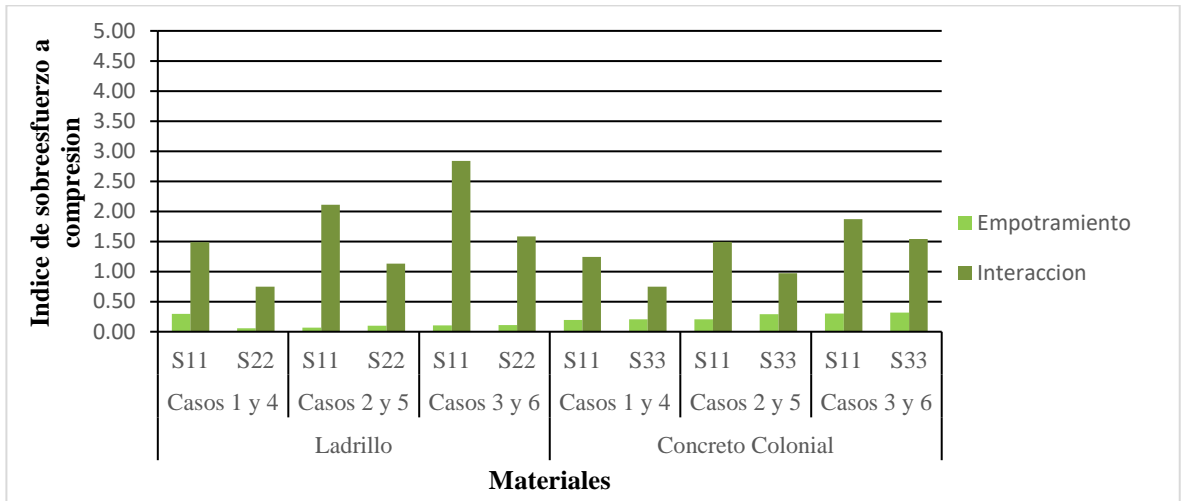


Ilustración 82. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

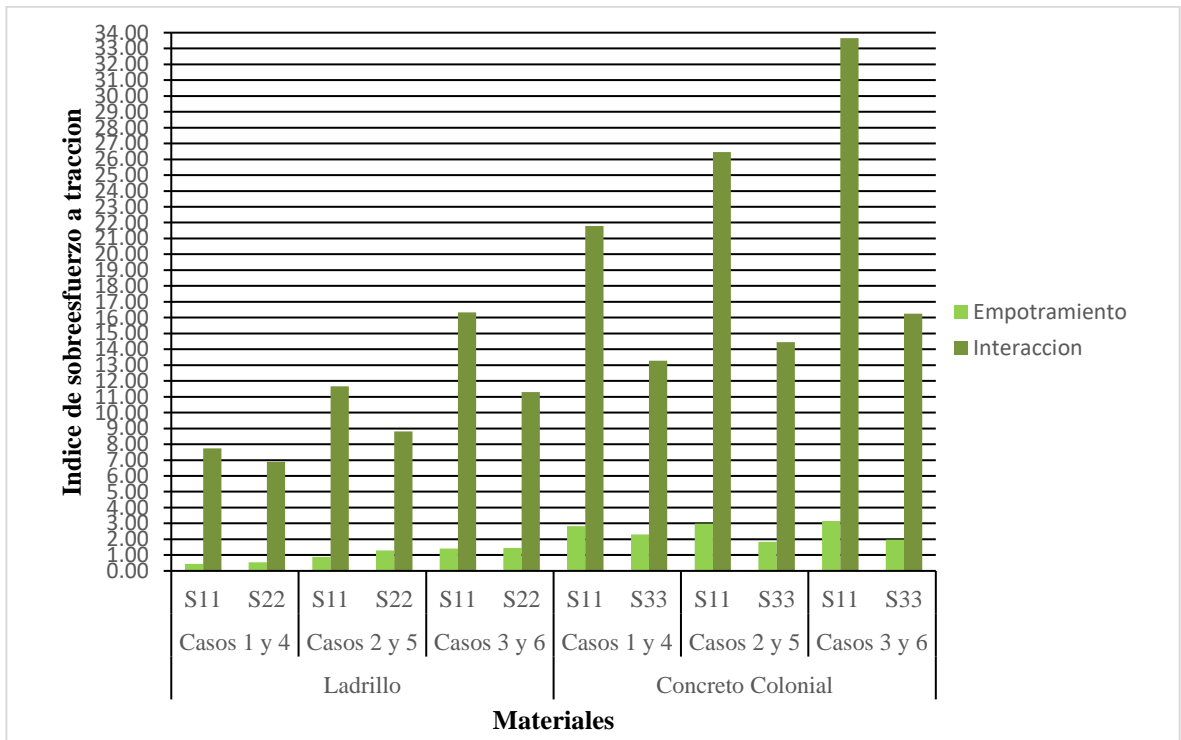


Ilustración 83. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

La *Tabla 29* muestra los valores de índices de sobreesfuerzos obtenidos para los dos materiales que conforman la rampa; es claro que, para la condición de interacción suelo- estructura, ambos materiales presentan sobreesfuerzos incluso en el Caso 1 de análisis, donde se consideran solo las cargas verticales, el empuje lateral del suelo y el oleaje; al comparar el comportamiento de ambos materiales se observa que el más desfavorable es el concreto colonial. Es importante anotar que en comparación con otras zonas el ladrillo muestra un comportamiento más desfavorable en la rampa debido a la transmisión de esfuerzos entre este último y el concreto colonial. A diferencia del muro externo en esta zona el concreto se encuentra confinado, aquí se muestra que hay una tendencia en su comportamiento ante los esfuerzos de tracción y compresión, puesto que, para ambos materiales, los esfuerzos presentados en la dirección S11 son mayores que en la dirección S33, lo que implica que para las condiciones establecidas se esperaría que, ante la combinación de los efectos, primen las fallas en dirección horizontal. Ver *Ilustraciones 82, 83 y 84*.

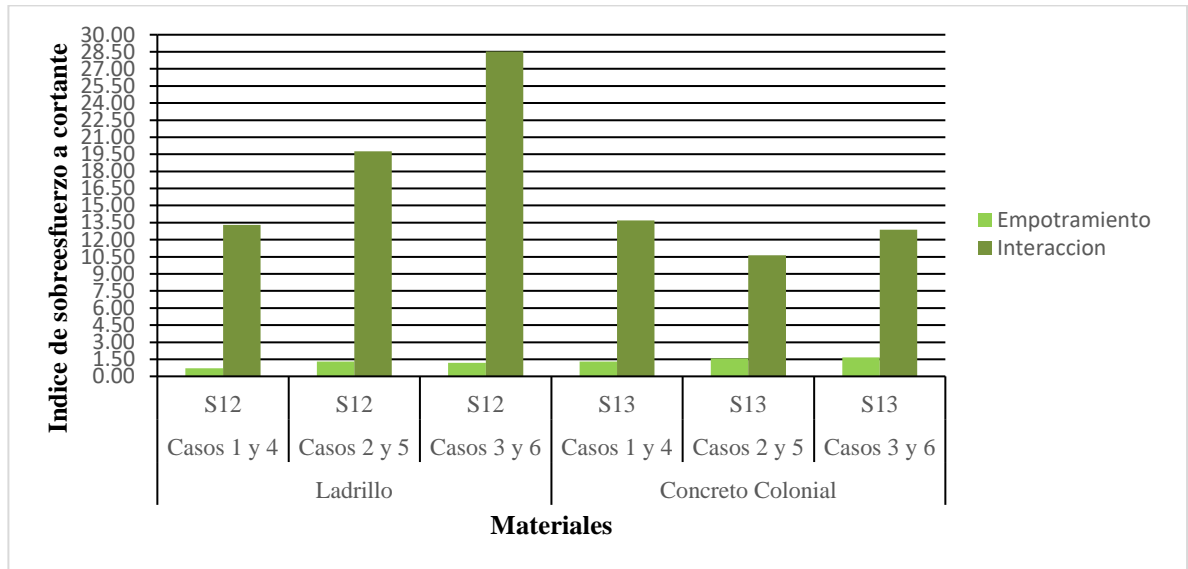


Ilustración 84. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 30

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, caliza murete y concreto colonial- Escarpa.

COMPRESIÓN

	Caliza Murete						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	0,18	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	0,18
Interacción	0,21	0,18	0,39	0,28	0,56	0,42	0,21	0,18	0,39	0,28	0,56	0,42

TRACCIÓN

	Caliza Murete						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,74	1,29	1,34	1,77	2,06	2,33	0,74	1,29	1,34	1,77	2,06	2,33
Interacción	1,09	2,28	3,26	3,78	4,80	5,66	1,09	2,28	3,26	3,78	4,80	5,66

CORTANTE

	Ladrillo			Concreto Colonial		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12	S12	S12	S12
Empotramiento	0,86	1,17	1,60	0,86	1,17	1,60
Interacción	2,43	3,37	4,67	2,43	3,37	4,67

Nota: Berrocal, A. (2016).

Al considerar el comportamiento de los materiales individualmente y comparar los valores de índices obtenidos en la escarpa, con los de otras zonas, se evidencia como al estar confinado los valores de sobreesfuerzo para el concreto colonial son menores; mientras que, para los muretes de caliza, sucede exactamente lo contrario, dado que, por la interacción entre ambos materiales, este termina asumiendo parte de los esfuerzos generados en el concreto colonial. Ambos materiales funcionan excelentes antes los esfuerzos de compresión bajo cualquier condición de análisis. Como ya se ha visto anteriormente, al igual que en otras zonas los esfuerzos de tracción y cortantes son los que mayores concentraciones poseen y se encuentran potenciado los efectos de los mismos bajo la consideración *interacción suelo-estructura* (Tabla 30).

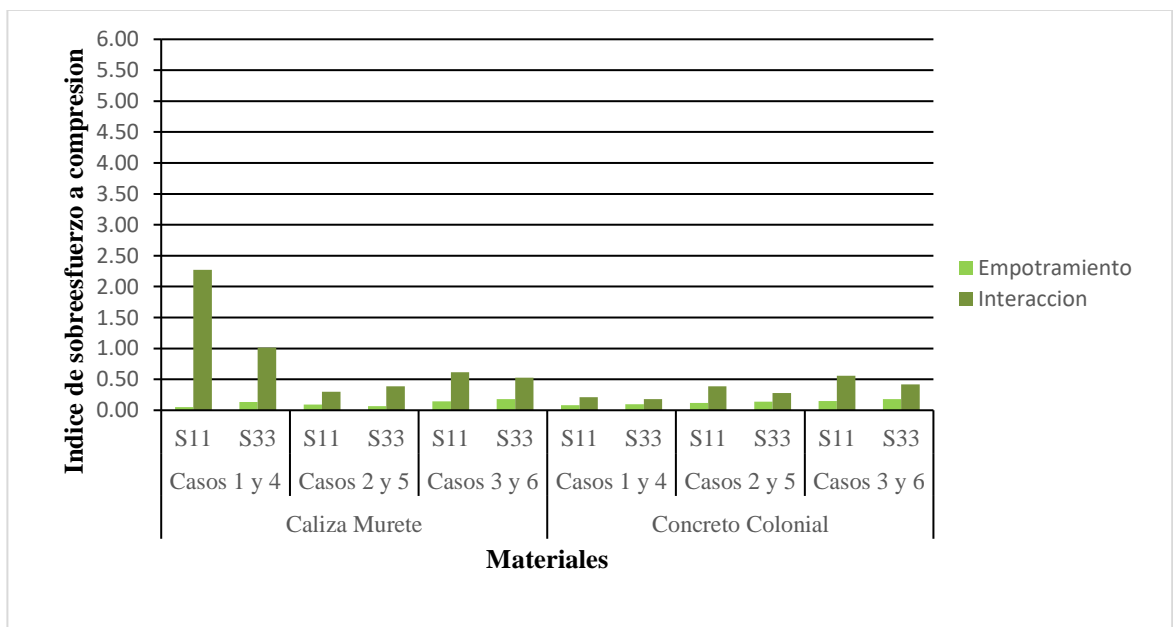


Ilustración 85. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete y concreto colonial-Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

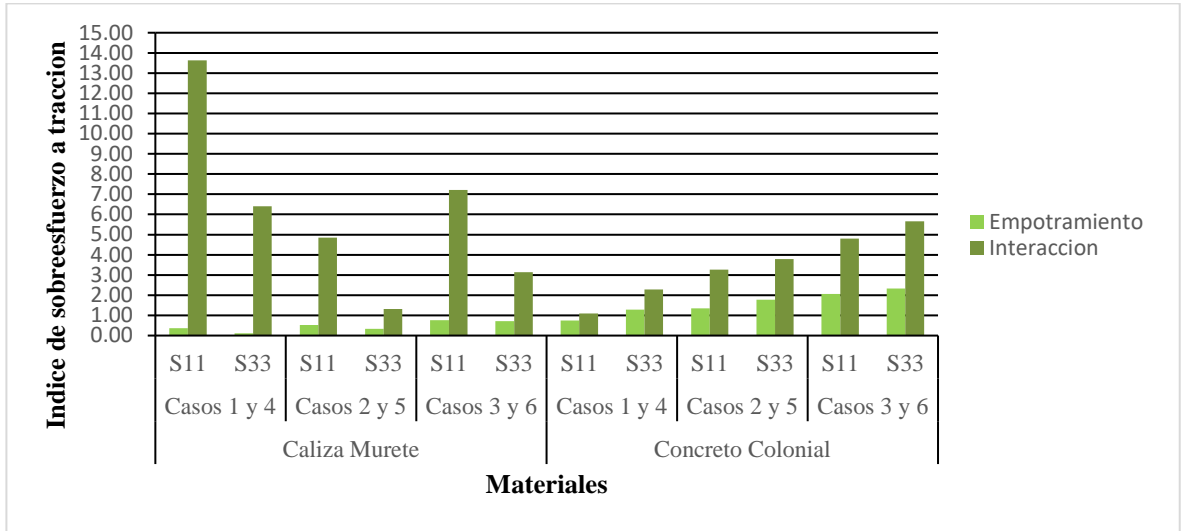


Ilustración 86. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

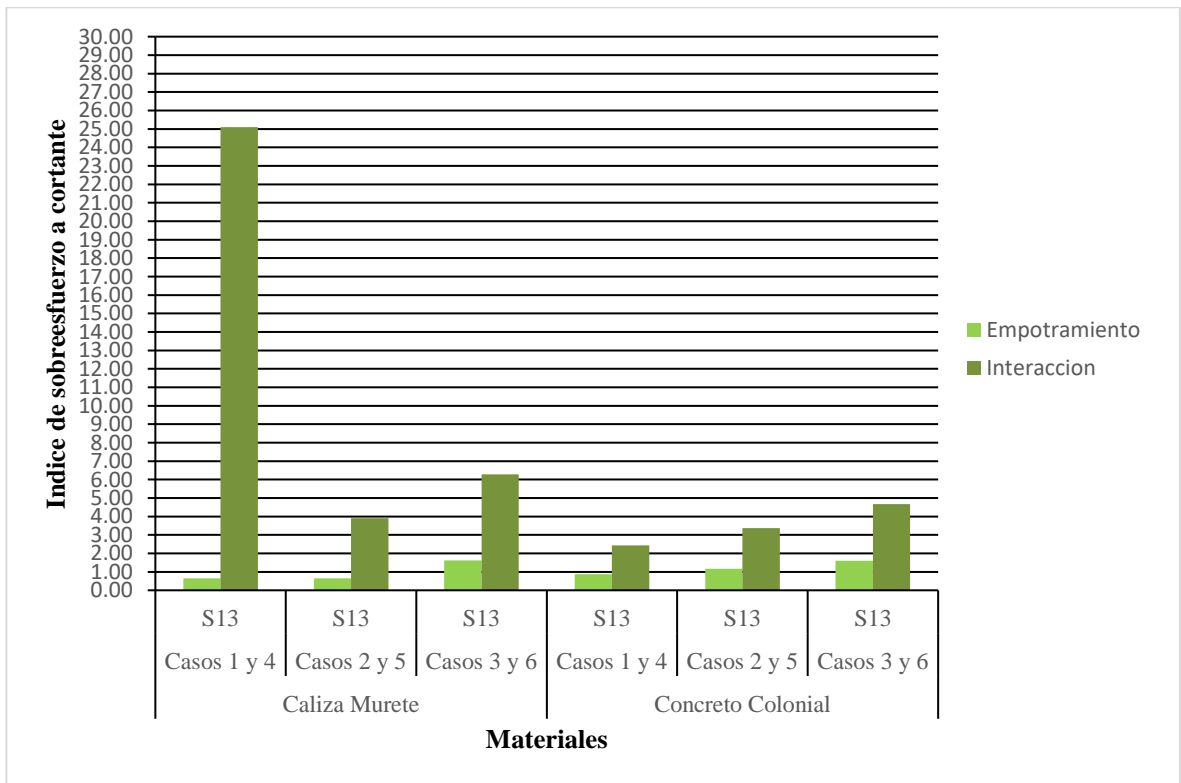


Ilustración 87. Comparación de casos para los esfuerzos a cortante, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Las *Ilustraciones 85, 86 y 87*, permiten apreciar como son los muretes de caliza los que asumen para los tres tipos de esfuerzos, gran porcentaje de los mismos, lo anterior se ve reflejado en los valores bajos de sobreesfuerzo del concreto colonial en comparación con la caliza.

VII.1.2 Fuerte San Fernando de Bocachica

En el caso del Fuerte San Fernando de Bocachica, la verificación de la participación de masa superior al 90% requirió considerar 1200 modos de vibración al modelarlo, tal como se muestra en la (*Tabla 31*). El peso de la estructura utilizado en los cálculos fue de 29819,47 toneladas.

La determinación de los espectros de diseño para las dos condiciones evaluadas de la cimentación, permitió realizar un análisis sísmico dinámico espectral, y obtener los valores de cortantes basales para la estructura como se muestra en la (*Tabla 32*), esto con el fin de determinar un factor de ajuste de la gravedad según lo descrito en el reglamento. Al igual que en el Fuerte- Batería de San José, la tabla muestra como las fuerzas de inercia horizontales que un sismo produciría a la edificación, serán mayores para la condición de seguridad equivalente al de una estructura nueva; esto implica que al diseñar para esta condición se estará considerando la condición más crítica de la estructura.

Tabla 31.

Participación de masa de la estructura.

Modo	Periodo	UX	UY	Sum(UX)	Sum(UY)
1	0,248429	0,000357	0,006979	0	0,000357
2	0,211343	0,000723	2,245E-14	3,195E-08	0,00108
3	0,173381	0,000056	0,007304	2,577E-15	0,001136
4	0,162358	0,000322	0,017641	0,000024	0,001458
5	0,160372	8,509E-07	0,000967	0,000007066	0,001458
6	0,144134	0,002662	0,018732	0,000014	0,004121
7	0,13229	0,018721	0,000289	0,000015	0,022841
.
.
.
1195	0,022495	0,000000294	3,496E-08	0,000007478	0,88781
1196	0,022485	0,000023	1,785E-07	1,661E-14	0,887834
1197	0,022473	0,00008	2,096E-09	0,000014	0,887914
1197	0,022466	0,000003583	0,000149	0,000301	0,887918
1198	0,022457	0,000022	0,000107	0,000477	0,88794
1199	0,022449	0,000038	0,000006501	9,956E-07	0,887978
1200	0,022495	0,000000294	3,496E-08	0,000007478	0,88781

Nota: Berrocal, A. (2016).

Tabla 32.

Valores del cortante en la base para ambas consideraciones de diseño.

DIRECCIÓN	V_s (Estático)	V_t (Dinámico)	$\alpha = 0,8V_s/V_t$
Sismo con nivel de seguridad limitada			
X	11927,79 Ton	2426,97 Ton	3,93
Y	11927,79 Ton	2209,08 Ton	4,32
Sismo con nivel de seguridad equivalente al de una estructura nueva			
X	11927,79 Ton	4853,93 Ton	1,97
Y	11927,79 Ton	4418,16 Ton	2,15

Nota: Berrocal, A. (2016).

La Discretización del modelo permitió identificar zonas con afectaciones importantes (*Ilustración 88*), estas se modelaron por separado y se establecieron los índices de sobre esfuerzo para ambas condiciones de la cimentación.

Las *Tablas 33 y 34*, resumen los resultados obtenidos para los índices de sobre esfuerzos por zonas en el Fuerte San Fernando de Bocachica.

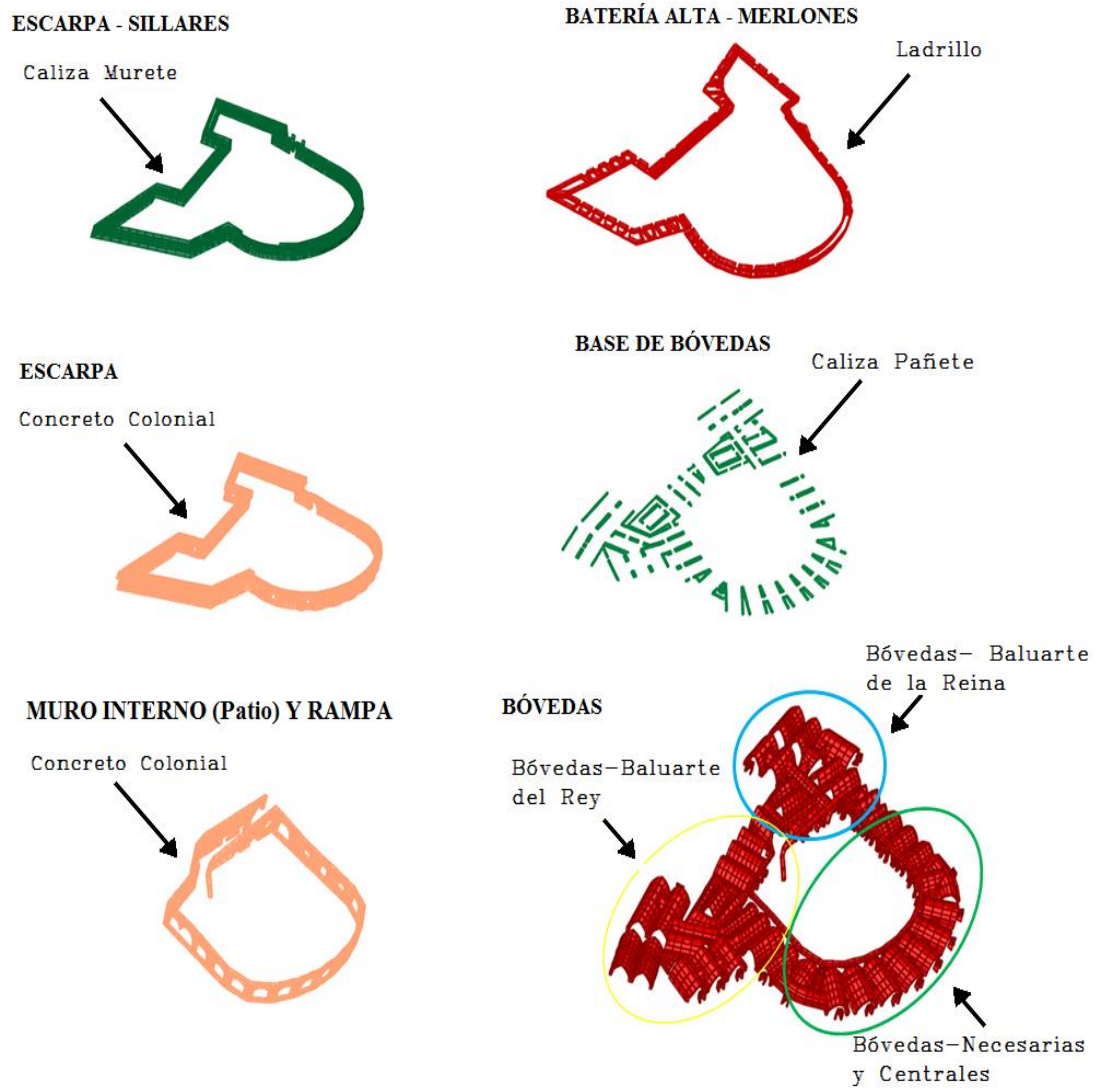


Ilustración 88. Elementos de la estructura modelados de forma independiente Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2016) [Ilustración].

Tabla 33.
Índices de sobreesfuerzo Estructura Empotrada Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
ESCARPA (Caliza Murete) SILLARES		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,12	0,22	0,15	0,22	0,19	0,26
	Tracción	1,52	1,20	1,59	1,35	1,78	1,71
	Cortante	S13		S13		S13	
		2,98		1,69		2,33	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,22	0,54	0,29	0,71	0,37	0,88
	Tracción	1,26	1,93	2,85	1,96	3,23	2,07
	Cortante	S13		S13		S13	
		2,68		367		4,67	
MURO INTERNO PATIO Y RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,29	0,28	0,34	0,33	0,39	0,37
	Tracción	2,41	2,34	2,66	2,78	3,32	3,23
	Cortante	S13		S13		S13	
		1,84		2,10		2,6	
BATERÍA ALTA- MERLONES (ladrillos)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,26	0,40	0,32	0,49	0,39	0,58
	Tracción	3,49	3,61	3,92	4,48	4,35	5,36
	Cortante	S13		S13		S13	
		6,28		6,87		7,79	
BASE DE BÓVEDAS (Caliza pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0.19	0.51	0.26	0.68	0.4	0.85
	Tracción	1.41	3.50	2.07	5.47	2.77	7.44
	Cortante	S12		S12		S12	
		2.34		2.83		3.54	
BÓVEDAS- BALUARTE DEL REY (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,32	0,38	0,35	0,46	0,38	0,56
	Tracción	3,14	5,47	3,51	6,91	3,88	8,35
	Cortante	S12		S12		S12	
		3,42		3,98		4,75	
BÓVEDAS- BALUARTE DE LA REINA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,21	0,39	0,27	0,46	0,32	0,53
	Tracción	2,53	2,49	3,29	3,33	4,04	3,39
	Cortante	S12		S12		S12	
		3,49		4,09		4,69	
BÓVEDAS- HERRADURA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,19	0,28	0,25	0,44	0,31	0,52
	Tracción	2,37	3,30	3,0	3,77	3,64	4,24
	Cortante	S12		S12		S12	
		2,15		3,97		5.12	

Nota: Berrocal, A. (2016).

Tabla 34
 Índices de sobreesfuerzo interacción Suelo-Estructura (Resortes).

ZONA	ESFUERZO	CASO 4		CASO 5		CASO 6	
ESCARPA (Caliza Murete) SILLARES		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,21	0,28	0,23	0,30	0,35	0,29
	Tracción	3,63	1,88	4,08	2,13	4,59	3,30
	Cortante	S13		S13		S13	
		2,37		2,81		4,15	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	2,05	0,87	2,35	0,89	2,63	0,91
	Tracción	8,89	8,05	9,98	9,28	11,02	10,68
	Cortante	S13		S13		S13	
		4,88		5,39		5,93	
MURO INTERNO PATIO Y RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,28	0,55	0,40	0,61	0,58	0,67
	Tracción	1,03	0,49	8,54	4,22	10,39	5,30
	Cortante	S13		S13		S13	
		3,17		3,52		4,27	
BATERÍA ALTA- MERLONES (ladrillos)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	0,85	0,38	0,95	0,44	1,05	0,49
	Tracción	12,18	3,37	13,26	3,65	14,77	3,94
	Cortante	S13		S13		S13	
		6,28		10,56		13,0	
BASE DE BÓVEDAS (Caliza pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,49	0,96	0,53	1,28	0,98	2,44
	Tracción	7,08	6,59	8,15	9,10	14,53	21,30
	Cortante	S12		S12		S12	
		7,20		11,86		24,49	
BÓVEDAS- BALUARTE DEL REY (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,34	0,43	0,40	0,57	0,44	0,75
	Tracción	4,03	10,51	4,78	11,80	5,44	12,94
	Cortante	S12		S12		S12	
		6,90		7,98		9,07	
BÓVEDAS- BALUARTE DE LA REINA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,28	0,59	0,37	0,74	0,47	0,96
	Tracción	5,51	10,08	5,89	10,75	6,21	11,46
	Cortante	S12		S12		S12	
		6,04		6,18		6,80	
BÓVEDAS- HERRADURA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	0,24	0,31	0,27	0,45	0,33	0,50
	Tracción	2,86	2,60	4,02	5,36	5,50	6,16
	Cortante	S12		S12		S12	
		3,69		3,99		5,03	

Nota: Berrocal, A. (2016).

- Caso 1. Condición de empotramiento.

Al considerar únicamente las fuerzas no sísmicas en condiciones de empotramiento, se encontró que todos los elementos tienen índices de sobreesfuerzos a la compresión inferiores a la unidad, lo que significa que todos los materiales presentan buen comportamiento ante estos esfuerzos. En el caso de los esfuerzos de tracción y cortante, los diagramas de índices de sobre esfuerzo muestran valores superiores a la unidad en todos los materiales, presentándose los de mayor valor en la batería baja- merlones, cuyo material es el ladrillo. En términos generales se puede afirmar que la mayoría de las patologías evidenciadas en el registro fotográfico, son causadas por este tipo de esfuerzos (tracción y cortantes) *Ilustración 89*. Sin embargo, bajo las condiciones de análisis no se pueden explicar las patologías encontradas en zonas como las de las necesarias, que se analizarán más adelante.

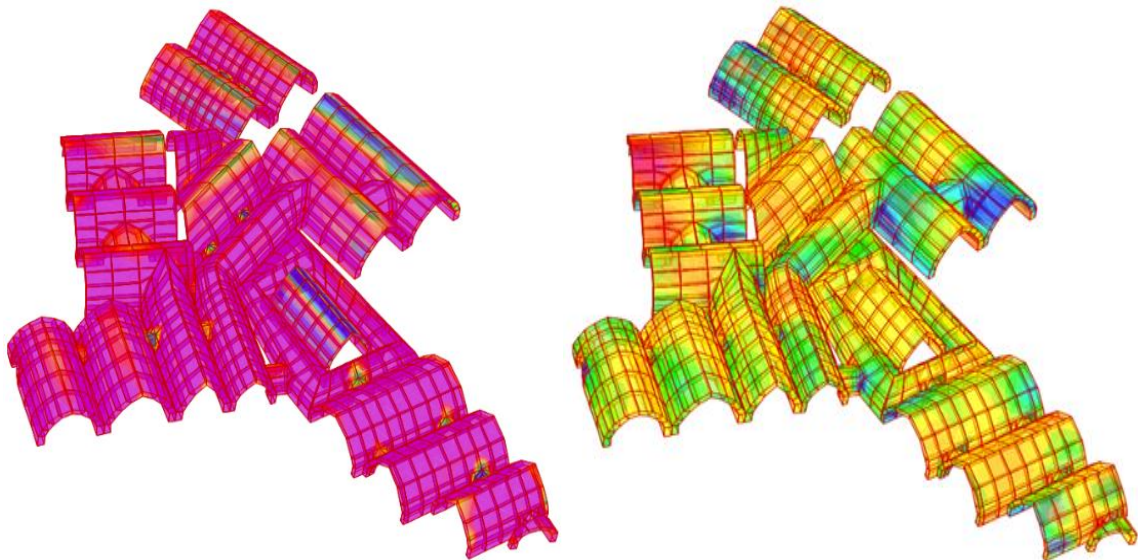


Ilustración 89. En el diagrama se muestra la concentración de esfuerzos en las bóvedas de la zona del Baluarte del Rey. a) Esfuerzo de tracción S22. b) Esfuerzo a cortante S12. La concentración de los esfuerzos coincide con la presencia de fisuras en la parte superior y clave de las bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

- *Caso 2. Condición de empotramiento.*

Este caso muestra que la acción de un sismo con seguridad limitada impuesta a la estructura, produce un aumento en los valores de los índices de sobre esfuerzos para todos los materiales y los tres distintos tipos de esfuerzos. Tanto la *Tabla 33* como los diagramas de índices de sobreesfuerzos (Anexo C) muestran que todos los materiales siguen presentado un excelente comportamiento ante los esfuerzos de compresión, pero los esfuerzos son altos para la tracción y el cortante, y la resistencia de todos los materiales en las distintas zonas de análisis se ve superada por los mismos.

- *Caso 3. Condición de empotramiento.*

Al incluir en el análisis un sismo con seguridad equivalente a una estructura nueva, se encontró que los elementos presentan un buen comportamiento ante los esfuerzos de compresión. En cuanto a los esfuerzos de tracción y cortante, los índices muestran un incremento en los valores de sobreesfuerzos en todas las zonas, inducido por la introducción en el modelo de un sismo equivalente a una estructura nueva; es decir un sismo pleno.

- *Caso 4. Interacción suelo-estructura.*

Al considerar el primer caso de interacción suelo-estructura, donde no se tienen en cuenta los efectos ocasionados por sismos en las estructuras; se evidencia que los materiales siguen presentado un buen comportamiento a la compresión; sin embargo, la interacción entre el suelo y la estructura acentúan la concentración de esfuerzos en las mismas zonas donde los esfuerzos de corte y tracción son causantes de patología. En el Caso 1 se especificó como los

índices de sobreesfuerzos presentados en las diferentes zonas no son las causantes de las patologías evidenciadas en la necesaria y las ventanas troneras aledañas a ella; al considerar la interacción suelo estructura, los diagramas de sobreesfuerzos muestran que para esta última condición no se presentan concentraciones altas en la zona de la necesaria que pueda inducir a la aparición de las grietas que muestran las patologías.

- Caso 5. Interacción suelo-estructura.

Bajo las condiciones de interacción suelo-estructura al aplicar un sismo con seguridad limitada, los materiales siguen mostrando un mejor comportamiento ante esfuerzos de compresión. Al no considerar empotramiento en la cimentación, se observa un incremento en los valores de índices de sobreesfuerzo al compararlo con los obtenidos en el Caso 2. Los esfuerzos de cortante y tracción evidencian que las resistencias de los materiales son superadas por los esfuerzos y que estos evidentemente presentan mal comportamiento ante los mismos.

- Caso 6. Interacción suelo-estructura.

Finalmente se muestra nuevamente un incremento en los valores, que claramente es inducido por el sismo equivalente a una estructura nueva, introducido al modelo.

Al igual que el Fuerte-Batería de San José, la verificación de asentamientos del Fuerte San Fernando de Bocachica se hizo solo para cargas no sísmicas (Caso 4). El máximo asentamiento obtenido fue de 22,66 milímetros. Los valores máximos se ubicaron en bóvedas

ubicadas en el baluarte del Rey. En la *Ilustración 90* se esquematizan los asentamientos. Según el estudio de suelos, el asentamiento calculado es del orden de 22,5 milímetros; es decir, se obtiene un índice de 1,0. Lo anterior explica la aparición de grietas sobre la escarpa en ambos baluartes y en las bóvedas de los mismos; sin embargo, bajo el análisis de asentamiento no se pueden explicar las grietas de mayor tamaño encontradas en la edificación en la zona de las necesarias.

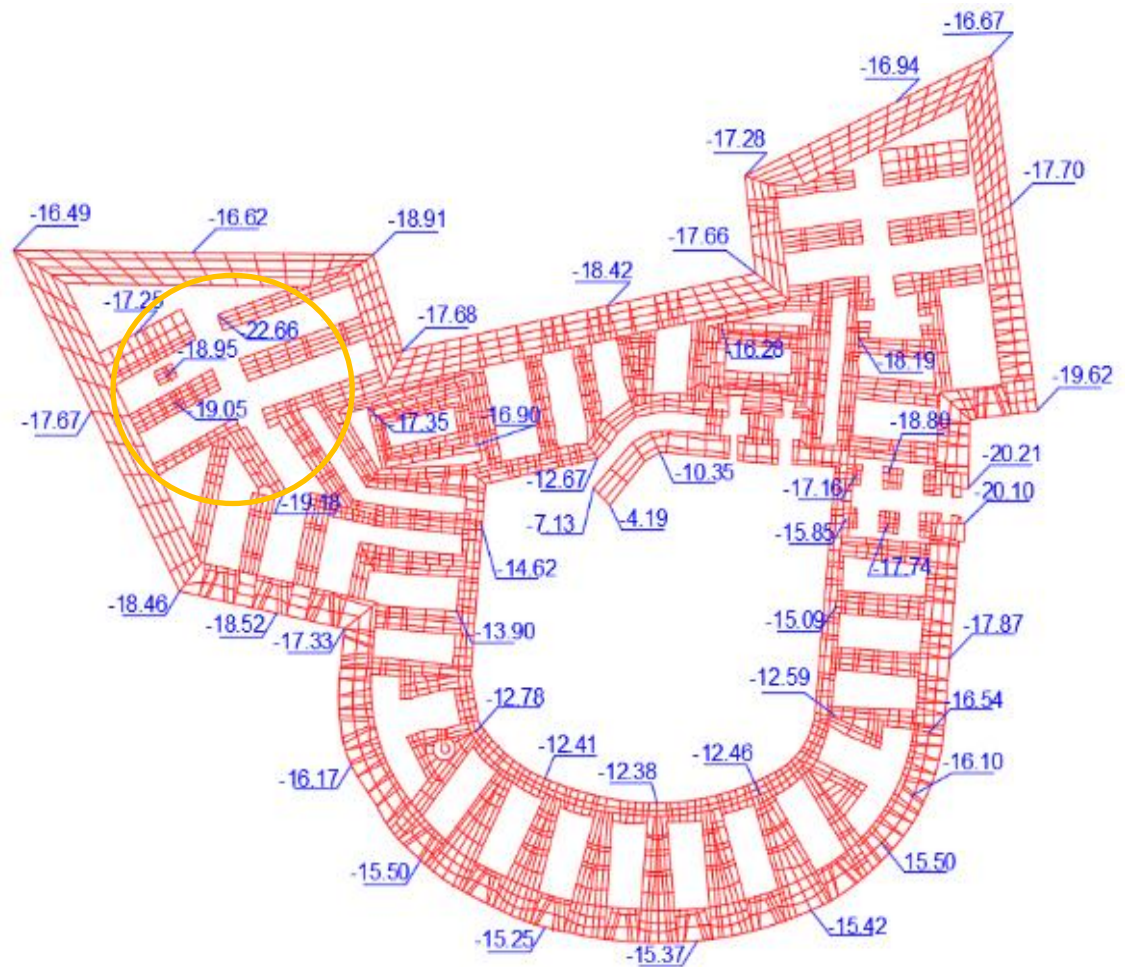


Ilustración 90. Esquema de asentamientos para el Fuerte San Fernando, expresados en milímetros (mm). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

La zona de las necesarias del Fuerte San Fernando supuso un interesante punto en la investigación, como ya se mencionó los análisis realizados no justifican la aparición de las patologías registradas en las fichas. En un análisis estático no lineal realizado en la misma zona por *Paradiso* et al. en el año 2013 se concluyó que la condición de estabilidad de la necesaria mediante un análisis estructural de las dos bóvedas cañoneras que se superponen para formarla, así como un estudio de la estabilidad de la pared circular externa, estaba garantizada; lo anterior coincide con los resultados mostrados en este documento. Sin embargo, era necesario establecer la razón de dichas grietas.

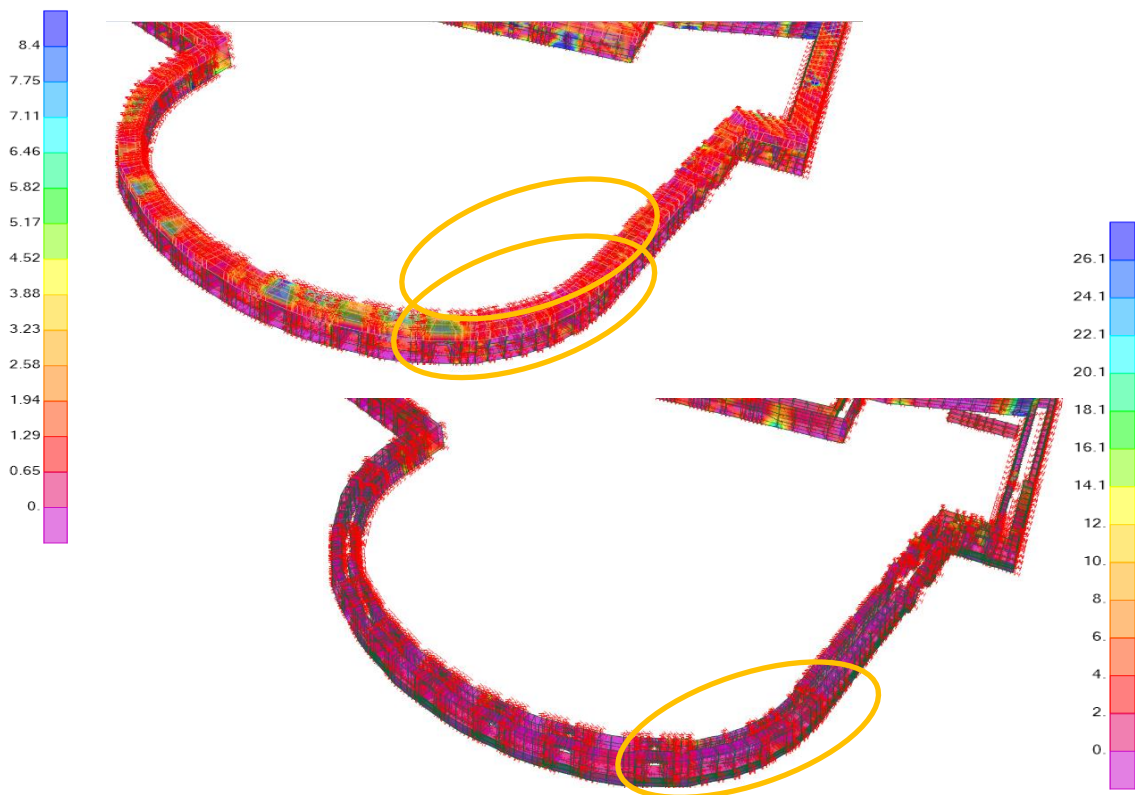


Ilustración 91. Diagramas de sobre-esfuerzos a tracción (S11) mostrados en la necesaria al suprimir del modelo los spring. Escarpa (Concreto colonial y Caliza Murete). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

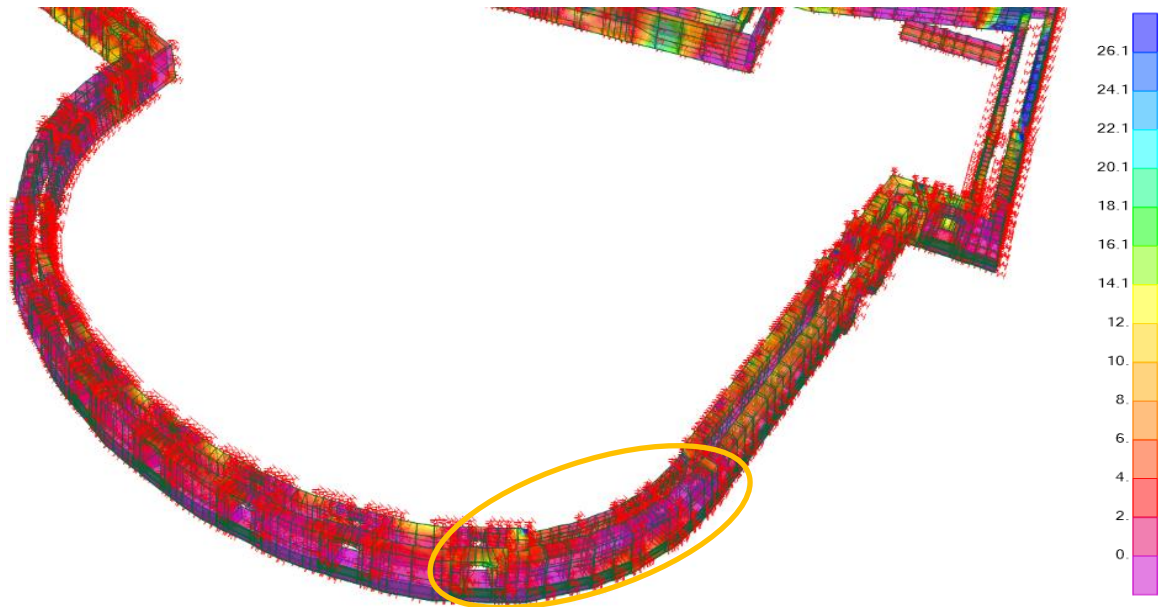


Ilustración 92. Diagramas de sobre-esfuerzos a tracción (S22) mostrados en la necesaria al suprimir del modelo los *spring*. Escarpa (Concreto colonial y Caliza Murete). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

A diferencia del estudio en mención y para efectos del análisis se consideró los primeros 0.60 m de la escarpa en voladizo; el autor consideró inicialmente los procesos de socavación como la causa principal de la aparición de las grietas en la necesaria, esto como se explicó en el Capítulo III, es producto de los efectos del oleaje y los procesos de dragado realizados en su momento para profundizar el lecho marino. Sin embargo, la *Ilustración 91 e Ilustración 92* muestran que al eliminar en el modelo los *spring* que simulan la interacción entre el suelo y la estructura en la zona de la necesaria para simular la pérdida de suelo de soporte; en esfuerzos de tracción, las concentraciones que se presentan no superan las resistencias de los materiales. Caso contrario ocurre para los esfuerzos de corte donde en el sentido S22 se presenta para el concreto colonial, una importante concentración de esfuerzos en la base del

muro (*Ilustración 93*). Lo que lleva a concluir entonces que, la socavación sumada a la geometría de la bóveda, al no trabajar como una única sección compacta, y al poseer formas que buscaban la funcionalidad del sistema de drenaje de los baños, deja ver zonas que al no tener soporte y al tener que sostener gran parte de las cargas por peso del sistema conformado por ambas bóvedas, propicia la aparición de grietas, que *Paradiso et al.* Describe así:

“En la habitación, con vista al mar, se ven claramente varias grietas. Aquí una abertura grande y profunda atraviesa toda la longitud del piso. La grieta continúa hasta la pared exterior y, buscando las zonas más débiles de la mampostería, rompe el borde derecho de la repisa de la ventana. A partir de la piedra angular del arco de la ventana, la grieta se reanuda, rompiendo la piedra angular y provocando así una restricción articular interior, y continua hasta que alcanza el techo abovedado... La grieta penetra en todo el espesor de la pared y, por lo tanto, corresponde a una fisura visible en el exterior de la pared...

La parte del piso, entre la grieta y la pared debajo de la ventana, está muy inclinada hacia a fuera. Aunque la inclinación general del piso se detectó cerca de la parte inferior de la pared (probablemente diseñado de esta manera para dirigir el flujo de agua hacia los desagües) inmediatamente después de esta grieta la decantación es mucho más pronunciada. Una grieta también está presente en la estructura que contiene agujeros que fueron utilizados como “baños”. Esta fisura los corta longitudinalmente y continúa en curva hacia abajo ligeramente y también el borde izquierdo de la repisa de la ventana. En el piso bajo, los asientos inodoros, la falta de material (es decir, tal vez los huecos creados como resultado de la degradación del material o quizás remanentes de drenaje viejos) es tan visible, que se puede ver la fuga de aguas residuales subyacente”. (*Paradiso, et al., 2013*)

Adicionalmente, se realizó una revisión de los asentamientos considerando esta última condición, la *Ilustración 94* muestra las lecturas de los mismos, en ello se puede ver, como era de esperarse, un aumento significativo en los valores de asentamiento para la zona de la

necesaria, lo que significa que la parte de la escarpa que se encuentra en “voladizo” debido a la socavación, al bajarse por acción de su propio peso agrieta el interior de la necesaria.

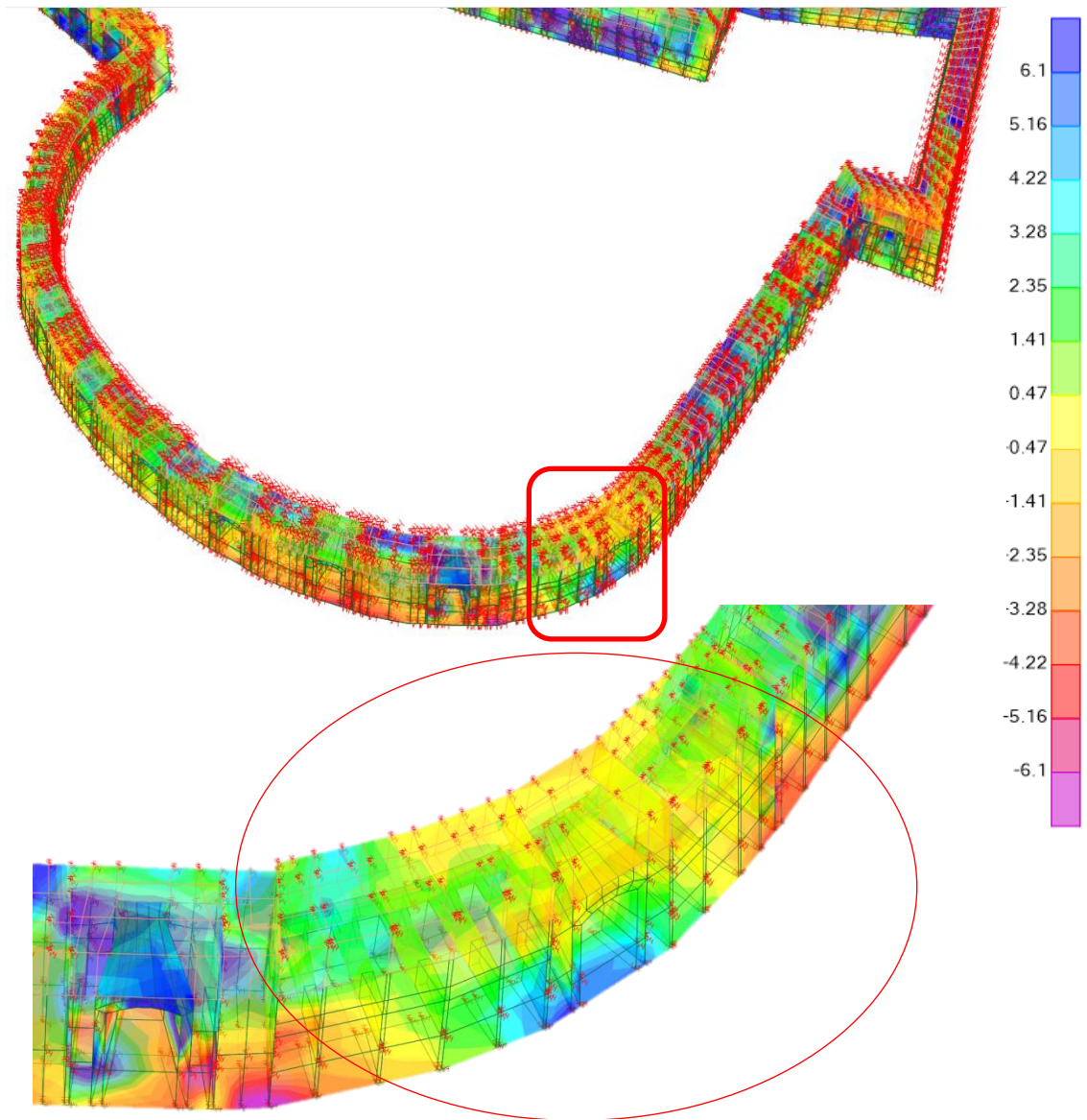


Ilustración 93. Diagramas de sobreesfuerzos que evidencian la concentración de esfuerzos de corte S22 en la zona baja del muro de la Escarpa-Concreto Colonial. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

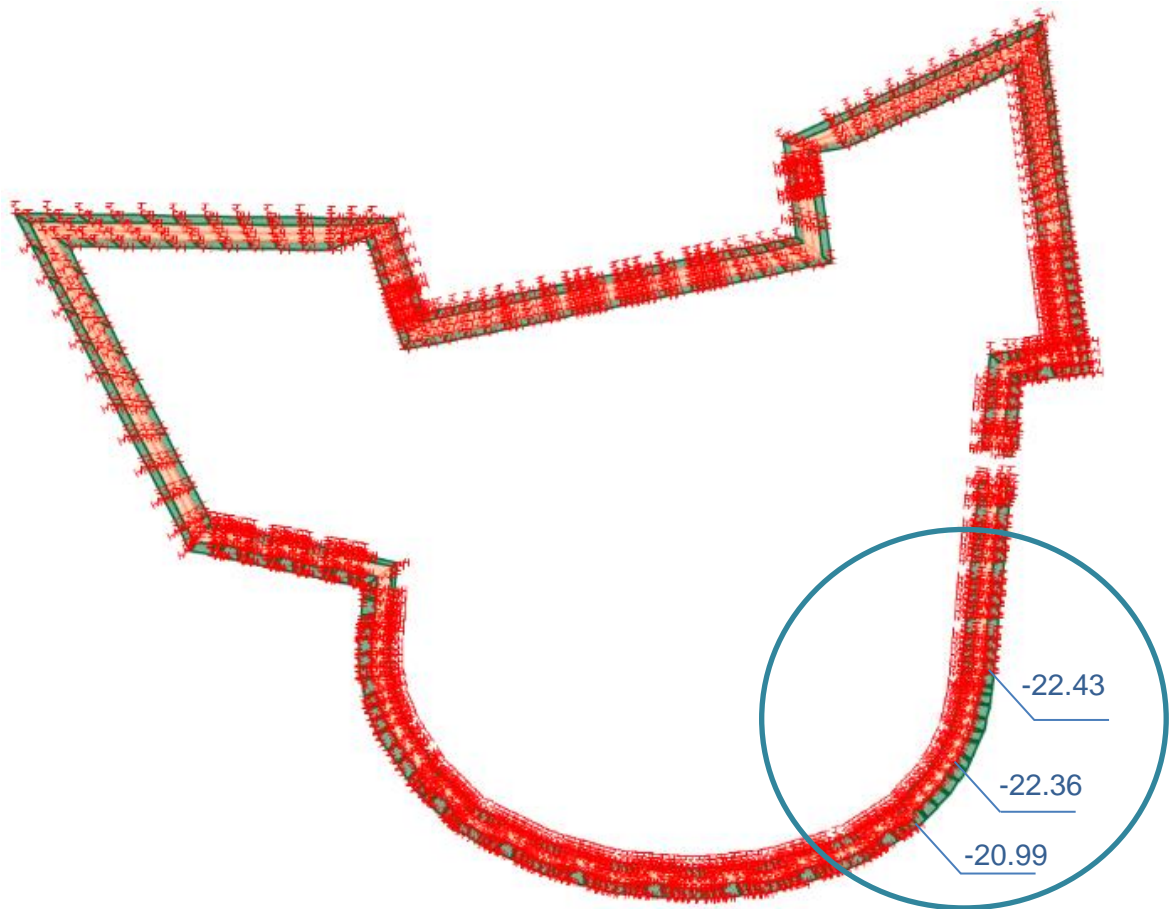


Ilustración 94. Lectura de los asentamientos en la zona de la necesaria. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1

Dado que se realizó un análisis teniendo en cuenta, tres condiciones distintas de solicitaciones impuestas a las edificaciones, para dos consideraciones de la cimentación: empotrada e interacción suelo estructura, es posible establecer comparaciones entre los casos estudiados. A continuación, se presentarán las comparaciones realizadas para cada zona estudiada.

Tabla 35

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, caliza murete y concreto colonial- Escarpa.

COMPRESION												
	Caliza Murete						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	0,12	0,22	0,15	0,22	0,19	0,26	0,22	0,54	0,29	0,71	0,37	0,88
Interacción	0,21	0,28	0,23	0,30	0,35	0,29	2,05	0,87	2,35	0,89	2,63	0,91

TRACCION												
	Caliza Murete						Concreto Colonial					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento	1,52	1,20	1,59	1,35	1,78	0,26	1,26	1,93	2,85	1,96	3,23	2,07
Interacción	3,63	1,88	4,08	2,13	4,59	3,30	8,89	8,05	9,98	9,28	11,02	10,68

CORTANTE						
	Caliza Murete			Concreto Colonial		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S13	S13	S13	S13	S13	S13
Empotramiento	2,98	1,69	2,33	2,68	3,67	4,67
Interacción	2,37	2,81	4,15	4,88	5,39	5,93

Nota: Berrocal, A. (2016).

La *Tabla 35* compara los valores obtenidos para índices de sobreesfuerzos presentados en la zona de la escarpa, tanto para caliza murete como el concreto colonial, se ve claramente que en el caso de los esfuerzos de compresión los materiales muestran el mejor comportamiento, siendo la condición de interacción suelo estructura la que induce la falla a la compresión. Ahora bien, para los esfuerzos de tracción y corte, la *tabla 35* muestra que los esfuerzos que están actuando, superan en algunos casos ampliamente la resistencia del material. Siendo el concreto colonial el material que proporciona la condición más desfavorable

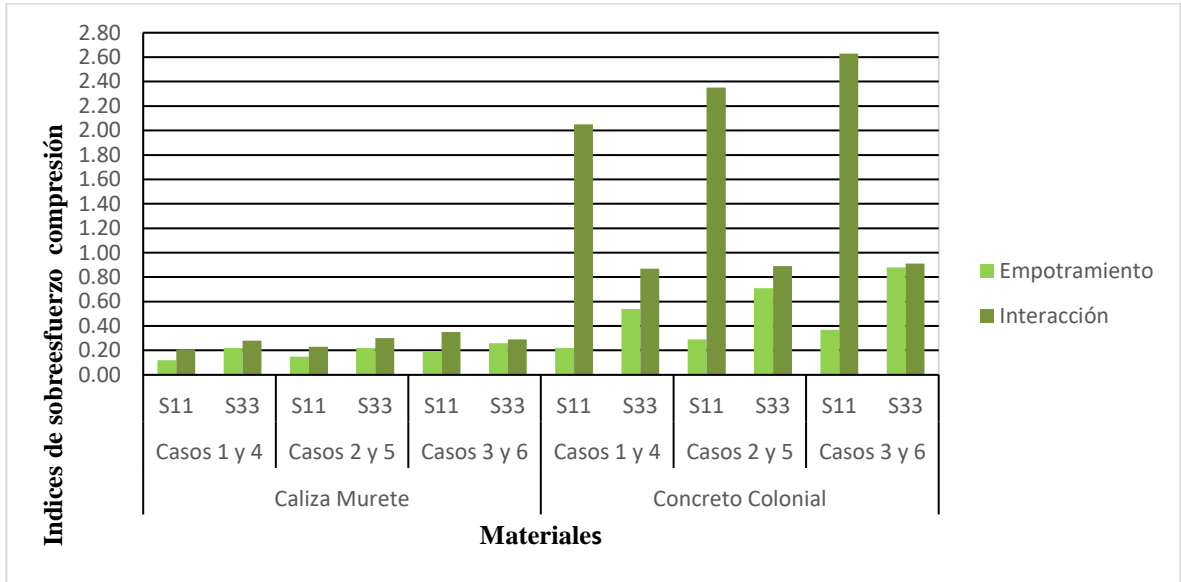


Ilustración 95. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

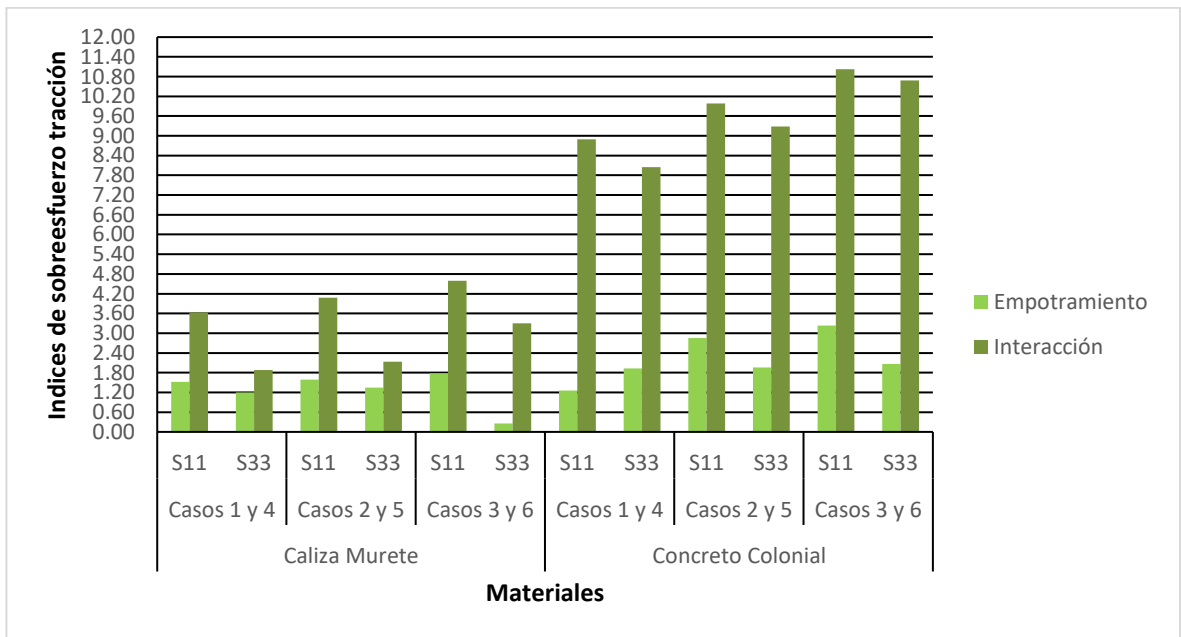


Ilustración 96. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

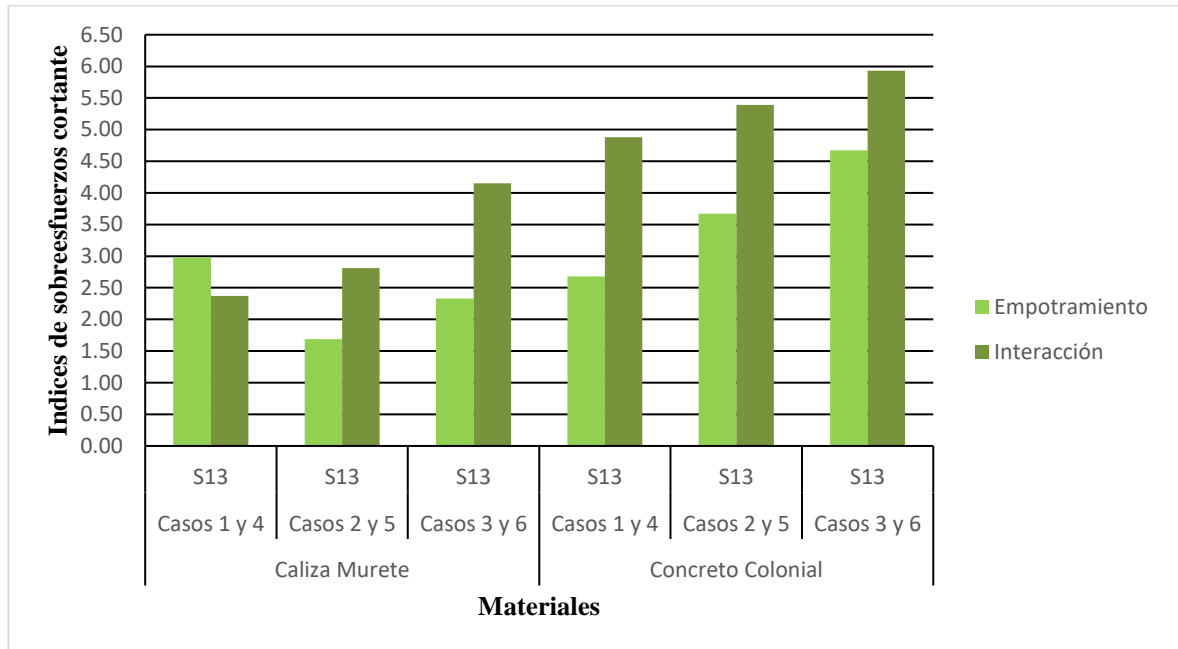


Ilustración 97. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Las *Ilustraciones 95, 96 y 97* muestran gráficamente la diferencia en el comportamiento de los dos materiales, dejando ver que a medida que se incrementan los efectos de los sismos y de las demás condiciones de carga, los valores de índice aumentan.

Tabla 36.

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, concreto colonial- Muro Interno.

COMPRESION							
Concreto Colonial							
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		0,29	0,28	0,34	0,33	0,39	0,37
Interacción		0,28	0,55	0,40	0,61	0,58	0,67
TRACCION							
Concreto Colonial							
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		2,41	2,34	2,66	2,78	3,32	3,23
Interacción		1,03	0,49	8,54	4,22	10,39	5,30
CORTANTE							
Concreto Colonial							
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S13		S13		S13	
Empotramiento		1,84		2,10		2,60	
Interacción		3,17		3,52		4,27	

Nota: Berrocal, A. (2016).

Para el particular del muro interno *Tabla 36*, conformado en su totalidad por concreto colonial, al igual que en la escarpa la compresión sigue siendo el esfuerzo con mejor comportamiento, al comparar los valores de índices de sobre esfuerzo para el mismo material en la zona de la escarpa y en la zona del muro interno, se muestra como el hecho de darse una interacción entre dos materiales favorece la concentración de esfuerzos, lo anterior se refleja en los mayores índices encontrado para tracciones en el concreto colonial en la zona de la escarpa.

En las *Ilustraciones 98, 99 y 100*, se aprecia de forma gráfica el comportamiento del material para cada uno de los casos analizados, llama la atención que para los esfuerzos de tracción, los valores de sobre esfuerzos en los casos 1 y 4 son menores para la condición de interacción suelo estructura (*Ilustración 99*); al analizar estos resultados, se encontró el valor

representativa para esfuerzos de tracción en muro interno, están ubicados en una zona de interacción de materiales, que consecuentemente es una zona de transmisión de esfuerzos; es probable que en la realidad o no haya o las concentraciones de los esfuerzos sean de menor intensidad, lo anterior se sustenta, dado que al confrontar las zonas de concentración con las fichas patológicas, esta no presenta patologías de tipo mecánico, que reflejen la acción de grandes esfuerzos .

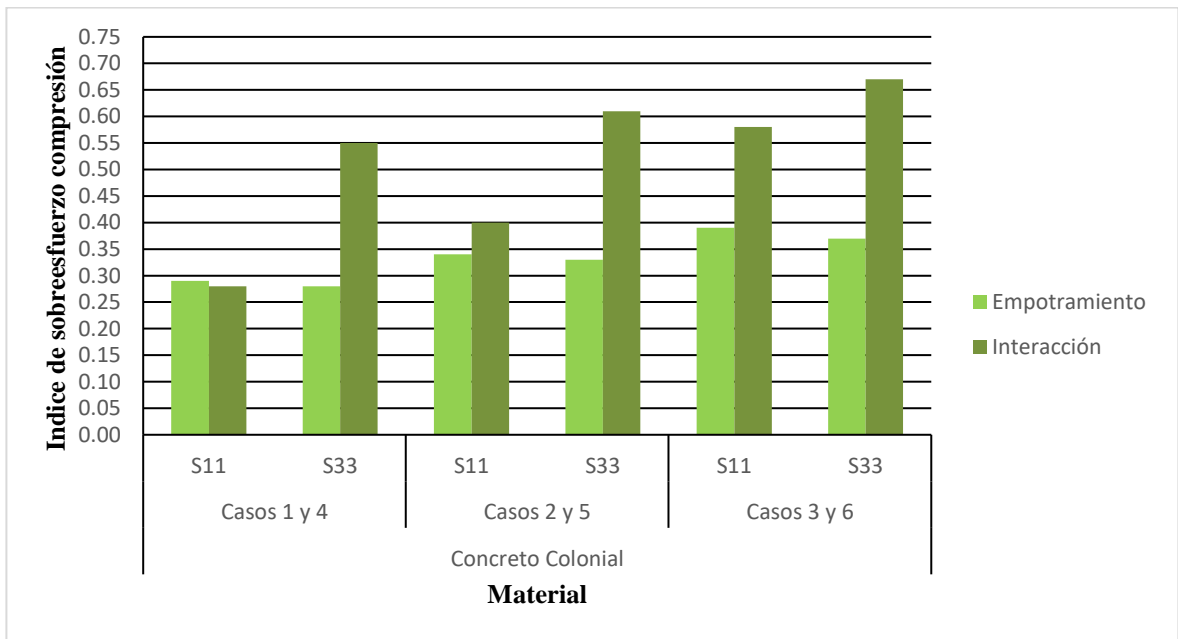


Ilustración 98. Comparación de casos para los esfuerzos compresión, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

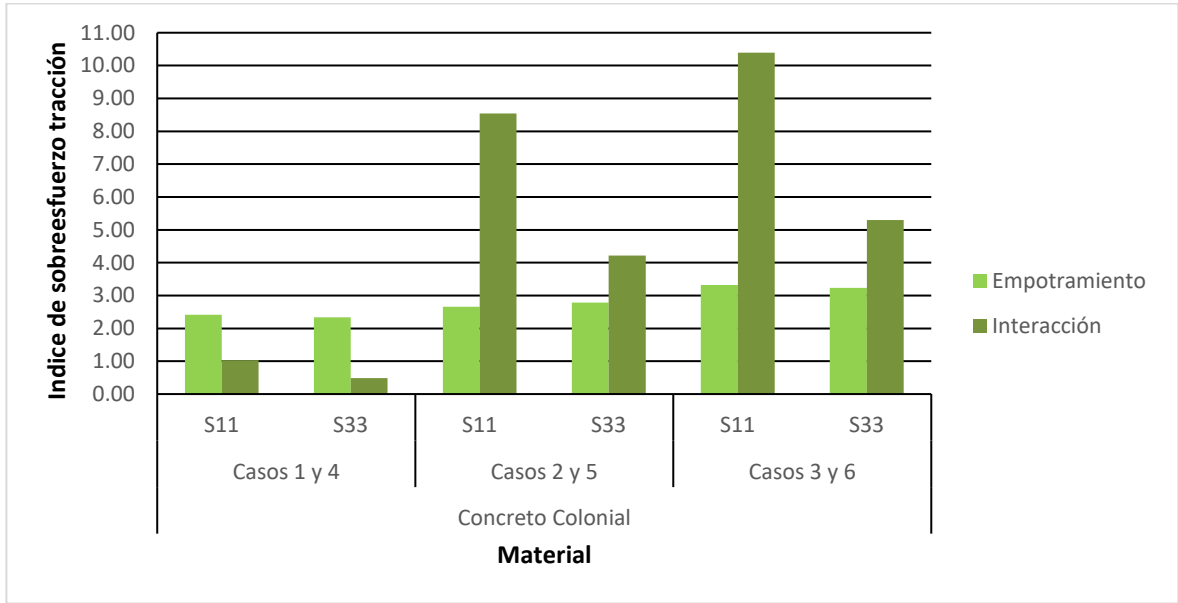


Ilustración 99. Comparación de casos para los esfuerzos tracción, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

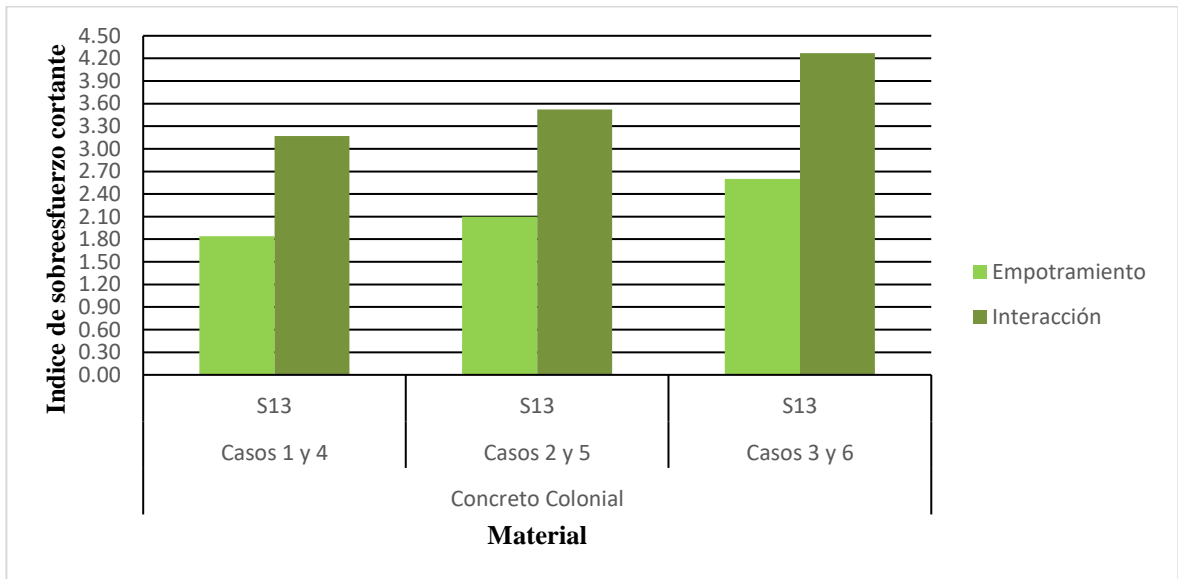


Ilustración 100. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 37
 Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Batería Alta.

COMPRESION							
Ladrillo							
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		0,26	0,40	0,32	0,49	0,39	0,58
Interacción		0,85	0,38	0,95	0,44	1,05	0,49

TRACCION							
Ladrillo							
		Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
		S11	S33	S11	S33	S11	S33
Empotramiento		3,49	3,61	3,92	4,48	4,35	5,36
Interacción		12,18	3,37	13,26	3,65	14,77	3,94

CORTANTE				
Ladrillo				
		Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
		S13	S13	S13
Empotramiento		6,28	6,87	7,79
Interacción		6,28	10,56	13,00

Nota: Berrocal, A. (2016).

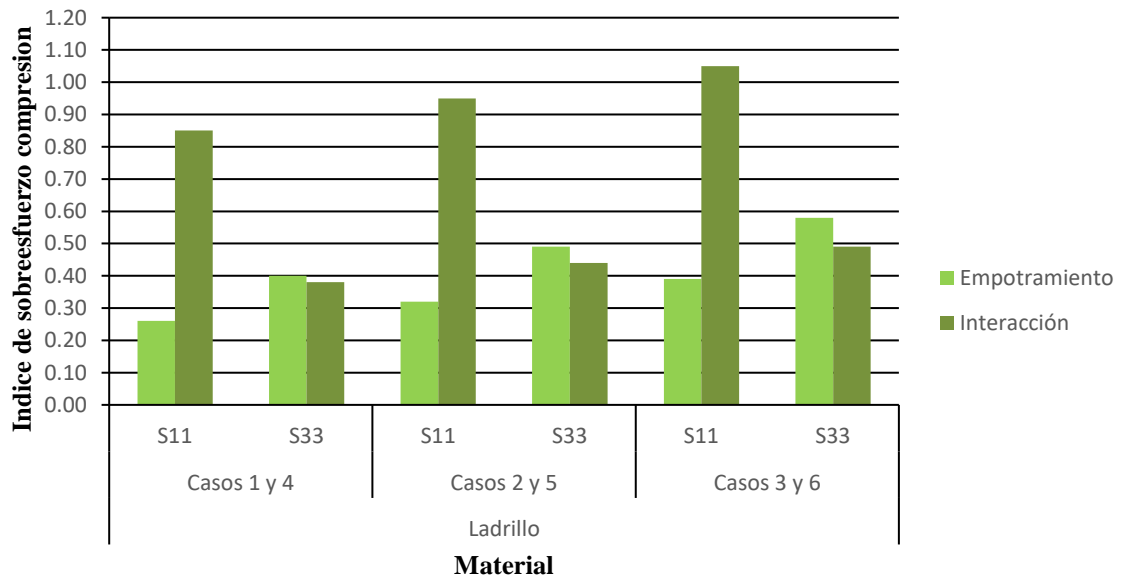


Ilustración 101. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

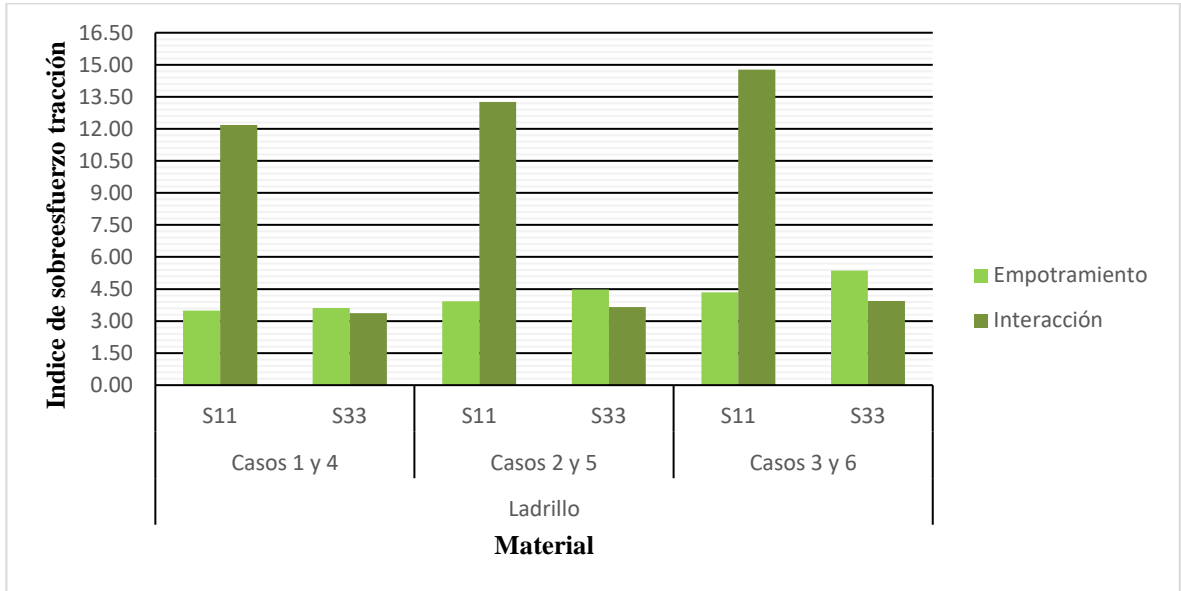


Ilustración 102. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

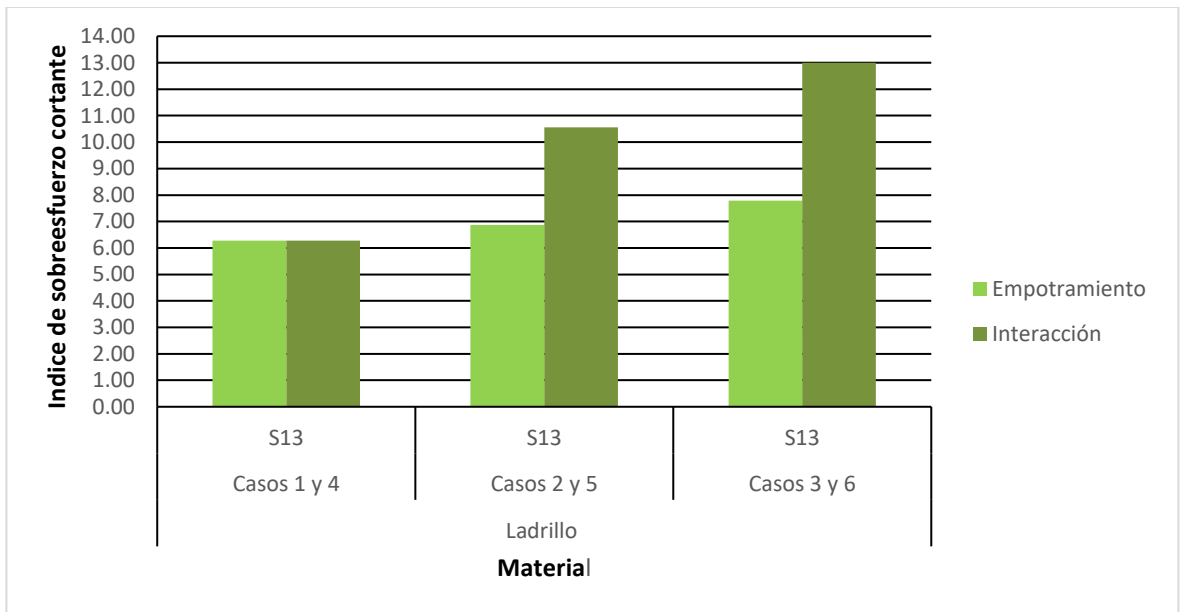


Ilustración 103. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

La *Tabla 37* muestra los valores de índices de sobre esfuerzo para el ladrillo que es material que conforma la batería alta. Se observa como para esfuerzos de compresión en condición de empotramiento, que sería la condición actual de la edificación, todos los materiales presentan un excelente comportamiento, sin embargo, existentes sobreesfuerzos de tracción y cortante, por lo que se puede deducir que las patologías que se evidencian son producto de estos esfuerzos. Finalmente, para la condición de interacción suelo estructura todos materiales fallarían ante esfuerzos de tracción y corte. (*Ilustración 101, 102 y 103*)

Tabla 38.

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, Caliza Pañete- Base de Bóvedas.

COMPRESION						
	Caliza Pañete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,19	0,51	0,26	0,68	0,40	0,58
Interacción	0,49	0,96	0,53	1,28	0,98	2,44

TRACCION						
	Caliza Pañete					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	1,41	3,50	2,07	5,47	2,77	7,44
Interacción	7,08	6,59	8,15	9,10	14,53	21,30

CORTANTE			
	Caliza Pañete		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12
Empotramiento	2,34	2,83	3,54
Interacción	7,20	11,86	24,49

Nota: Berrocal, A. (2016).

La *Tabla 38* muestra los valores de índice de sobreesfuerzos obtenidos para la Caliza Pañete ubicada en las bases de las bóvedas. Al igual que en las zonas anteriormente analizadas son principalmente los esfuerzos de corte y tracción los que inducen la falla en los materiales

para cada uno de los casos estudiados, tanto para la condición de empotramiento como para la de interacción suelo-estructura, esto indica que, para los esfuerzos actuantes en la misma, la resistencia tanto al corte como a la tracción, no es suficiente. Las *Ilustraciones 104, 105 y 106* ilustran de forma gráfica el comportamiento del material para cada tipo de esfuerzo.

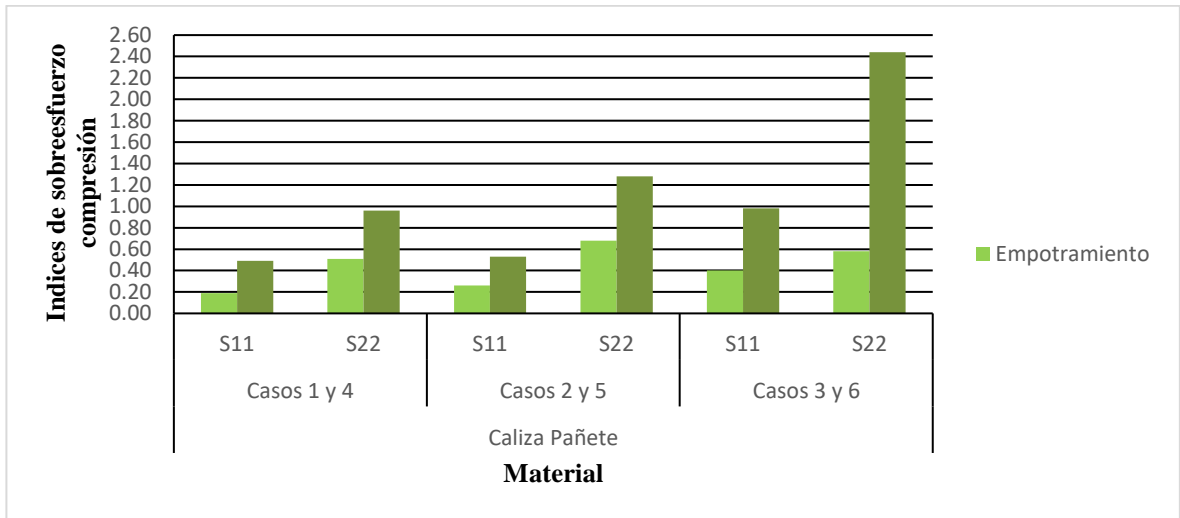


Ilustración 104. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

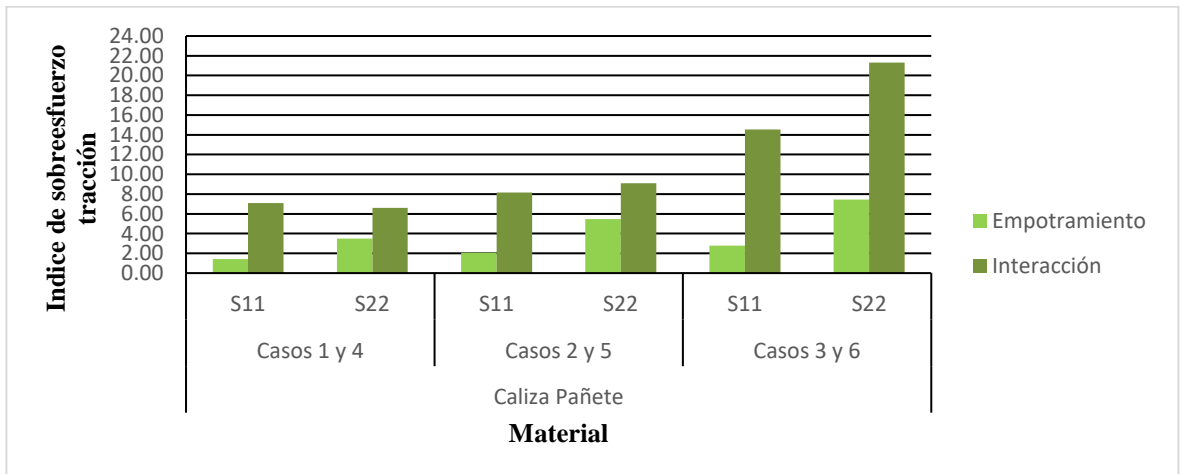


Ilustración 105. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

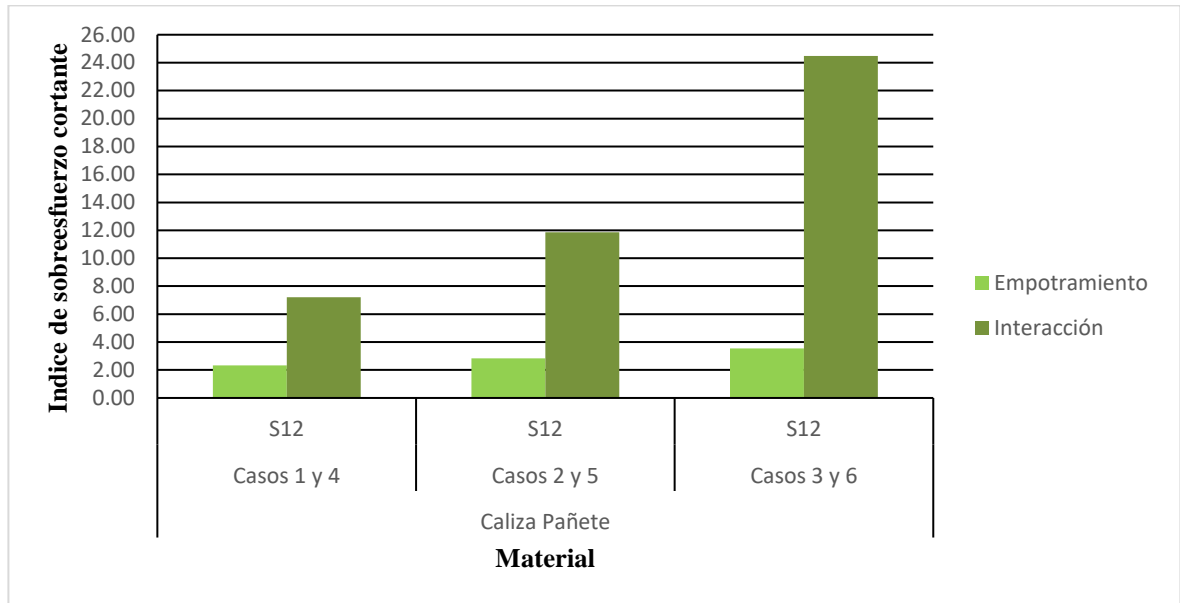


Ilustración 106. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 39

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóveda Baluarte del Rey.

COMPRESION						
Ladrillo						
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,32	0,38	0,35	0,46	0,38	0,56
Interacción	0,34	0,43	0,40	0,57	0,44	0,75

TRACCION						
Ladrillo						
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	3,14	5,47	3,51	6,91	3,88	8,35
Interacción	4,03	10,51	4,78	11,80	5,44	12,94

CORTANTE			
Ladrillo			
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12
Empotramiento	3,42	3,98	4,75
Interacción	6,90	7,98	9,07

Nota: Berrocal, A. (2016).

De acuerdo con lo descrito en el análisis de asentamientos, el Baluarte del Rey es la zona donde se presenta el mayor valor; lo que coincide con el resumen de índices de sobre-esfuerzos del material (*Tabla 39*) donde ante esfuerzos a tracción y cortante se presentan muy superiores a la unidad. Las *Ilustraciones 107, 108 y 109* lo muestran de forma gráfica. Para todos los tipos de esfuerzos estudiados se observa que la condición de interacción suelo-estructura propicia el aumento en los valores de los índices. Adicionalmente, para todos los casos, es el esfuerzo S22 donde predominan los mayores valores de índices de sobre-esfuerzo, lo que implica que ante una eventual falla, se espere que todas las bóvedas de esta zona lo hagan primeramente en el sentido paralelo a la clave.

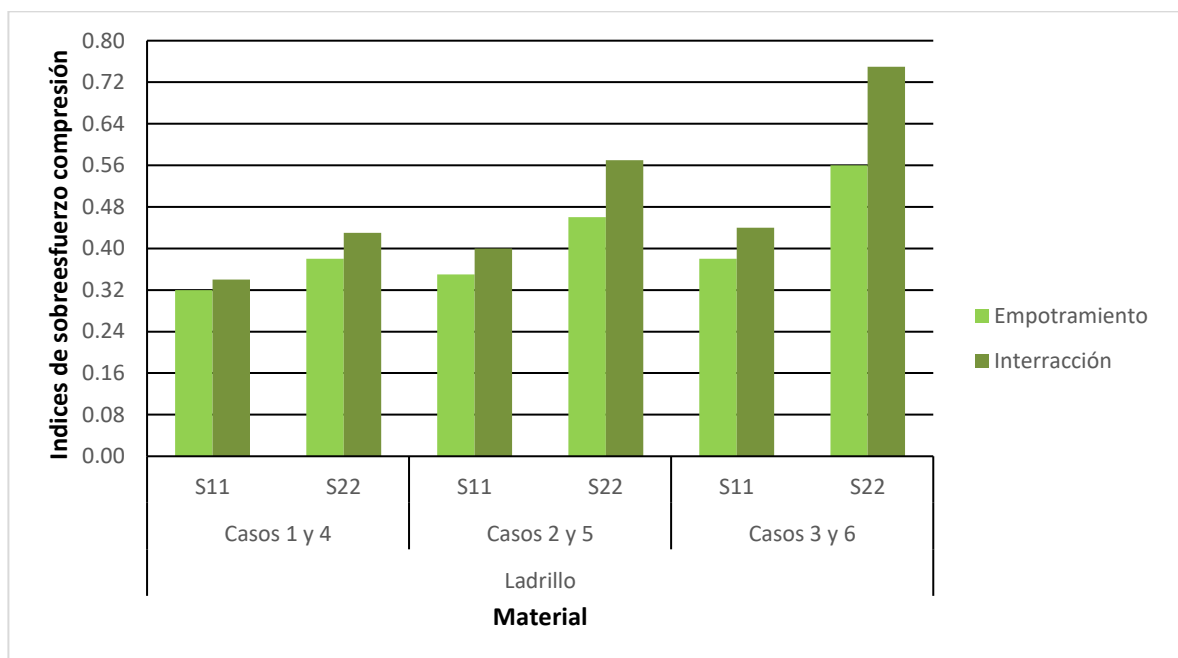


Ilustración 107. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

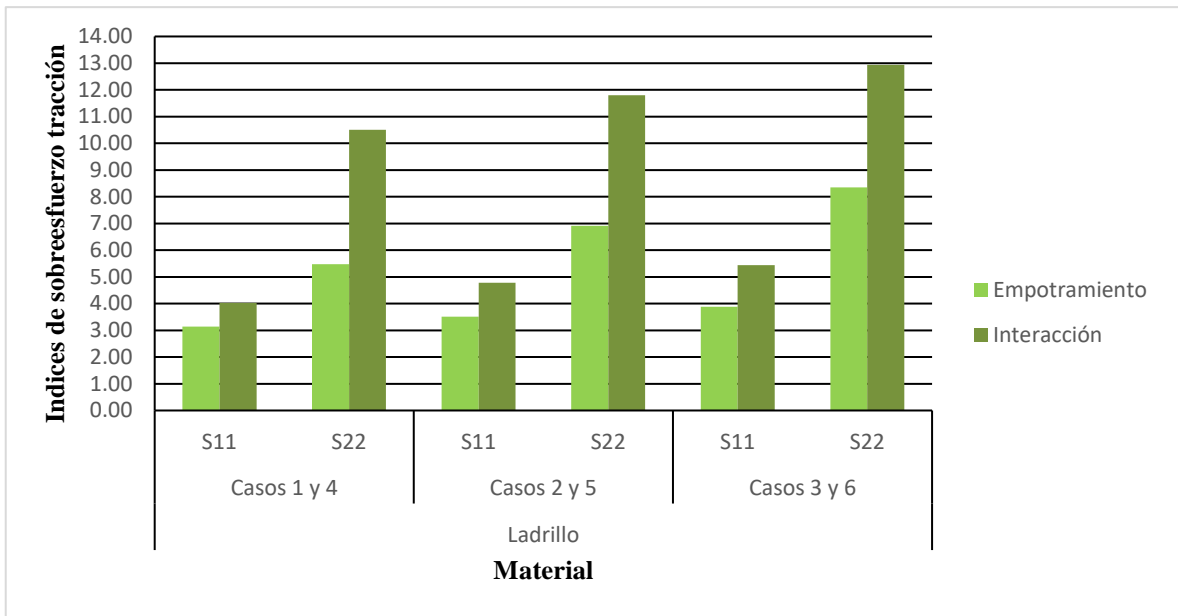


Ilustración 108. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

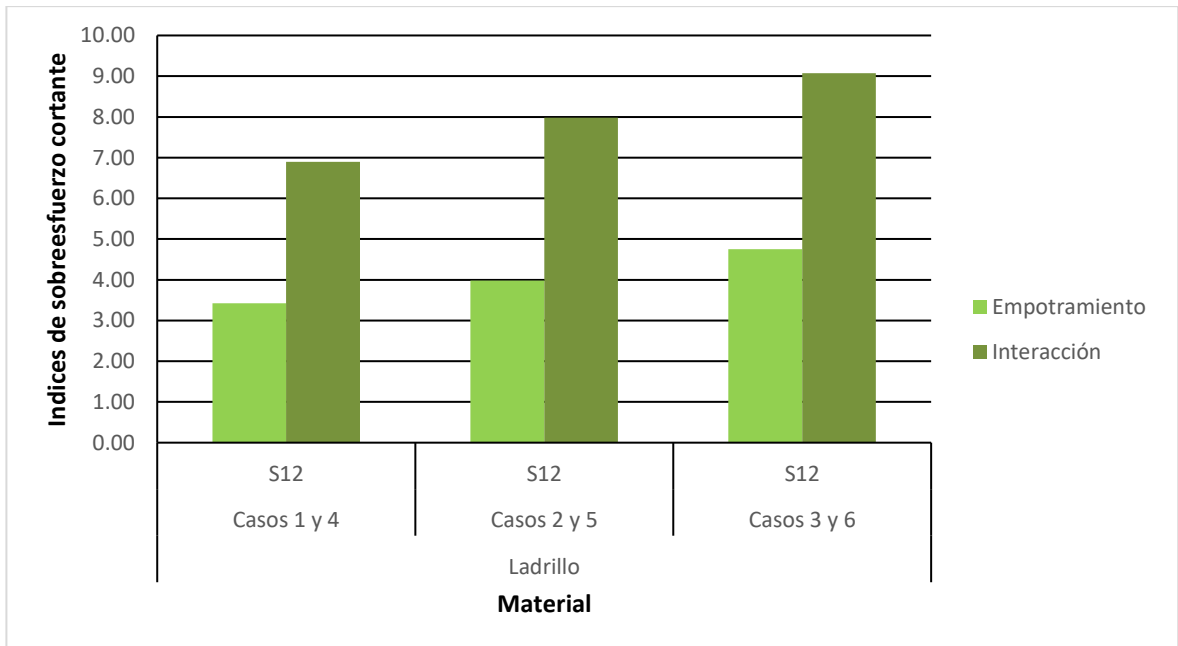


Ilustración 109. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Tabla 40
 Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina.

COMPRESION						
	Ladrillo					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,21	0,39	0,27	0,46	0,32	0,53
Interacción	0,28	0,59	0,37	0,74	0,47	0,96

TRACCION						
	Ladrillo					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	2,53	2,49	3,29	3,33	4,04	3,39
Interacción	5,51	10,08	5,89	10,75	6,21	11,46

CORTANTE			
	Ladrillo		
	Casos 1 y 4	Casos 2 y 5	Casos 3 y 6
	S12	S12	S12
Empotramiento	3,49	4,09	4,69
Interacción	6,04	6,18	6,80

Nota: Berrocal, A. (2016).

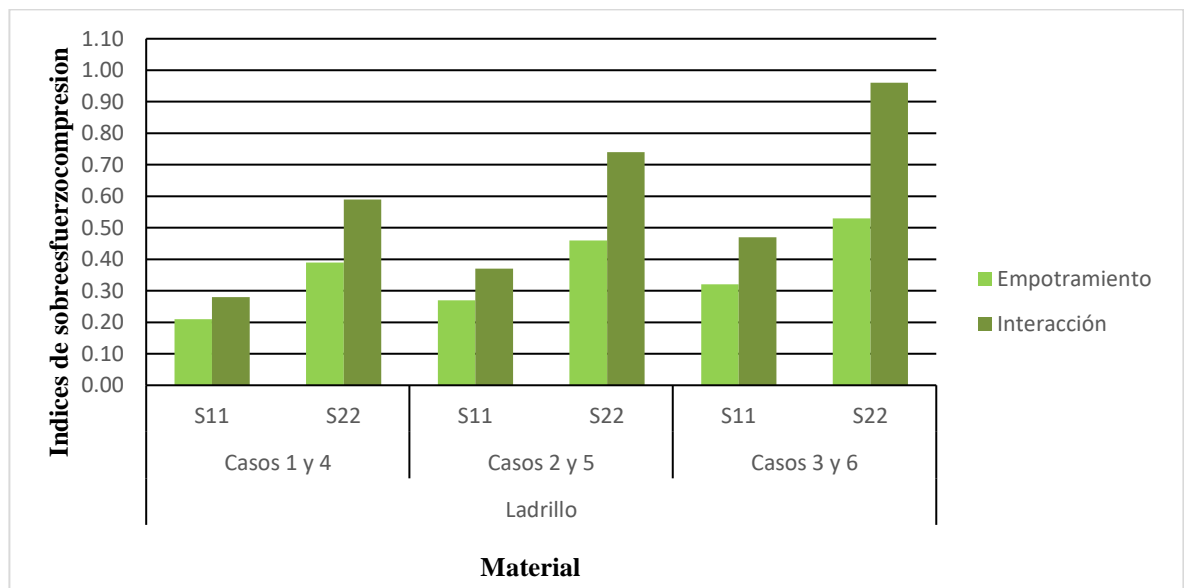


Ilustración 110. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

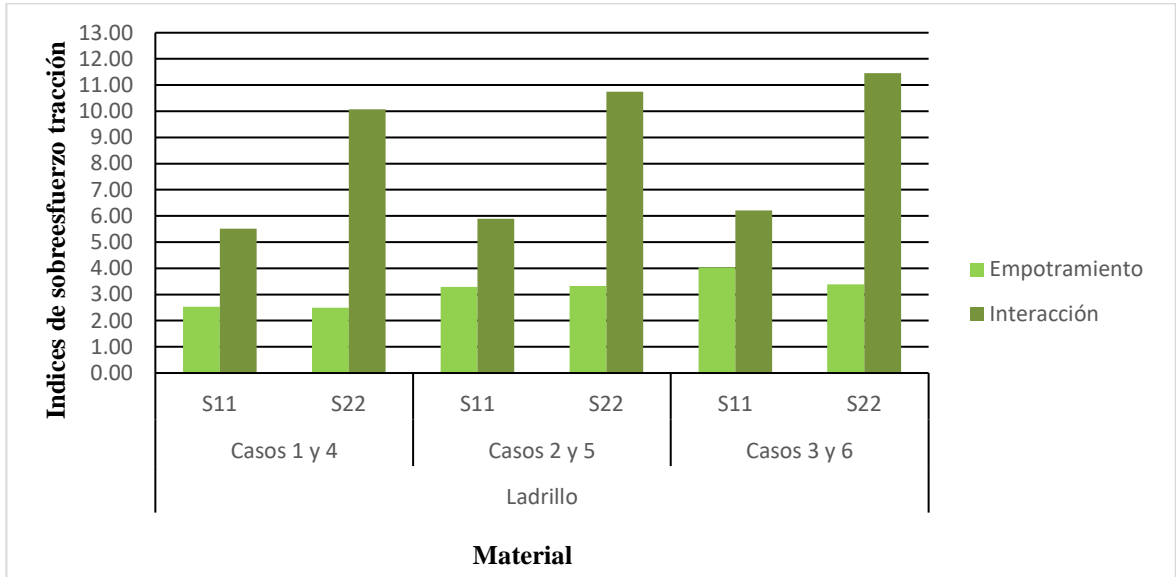


Ilustración 111. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

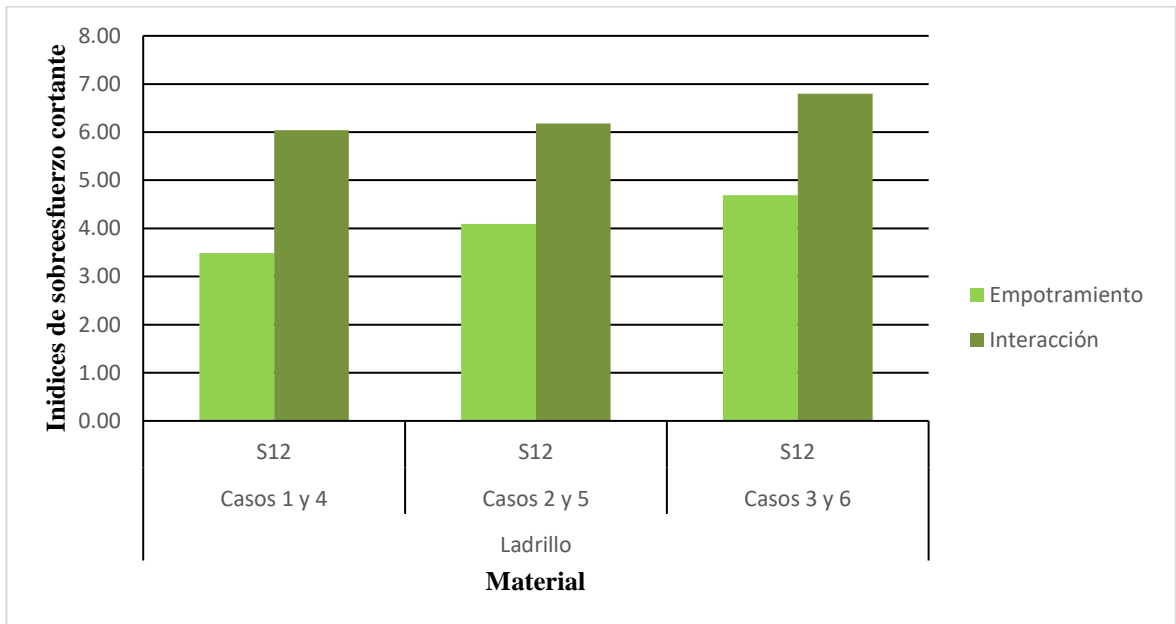


Ilustración 112. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Para las Bóvedas ubicadas en el Baluarte de la Reina, la tendencia del comportamiento es muy similar a la presentada en el Baluarte del Rey, con la diferencia que la concentración de esfuerzos en este último, es mayor, dadas las condiciones de asentamientos. Lo anterior se muestra en el resumen de índices de sobreesfuerzos para la zona (*Tabla 40*) y de forma gráfica, en las *Ilustraciones 110,111 y 112*.

Tabla 41

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóvedas Herradura.

COMPRESION						
	Ladrillo					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	0,19	0,28	0,25	0,44	0,31	0,52
Interacción	0,24	0,31	0,27	0,45	0,33	0,50
TRACCION						
	Ladrillo					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S11	S22	S11	S22	S11	S22
Empotramiento	2,37	3,30	3,00	3,77	3,64	4,24
Interacción	2,86	2,60	4,02	5,36	5,50	6,16
CORTANTE						
	Ladrillo					
	Casos 1 y 4		Casos 2 y 5		Casos 3 y 6	
	S12	S12	S12	S12	S12	S12
Empotramiento	2,15		3,97		5,12	
Interacción	3,69		3,99		5,03	

Nota: Berrocal, A. (2016).

Finalmente, se tiene un resumen de índices de sobreesfuerzos para la zona que se denominó Herradura (*Tabla 41*), dada su forma, como dato curioso se observa que de todas las zonas analizadas con bóvedas, esta presenta los índices más bajos, lo que evidentemente contradice

las fichas patológicas, debido a que en las necesarias es donde se registran por patología las grietas que mayor compromiso causarían a la edificación. Se sabe entonces, como ya se demostró que la aparición de las mismas se debe a otra condición diferente, coincidiendo estos resultados con los mostrados en el Anexo C con los diagramas de sobreesfuerzos.

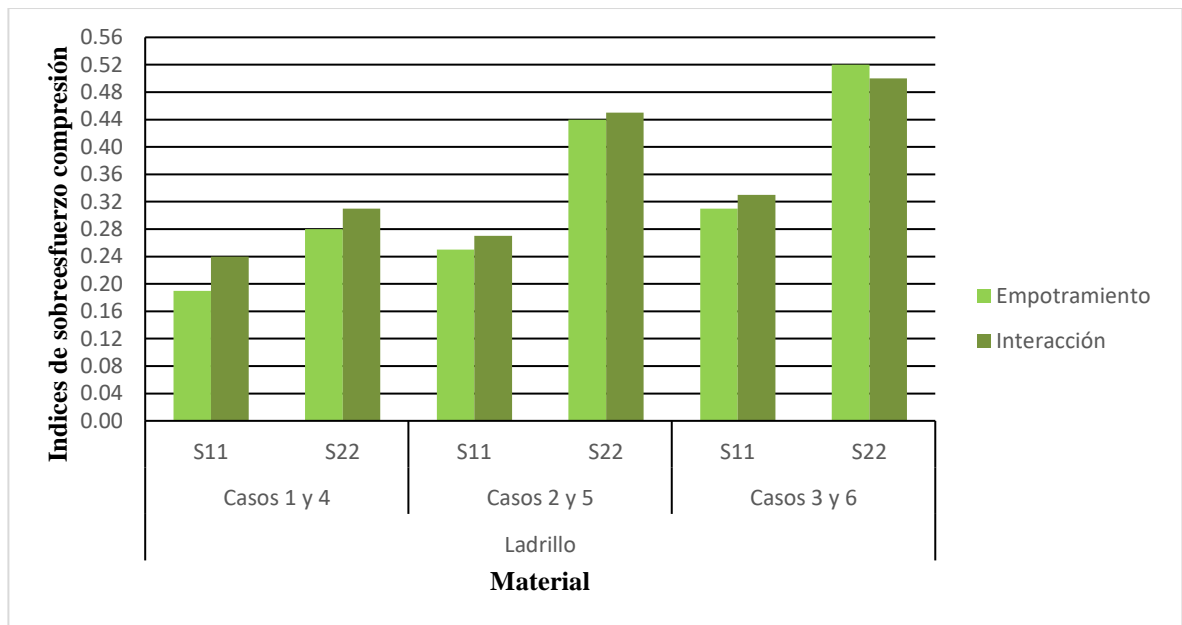


Ilustración 113. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

Lo dicho anteriormente es reafirmado en lo siguiente, si bien el material a compresión es capaz de soportar los esfuerzos generados para todos los casos, para el particular del *Caso 6*, no es la condición de interacción suelo-estructura la más crítica, que sería lo esperado, sino que incluso bajo la condición de empotramiento el material ya muestra concentraciones de esfuerzos. Algo similar se evidencia en la *Ilustración 113* para los casos 1 y 4 En el sentido S22 de los esfuerzos, que son los que reproducen las condiciones reales o actuales de los

fuerzas en el momento de la investigación. Los resultados de índices de sobreesfuerzo de tracción y corte obtenidos para el ladrillo, se muestran en las *Ilustraciones 114 y 115*.

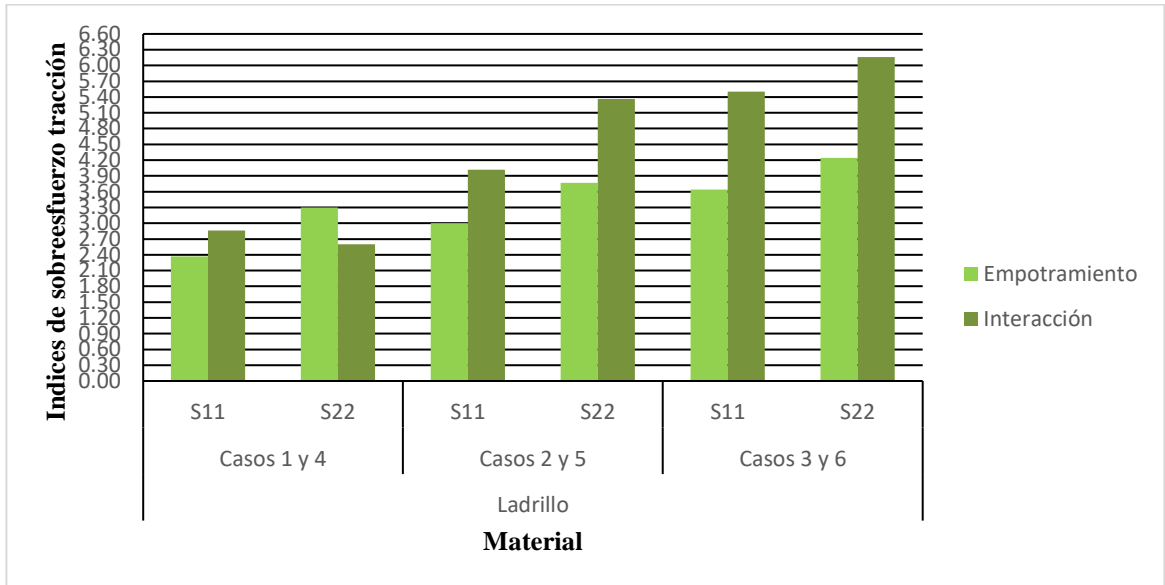


Ilustración 114. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

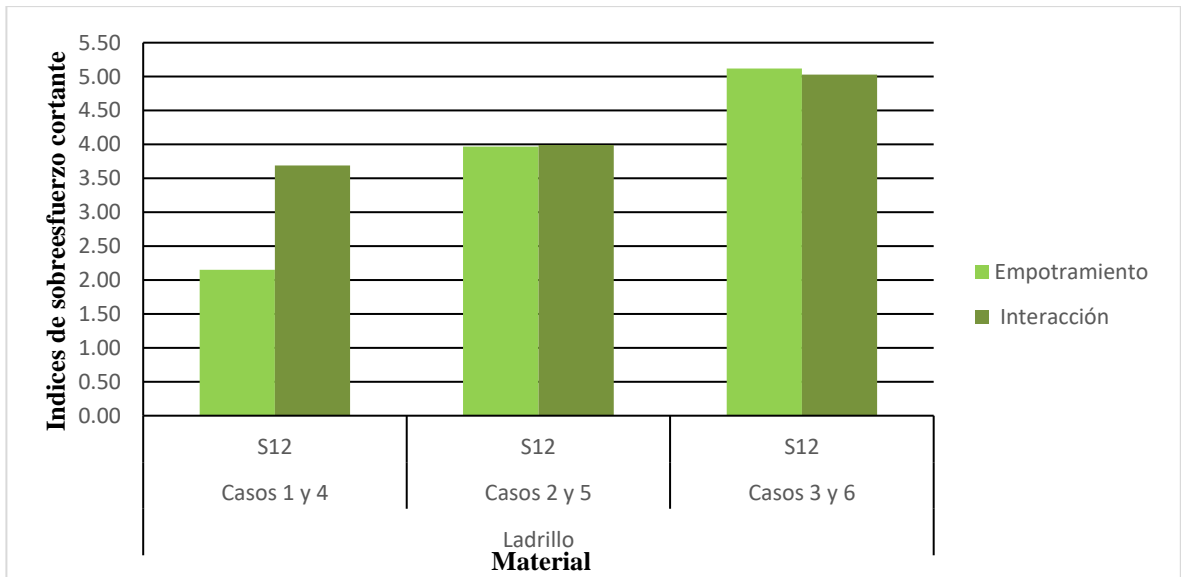


Ilustración 115. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].

IX. CONSIDERACIONES FINALES



Figueroa C. (2016). [Fotografía]. Plaza de Armas Fuerte San Fernando de Bocachica

IX.1 Conclusiones

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, es un documento de carácter normativo, que en Colombia regula los procesos constructivos, con el fin de garantizar un buen funcionamiento de las edificaciones no solo por la acción de peso propio de las estructuras y las cargas por ocupación, sino que también considera aquellas cargas que se pueden originar por acción de fuerzas sísmicas, de viento o empujes. En Colombia todas las estructuras deben regirse por este reglamento, sin embargo, existen estructuras que poseen un carácter especial, entre ellas todos aquellos inmuebles declarados patrimonio histórico, como ya se expresó en páginas anteriores, para este tipo de estructuras construidas con anterioridad a la entrada en vigencia del reglamento resulta todo un reto ajustarlas a sus requerimientos. Sin embargo, entendiendo que además de garantizar el bienestar de las personas que las ocupan, la preservación de estas edificaciones como patrimonio de la humanidad (Fuerte-Batería de San José y Fuerte San Fernando de Bocachica), es de gran importancia; se presenta en este documento una serie de recomendaciones que pretenden contribuir a la conservación de las mismas.

Las fichas patológicas adjuntas a este documento como anexos, presentan un detallado inventario de daños observados a través de visitas a los fuertes y evidenciadas con un registro fotográfico obtenido entre los años 2012 y 2016. En el Fuerte-Batería de San José, se encontraron un total de 37 patologías diferentes, de las cuales el 62% corresponden a patologías de tipo físico, ocasionadas en su mayoría por impacto; 13,5% fueron patologías mecánicas que afectan directamente la estabilidad de la estructura, estas están relacionadas

con la resistencia de los materiales y asentamientos diferenciales que en su mayoría están ligados a la pérdida de suelo de soporte; y un 24,32% fueron patologías de tipo químico, acción de sulfatos y sales que deterioran los materiales disminuyendo claramente su resistencia. En el caso del Fuerte San Fernando de Bocachica, el total de patologías encontradas fue de 114, un 67,54% más que en el Fuerte-Batería de San José, lo cual es lógico dada la extensión del mismo; del total de patologías un 41,23% son de tipo físico, un 8,0% son de tipo mecánico concentradas en su mayoría en la zona de las necesarias, un 32,5% son de tipo químicas y finalmente un 18,0% de tipo biológica; estas últimas se evidencia en la presencia de vegetación en las juntas y grandes superficies cubiertas de hongos por efectos de la humedad.

Uno de los objetivos específicos planteados en esta investigación, buscaba evaluar los efectos de un sismo impuesto a las estructuras mediante dos tipos de diseño, uno considerando el carácter especial especificado por el reglamento para ambas edificaciones y otro considerándolas como una estructura nueva. El análisis realizado para los diferentes casos estudiados bajo las condiciones de empotramiento y la de interacción suelo-estructura deja ver que en términos generales los materiales presentan un excelente comportamiento ante los esfuerzos de compresión; es decir considerando ambas condiciones de la cimentación los elementos soportan su peso propio. Sin embargo, cuando se somete la estructura a condiciones de sismo, como es de esperarse aparecen esfuerzos de tracción y corte, ante los cuales la estructura no presenta un buen comportamiento, esto se evidencia en los valores de

índice de sobre-esfuerzos obtenidos para ambos fuertes y que se muestran en el Capítulo 7 de este documento. De este particular se desprende una serie de conclusiones:

- El concreto colonial o también conocido como mampostería mixta, es el material que registra los mayores índices de sobre esfuerzo, incluso para algunas zonas puede presentar fallas ante esfuerzos de compresión; esto se debe principalmente a la baja resistencia a la compresión de los distintos materiales que lo conforman, acentuada por heterogeneidad del mismo, algunos ensayos realizados a muretes de este material con condiciones similares arrojan valores de resistencia para la fábrica mucho menores, de hasta $3,69 \text{ kg/cm}^2$ (Acuña, 2017).
- Se observa que el concreto colonial presenta un mejor comportamiento en las zonas donde se encuentra confinado por otros materiales.
- La resistencia a tracción y corte de los diferentes materiales es muy baja. En el caso particular de los esfuerzos por tracción, se debe decir que la resistencia de la fábrica ante este tipo de esfuerzos depende principalmente de la adherencia entre el mortero y la piedra o ladrillo, según sea el caso.
- La calidad del mortero de pega sigue siendo uno de los retos a la hora de realizar restauraciones a los fuertes, puesto que la experiencia ha demostrado el grado deterioro de los materiales en zonas restauradas, donde generalmente ocurren desprendimiento de sillares o ladrillos por la mala calidad del mortero. En este punto en particular se recomienda profundizar las investigaciones no solo de las

características y proporciones de los morteros utilizados en este tipo de construcciones, sino que también se evalúe la adherencia de este con los distintos materiales.

- La diferencia de rigideces entre los materiales usados en restauración y los originales es en algunos casos la razón de la aparición de grietas en los muros de los fuertes.
- Una de las grandes limitantes de esta investigación estuvo dada por la cantidad de ensayos destructivos realizados. Como se demostró en capítulos anteriores, este tipo de ensayos resulta de mayor confiabilidad para la determinación de la resistencia de los materiales, sobre todo en el caso de las mamposterías donde la resistencia está dominada por la interacción de varios materiales. Las pruebas no destructivas, esclerometría y ultrasonido, arrojan valores de resistencias altos y variables precisamente por la heterogeneidad de los materiales. Por lo anterior, y a sabiendas que es necesario continuar con las investigaciones en esta área y que además permitan la preservación del patrimonio, es importante que las autoridades establezcan planes de acción que promuevan la investigación, pero que a su vez ejerzan control en aras de la protección de las edificaciones.
- Es importante mencionar que el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, carece de parámetros que apliquen específicamente para los materiales analizados y que constituyen los fuertes de San José y San

Fernando y otros bienes patrimoniales. Las ecuaciones y correlaciones expresadas en su mayoría son obtenidas de ensayos realizados a materiales actuales y bien conocidos como concreto, acero, mampostería y morteros que obedecen a características y técnicas de fabricación distintas. Referente al particular, la realización de nuevas investigaciones debería tener como propósito final la creación de un apartado en la normativa colombiana dedicado de forma específica a estos materiales.

- El establecimiento de los distintos parámetros de diseño tenidos en cuenta para el modelado de los fuertes, obedeció a los resultados obtenidos en diferentes investigaciones, los cuales están en absoluto relacionado con el emplazamiento de los fuertes y las condiciones geográficas y ambientales que este impone a las edificaciones. Uno de los factores de gran relevancia fue la dinámica marítima, las cuales imponen las condiciones de oleaje que inciden sobre los mismos, por tal razón las recomendaciones que se presentarán a continuación presentan gran atención a los efectos del oleaje sobre los mismos.

Por último, y en futuras investigaciones, debería analizarse el comportamiento de ambas edificaciones usando otras alternativas de refuerzo. Por ejemplo, el uso de fibras de basalto, podría, según Acuña 2017 representar un aumento de la resistencia en materiales de fábrica, concreto colonial hasta de un 30,25%.

IX.2 Recomendaciones

Para la propuesta de restauración de los fuertes, vale la pena echar una mirada al pasado; puesto que desde antaño las construcciones militares en la ciudad fueron objeto de restauraciones por causas similares.

Es precisamente Arévalo quien da cuenta de los daños y consejos para su reparación según lo registra Marcos Dorta “ las continuas ruinas que sufría la muralla eran debidas según Arévalo, a que las olas, al batirla continuamente, iban realizando una poderosa labor de erosión que desgastaba la cantería de sus paramentos, y como además los cimientos se habían hecho poco profundos, las resacas y las corrientes socavaban la arena en que estaban asentados y los dejaba al descubierto con lo que la muralla quedaba falta de apoyo y se aceleraba su ruina. Era necesario, por tanto, emplear un método distinto al seguido hasta entonces para repararla: había que combatir primero la causa, para después remediar definitivamente el efecto, o sea apartar el batidero del mar del pie de la muralla y después reconstruir sus cimientos de forma que la mar no pudiese socavarlos” (HIDROCONSULTORES, 2012).

El análisis realizado muestra que para el Fuerte-Batería de San José, las condiciones del oleaje repercuten directamente de forma significativa sobre la estructura (*Ilustración 116*), la dinámica marina impuesta por las actividades de navegación dadas en el canal de acceso a la ciudad influye en las condiciones de cimentación al menos en las zonas expuestas al mar; al analizar los resultados de evaluación de asentamientos, se puede ver como se presentan valores importantes en zonas alejadas de las márgenes del canal, por lo que es posible que los procesos de erosión propicien movimientos en masa en la isla, se recomienda entonces instalar dispositivos de control de asentamiento con el fin de evaluar el alcance o la incidencia de la erosión en las márgenes del canal.

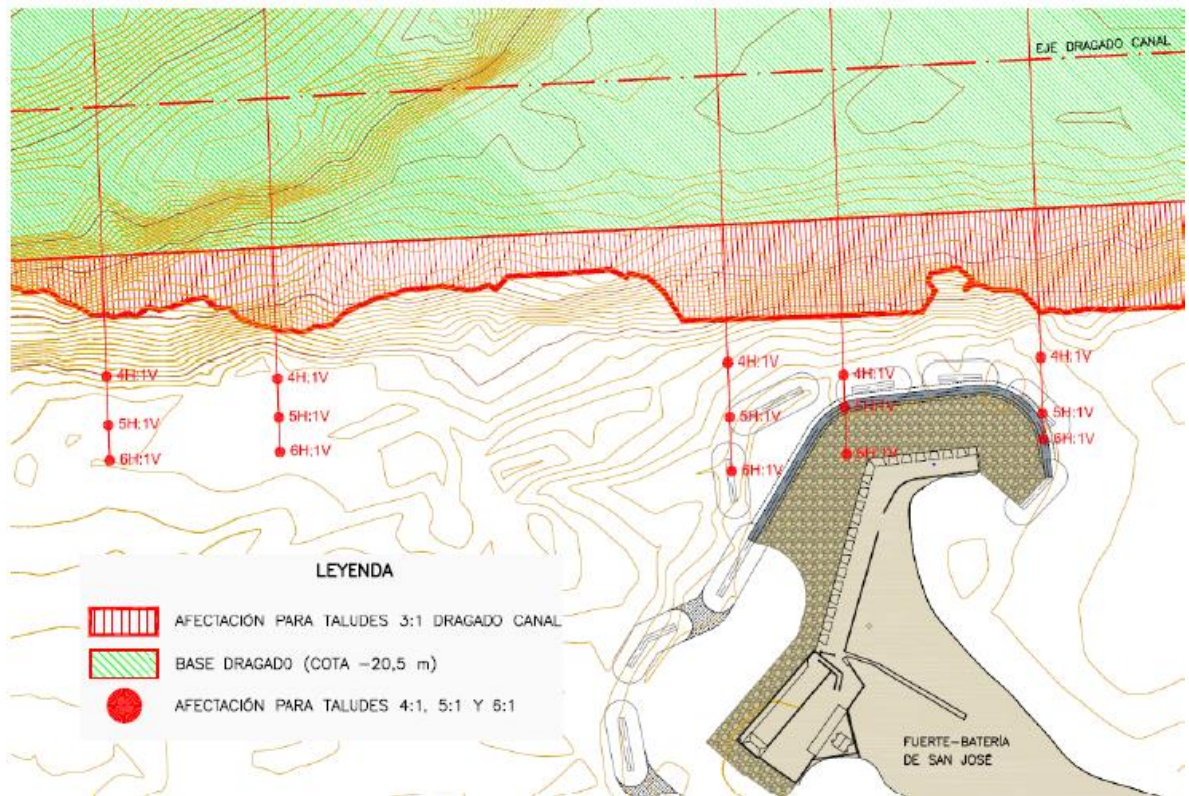


Ilustración 116. Zona afectada en planta por el dragado del canal, con taludes de hasta de 6H: 1V, y puntos de corte con el fondo marino para el resto de taludes estudiados. Catalá, J.; Calderón, P. (2014) [Ilustración]. Recuperado de “Informe Universidad de Valencia”.

Lo anterior lleva a proponer, además, la construcción de estructuras paralelas con las que se consiga que las olas rompan lejos de la edificación; de manera que la construcción de diques sumergidos representaría una alternativa viable para tal fin, los perfiles cóncavos para este tipo de estructuras ayudarían a que las olas se deslicen sobre la base del fuerte, sin batirlo perpendicularmente.

Una propuesta de reforzamiento debe partir de la hipótesis de que se trata de una estructura cuya cimentación posee una condición de empotramiento, o al menos que los asentamientos

que se presenten no sean diferenciales; este hecho obliga a garantizar primeramente tal condición, de lo contrario el reforzamiento sería una solución a corto plazo.

Mediante el modelado se determinó que las principales patologías evidenciadas son causadas por los procesos de socavación tanto en la cimentación como en el suelo de soporte. Por lo anterior se propone adicional a la construcción de los diques sumergidos, la protección de la cimentación del Fuerte con una cortina de pilotes de arena gravosa, hincados mediante una pesa y confinados por una tubería. Se sugiere que estos pilotes posean 0,25 metros de diámetro y deben llevarse hasta los 2,50 metros de profundidad, de acuerdo con las recomendaciones del ingeniero de suelo; recubiertos por un geotextil PAVCO 2100 o Matrix Bx 30, resistente a la luz Ultra Violeta; es importante recalcar que la función de la cortina de pilotes será la de garantizar la retención de los finos que son succionados por efectos del oleaje; esta cortina deberá cubrir gran porcentaje del perímetro del fuerte. (Ilustración 117).

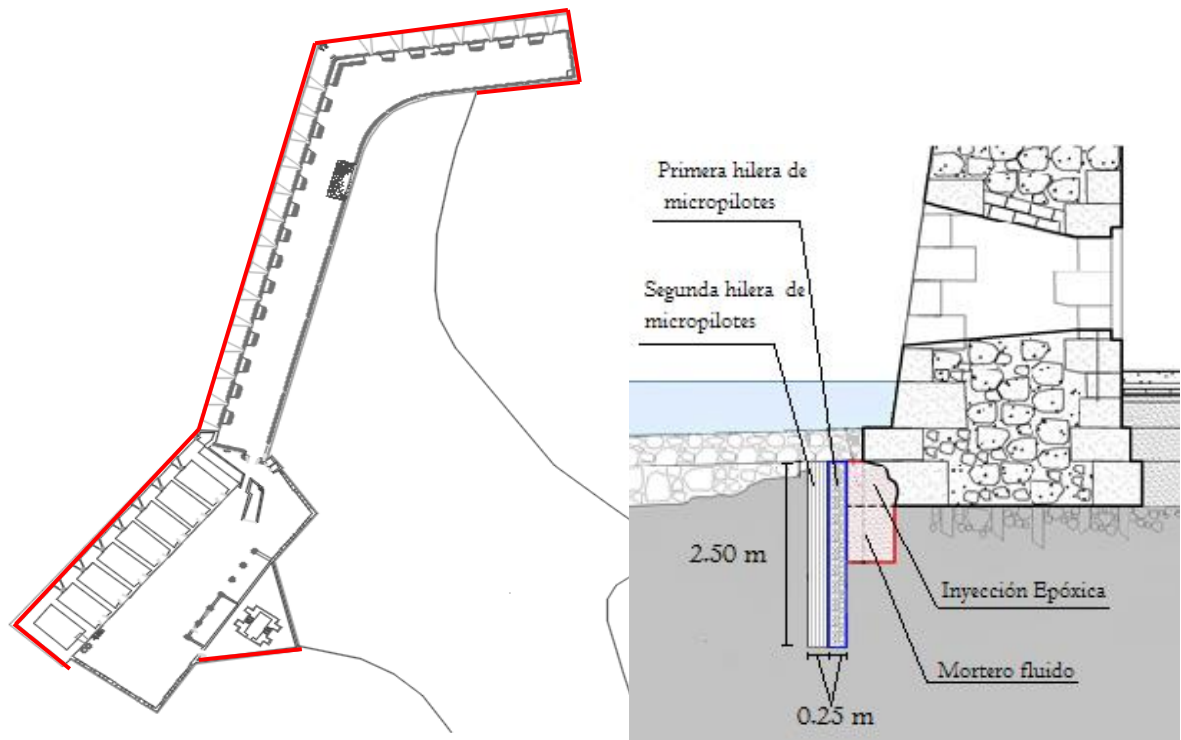


Ilustración 117. Ubicación de la cortina de pilotes. Berrocal, A. (2016) [Ilustración].

Según recomendaciones del ingeniero de suelos el material Areno gravoso a usar debe poseer un máximo de 3% que pase por el Tamiz No. 200 y con un tamaño máximo de 1 ½". Las características que debe tener el material de los pilotes es la siguiente:

$$0,24 \text{ mm} < D_{15} < 1,2 \text{ mm}$$

$$D_{50} < 4 \text{ mm}$$

El mecanismo propuesto para la estabilización de la cimentación, es la inyección epóxica en elementos bajo agua, la cual debe ser realizada con un adhesivo estructural de alta resistencia y gran adherencia en superficies de concreto sumergidas; lo anterior con el fin de rellenar y sellar los vacíos que la socavación ha efectuado, disminuyendo la zona de contacto del suelo

y los cimientos de la estructura. Además, se propone la inyección de un mortero fluido con el que se obtendría un aumento en la capacidad portante del subsuelo donde esta cimentado el fuerte, y se evitaría el aumento de los asentamientos.

Por recomendación del ingeniero de suelos, para garantizar una solución definitiva contra el oleaje producido de forma natural y el producido por las embarcaciones, es pertinente conectar ambas alternativas expuestas anteriormente, mediante una cama de piedra, como se muestra en las *Ilustraciones 118 y 119*. “*El espesor de las capas y tamaño de las piedras será determinado por el ingeniero de hidráulica de costas de acuerdo con el tamaño no de las olas de diseño*” (Covo, Alvaro I., 2012). Se estima un tiempo mínimo de protección de 50 años siempre y cuando las condiciones climáticas no superen los eventos que históricamente se han registrado y que se han tomado como base para la estimación de los parámetros de diseño en esta investigación.

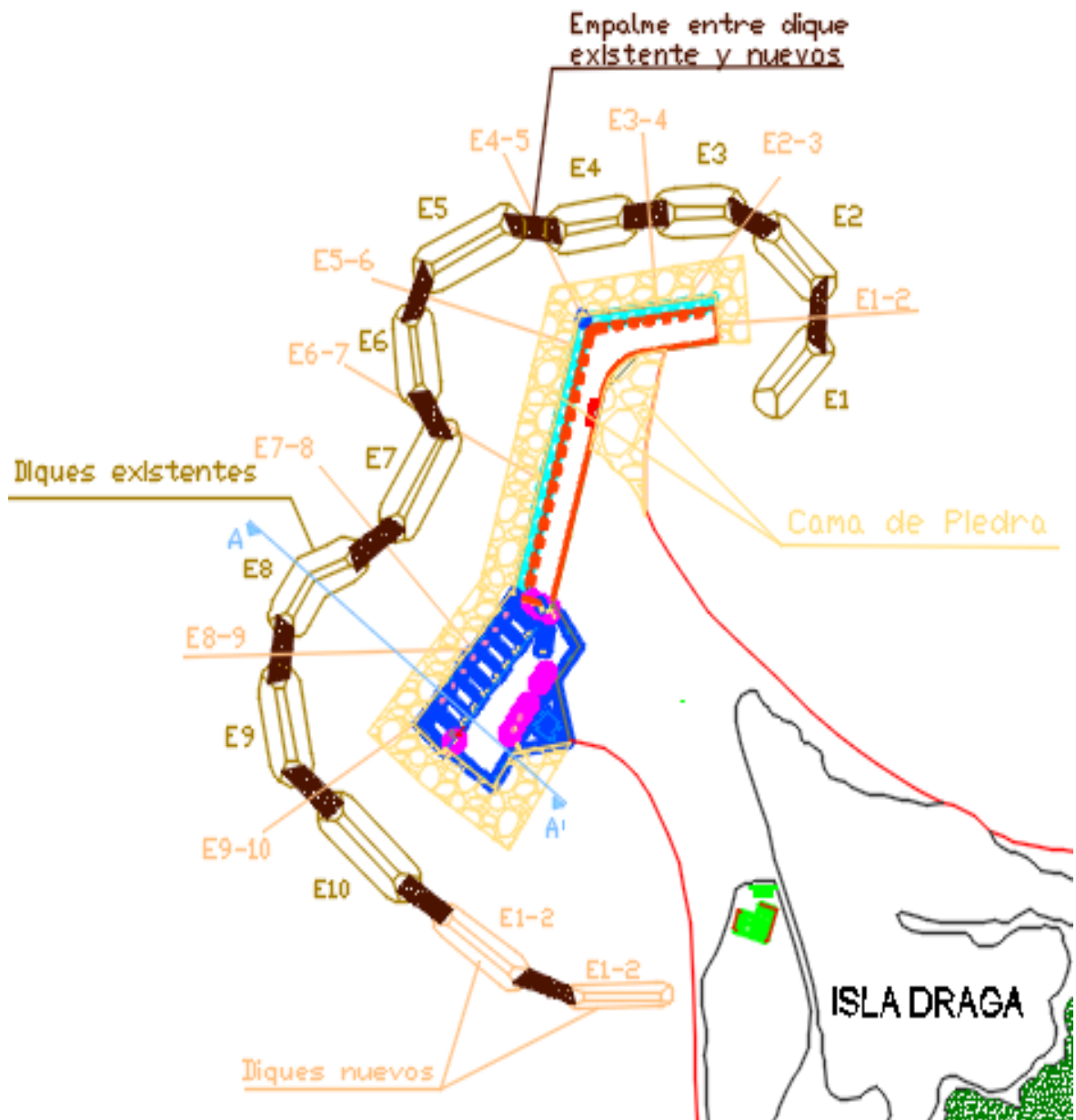


Ilustración 118. Esquema, vista en planta de propuesta de estabilización de la base del Fuerte- Batería San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “*Planos Fuerte Batería de San José, Herrera A, (2012)*”.

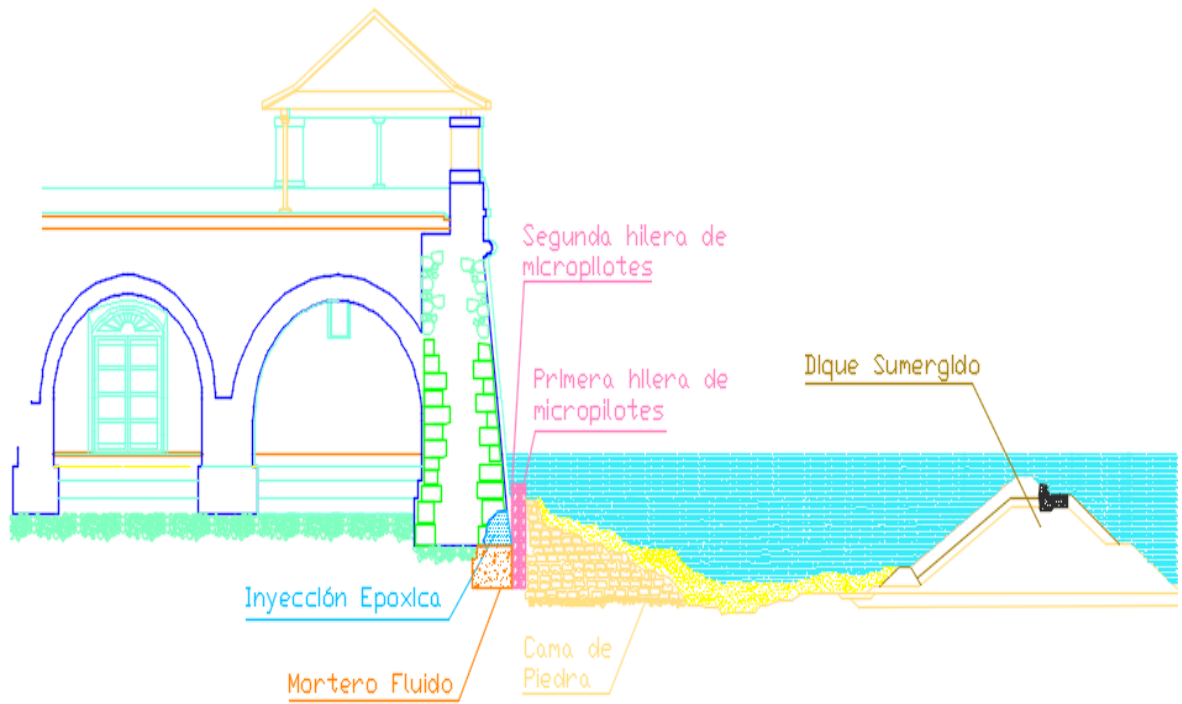


Ilustración 119. Esquema, corte A-A' de propuesta de estabilización Fuerte-Batería de San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “*Planos Fuerte Batería de San José, Herrera, A. (2012)*”

Finalmente, Calderón & Catalá en el análisis que realizaron en el año 2014 a las investigaciones realizadas con el fin de reforzar los fuertes en un escenario de nuevas obras de dragado al canal de acceso a la ciudad concluyeron que los taludes en dicho canal influían de manera sustancial en las soluciones debido a que las condiciones de estos podían influir en la estabilidad de los diques sumergidos ya existentes, por tal razón se recomienda realizar las investigaciones y obras que sean necesarias dado que el éxito de lo aquí propuesto depende de las condiciones dadas o impuestas por el canal.

-Alternativa de Reforzamiento

Ahora bien, una vez planteada una solución de estabilización al suelo de soporte y a la cimentación, se pueden establecer alternativas de manejo para las patologías ya identificadas en el fuerte. Las fichas patológicas muestran múltiples lesiones en la estructura, sin embargo, no todas ellas tienen una causa mecánica; zonas como la base de las bóvedas y los merlones, no requieren reforzamiento alguno, puesto que los mecanismos de daños pueden relacionarse o encontrar su causa en el interperimos, la humedad, la salinidad, entre otros. La siguiente propuesta considera las zonas y los materiales que según el análisis muestran índices de sobreesfuerzos mayores a la unidad.

La rampa es una de las zonas donde se muestran patologías de mayor importancia; en el capítulo 9 se demostró que los asentamientos diferenciales son los causantes de las grietas que se evidenciaron durante las visitas al fuerte, debido a que, al modelar para la condición de interacción suelo-estructura aparecen grandes concentraciones de esfuerzos en las zonas


donde se observaron las grietas. Una vez controlado el asentamiento es necesario reforzar las zonas donde se presentaron tales patologías; en esta investigación se considera dicho reforzamiento con la colocación de tejidos de fibras de carbono y resina epoxi. Tal alternativa se evaluó utilizando el producto SIKAWRAP-103C, la *Tabla 42* muestra las propiedades que posee este producto.

Tabla 42.
Propiedades de la fibra de carbono SIKAWRAP-103C.

Esfuerzo efectivo (f_{f_e})	1706 Mpa
Máx. Deformación Admisible (ε_{f_e})	0,007 mm/mm
Módulo de Elasticidad (E_f)	234400,0 Mpa
Espesor	0,34 mm
Ancho	200 mm
Dirección de la fibra	0° (unidireccional)
Densidad	1,80 g/cm ³

Nota: Recuperado de SIKA Argentina S.A.I.C. (2016).

En la investigación realizada por Acuña en el año 2017, se demostró como al reforzar muros fabricados con piedra caliza, coralina, ladrillo militar y argamasa, se podía obtener un aumento en la resistencia a la compresión de la fábrica hasta de un 25.9%. Los resultados de estos ensayos se muestran a continuación (*Ilustración 120 e Ilustración 121*).

 Universidad de Cartagena Fundada en 1827		UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE		 Facultad de Ingeniería PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	
Autor	Ayda Acuña Caro		Lugar	Geoconsultas LTDA	
Descripción	Murete fabricado con piedra caliza, piedra coralina, ladrillo militar y argamasa				
Ensayo	NTC 3495				
Murete	MURETE 1	MURETE 2	MURETE 3		
Largo teórico/Largo real (mm)	400/400	400/398	400/398		
Alto teórico/Alto real (mm)	550/547.5	550/548.5	500/547.5		
Ancho teórico/ Ancho real (mm)	200/198	200/200	200/197.5		
Area neta (mm ²)	79200	79600	78605		
Carga máxima Kn	27	27	29		
Resistencia experimental (kg/cm ²)	3.41	3.39	3.69		
Relación am/em	2.77	2.74	2.77		
Factor de corrección	1.06	1.05	1.06		
Resistencia corregida (kg/cm ²)	3.60	3.58	3.90		
Promedio resistencia (kg/cm ²)	3.69				





 Universidad de Cartagena Fundada en 1827		UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL		 Facultad de Ingeniería PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	
Autor	Ayda Acuña Caro		Lugar	Geoconsultas LTDA	
Descripción	Murete fabricado con piedra caliza, piedra coralina, ladrillo militar y argamasa				
Ensayo	NTC 3495				
Murete	MURETE 1	MURETE 2	MURETE 3		
Area neta (mm ²)	79200	79600	78605		
Carga máxima (kN)	27	27	29		
Resistencia experimental (kg/cm ²)	3.41	3.39	3.69		
Factor de corrección	1.06	1.05	1.06		
Resistencia corregida (kg/cm ²)	3.60	3.58	3.90		
Promedio resistencia (kg/cm ²)	3.69				

Ilustración 120. Resultados de resistencia a la compresión de muros fabricados con piedra caliza, coralina, ladrillo militar y argamasa, sin reforzamiento. Acuña (2017) [Tabla]. Recuperado de “Análisis Comparativo de Resistencias a Compresión en Muros de Mampostería, por medio del Uso de fibras de Carbono y Basalto para Procesos de Restauración y Conservación”. Manuscrito no publicado

 Universidad de Cartagena Fundada en 1827				UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL				 Facultad de Ingeniería PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL			
Autor		Ayda Acuña Caro				Lugar		Geoconsultas LTDA			
Descripción		Murete fabricado con piedra caliza, piedra coralina, ladrillo militar y argamasa. Reforzado con CFRP									
Ensayo		NTC 3495									
Murete		MURETE 1			MURETE 2			MURETE 3			
Largo teorico/Largo real (mm)		400/400			400/398			400/398			
Alto teorico/Alto real (mm)		550/547.5			550/548.5			500/547.5			
Ancho teorico/ Ancho rela (mm)		200/198			200/200			200/197.5			
Area neta (mm ²)		79200			79600			78605			
Carga máxima Kn		37			37			38			
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		4.67			4.65			4.83			
Relación am/em		2.77			2.74			2.77			
Factor de corrección		1.06			1.05			1.06			
Resistencia corregida (kg/cm ²)		4.93			4.90			5.11			
Promedio resistencia (kg/cm ²)		4.98									



 Universidad de Cartagena Fundada en 1827				UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL				 Facultad de Ingeniería PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL			
Autor		Ayda Acuña Caro				Lugar		Geoconsultas LTDA			
Descripción		Murete fabricado con piedra caliza, piedra coralina, ladrillo militar y argamasa. Reforzado con CFRP									
Ensayo		NTC 3495									
Murete		MURETE 1			MURETE 2			MURETE 3			
Area neta (mm ²)		79200			79600			78605			
Carga máxima (kN)		37			37			38			
Resistencia experimental (kg/cm ²)		4.67			4.65			4.83			
Factor de corrección		1.06			1.05			1.06			
Resistencia corregida (kg/cm ²)		4.93			4.90			5.11			
Promedio resistencia (kg/cm ²)		4.98									

Ilustración 121. Resultados de resistencia a la compresión de muros fabricados con piedra caliza, coralina, ladrillo militar y argamasa, reforzados con fibra de carbono. Acuña (2017) [Tabla]. Recuperado de “Análisis Comparativo de Resistencias a Compresión en Muros de Mampostería, por medio del Uso de fibras de Carbono v Basalto para Procesos de Restauración v Conservación”. Manuscrito no publicado

Para el caso específico de la bóveda ubicada bajo la rampa de acceso a la segunda planta del fuerte, fue necesario dividirla en varios sectores para la correcta determinación de los esfuerzos, como se muestra en la *Ilustración 122*.

Para la determinación del área neta requerida de fibra de carbono, se consideró un factor de seguridad $FS = 2$, de donde se tiene que, el esfuerzo admisible de la fibra es:

$$f_{adm} = \frac{f_{fe}}{2} = \frac{1706}{2} = 853 \text{ MPa} = 85300 \text{ Ton/m}^2 \quad (50)$$

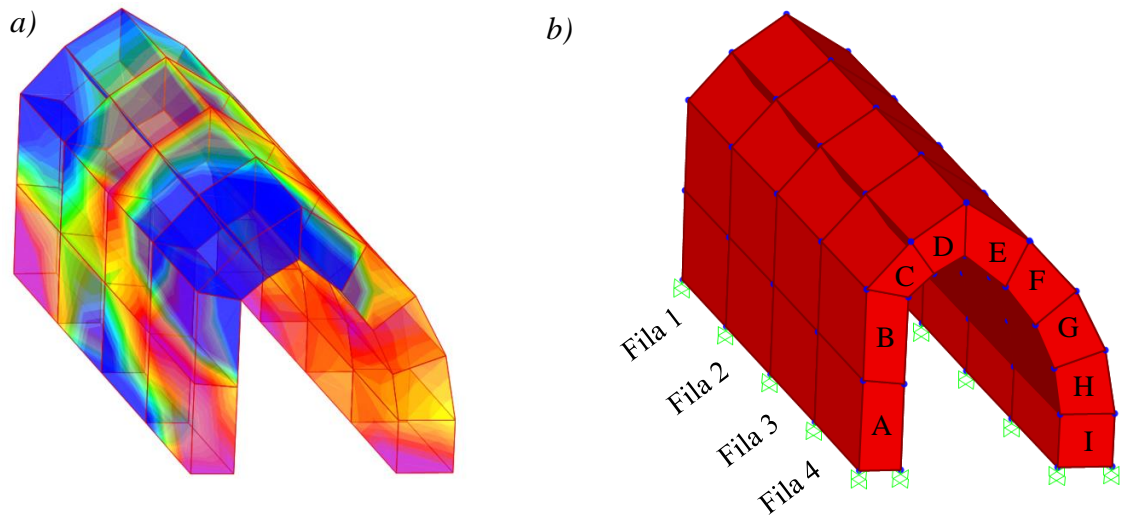


Ilustración 122. a) Diagrama de tracciones S22; b) Secciones de la viga de Rampa. Berrocal, A. (2016). Recuperado de Modelos de Fuertes SAP 2000 V.16.1.1

Para cada fila se determinó las cargas impuestas P_{act} en cada cara de sólido sometida a tracción como $P_{act} = Área_{cara} * \sigma_{prom}$, se seleccionó el máximo valor por fila para obtener el área requerida así:

$$\text{Área}_{Req} = \frac{P_{actm\acute{a}x}}{f_{adm}} = \frac{P_{actm\acute{a}x}}{85300 \text{ Ton/m}^2} \quad (51)$$

Es pertinente aclarar que para cada fila se tomaron las zonas donde realmente se presentaban sobreesfuerzos de acuerdo con lo mostrado en la ilustración inmediatamente anterior.

Finalmente, el ancho requerido fue calculado como:

$$\text{Ancho}_{Req} = \frac{\text{Área}_{Req}}{\text{Espesor}} = \frac{\text{Área}_{Req}}{0,34 \text{ mm}} \quad (52)$$

Los resultados se resumen en la *Tabla 43*, donde se muestran el número de franjas para cada zona analizada. Se recomienda colocar las franjas de fibra de carbón en sentido perpendicular a la grieta; la *Ilustración 123* muestra un esquema de reforzamiento para la zona analizada.

Tabla 43

Resumen de cálculos de número de franjas requeridas, reforzamiento para Rampa.

FILA	CARA	Área (m ²)	σ_{prom} (Ton/m ²)	P _{Act} (Ton)	P _{Act} Máx (Ton)	Área Req. (mm ²)	Ancho Req. (mm)	# de Franjas
1	BC	0,33	46,63	15,39	15,39	180	531	3
	CD	0,35	41,05	14,37				
	DE	0,49	27,18	13,32				
	EF	0,46	25,54	11,75				
2	CD	0,35	16,36	5,73	11,75	138	405	2
	DE	0,49	12,55	6,15				
	EF	0,46	25,54	11,75				
3	BC	0,33	35,26	11,64	14,22	167	490	3
	CD	0,35	29,17	10,21				
	DE	0,49	29,03	14,22				
4	BC	0,33	85,24	28,13	39,02	457	1345	7
	CD	0,35	102,88	36,01				
	DE	0,49	79,63	39,02				
	EF	0,46	23,22	10,68				

Nota: Berrocal, A. (2016).

En un elemento como la bóveda de la rampa, por ejemplo, para una condición de interacción suelo-estructura sin considerar sismos, se presentan sobreesfuerzos de tracción en la

dirección S11 en la clave de las mismas. Se observa que para la Fila 1 (Ver *Ilustración 122*) el esfuerzo máximo promedio a tracción obtenido fue de 1,39 Ton/m², por lo cual la fuerza actuante es:

$$P_{act} = 0,33 \text{ m}^2 \times 46,63 \text{ Ton/m}^2 = 15,39 \text{ Ton}$$

$$\text{Área}_{req.} = \frac{P_{act}}{f_{adm}} = \frac{15,39 \text{ Ton}}{85300 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}} \times \left(\frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right)^2 = 180 \text{ mm}^2$$

$$\text{No. Franja} = \frac{180 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm} \times 0,34 \text{ mm}} = 2,6 \approx 3 \text{ franjas}$$

Las franjas de fibra de carbono deberán colocarse de modo que cubran el área afectada y se extenderán determinada longitud de desarrollo después de los límites de dicha zona con el objeto de garantizar la correcta transmisión de los esfuerzos, La longitud de desarrollo apropiada se calcula según la siguiente ecuación:

$$L_d = \sqrt{E_f t_f / 2 f_{tm}} \quad (53)$$

La misma metodología se siguió para la determinación del número de franja y el área de refuerzo requerida para cada una de las zonas donde se identificaron patologías; a continuación, se presentan de manera esquemática los reforzamientos propuestos en las demás zonas.

Donde de E_f es el modulo de elasticidad de la fibra de carbono, t_f es el espesor de la fibra y f_{tm} es la resistencia a tracción del elemento sobre el cual se coloca la fibra. Entonces, para el ladrillo la longitud de desarrollo requerida es:

$$L_d = \sqrt{\frac{234400 \text{ Mpa} (0.34 \text{ mm})}{2 (0.26 \text{ Mpa})}} = 391.48 \approx 400 \text{ mm}$$

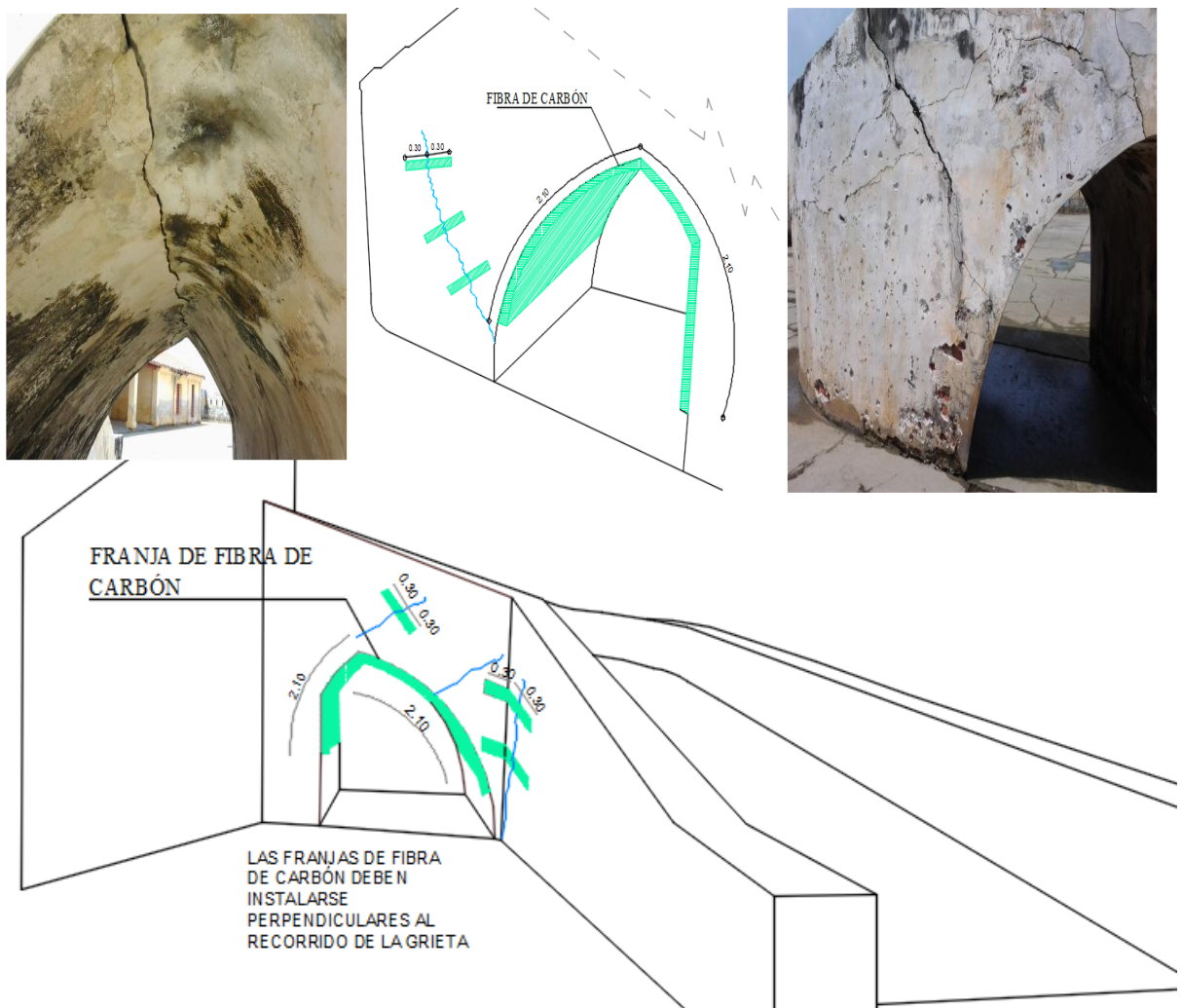
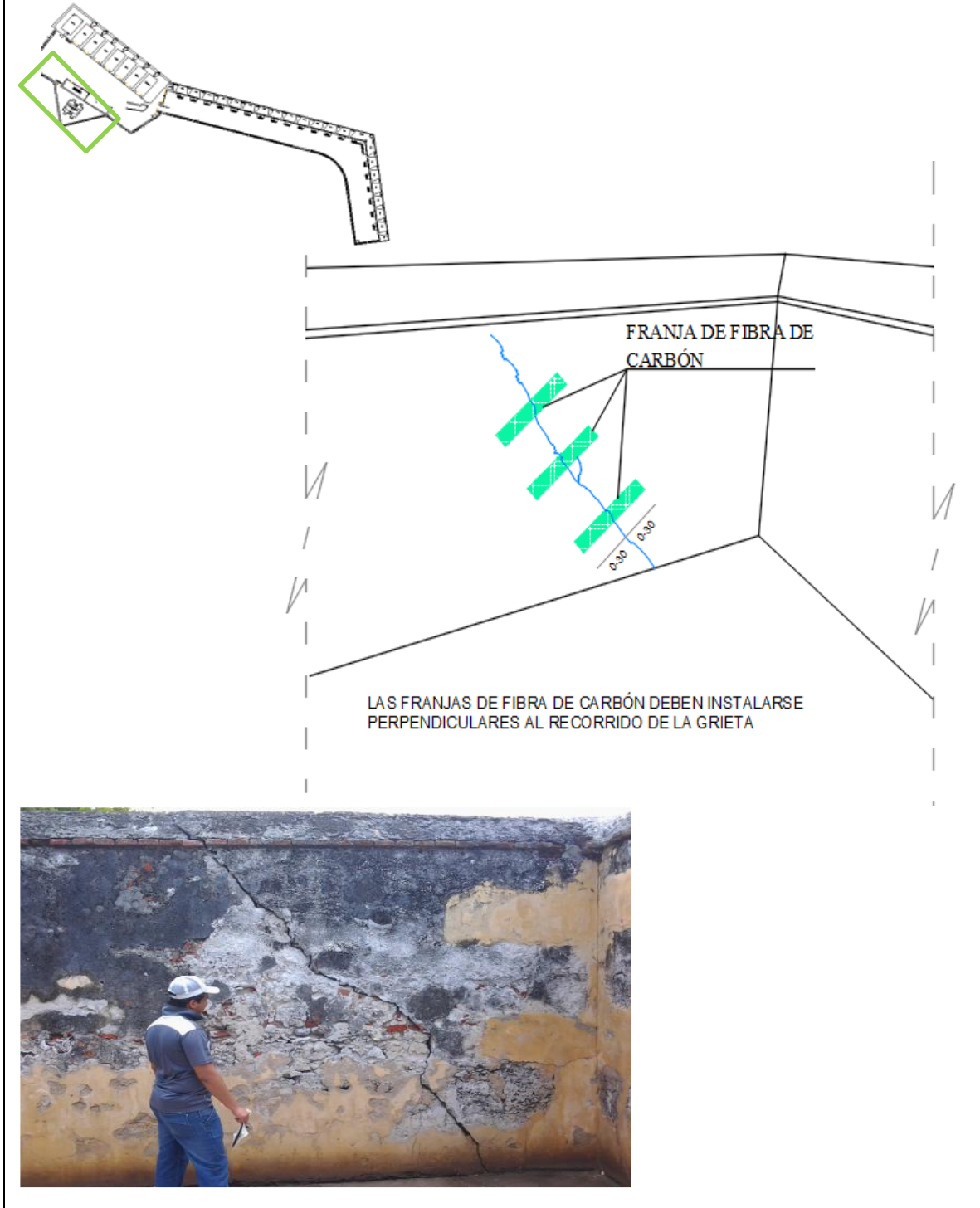
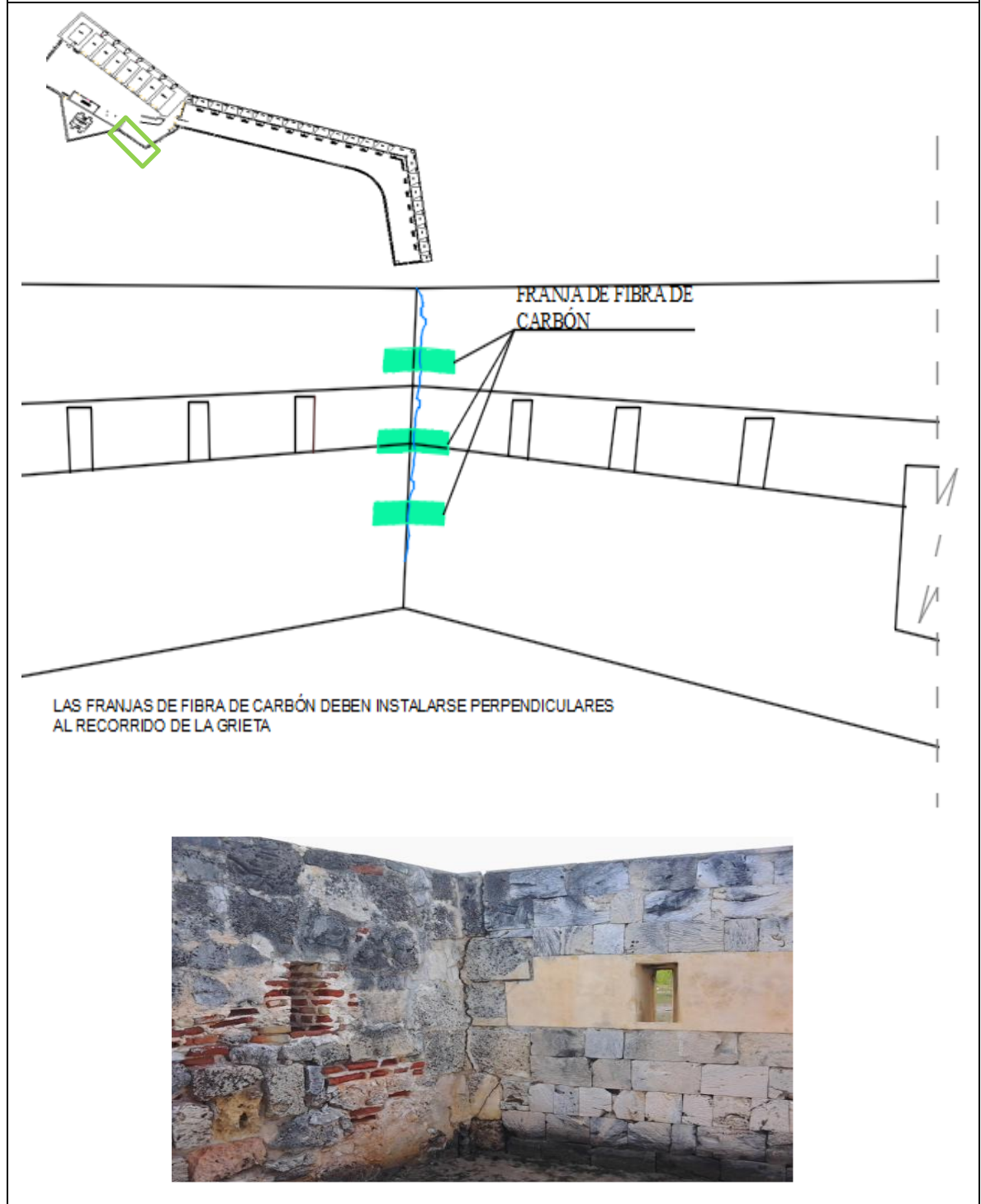


Ilustración 123. Esquema de reforzamiento para la Rampa de acceso al segundo piso. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]

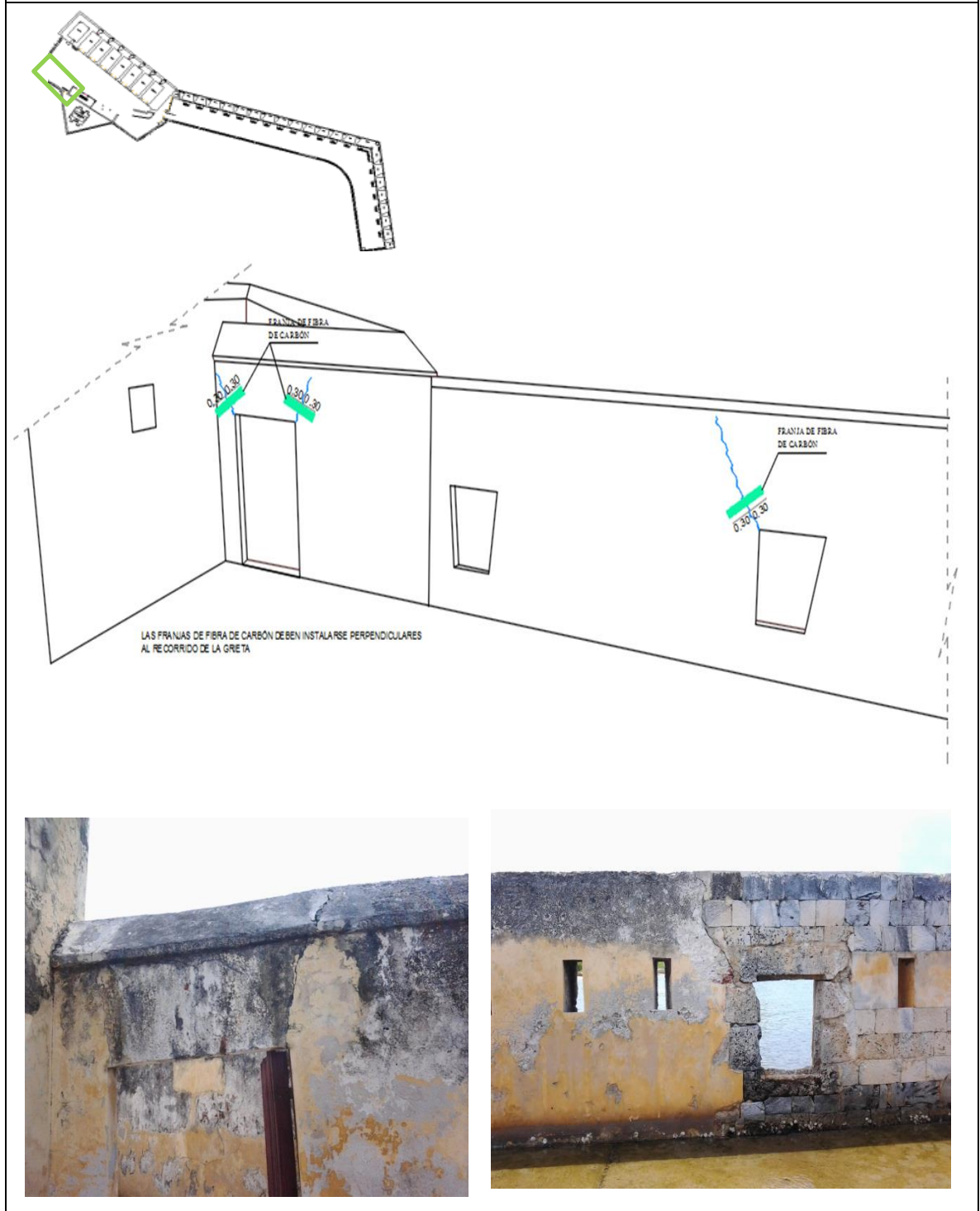
Esquema de reforzamiento para el Muro Patio Triangular



Esquema de reforzamiento para el Muro Externo



Esquema de reforzamiento para el Muro Externo



De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo III de este documento, los procesos de dragado y ampliación del canal de acceso a la bahía de Cartagena, tienen una menor incidencia en el Fuerte San Fernando de Bocachica (*Ilustración 124*). Sin embargo, es claro que una las condiciones de las corrientes repercuten a largo plazo en los procesos de socavación tanto de la piedra que conforma la cimentación del fuerte, como el suelo que lo soporta. Por tal motivo, y siguiendo las recomendaciones del ingeniero de suelo, se planteó una propuesta muy similar a la expuesta en el Fuerte-Batería de San José; la cual tiene como objeto un menor efecto del oleaje, las corrientes de arrastres y dragados artificiales próximos, sobre el Fuerte San Fernando de Bocachica.

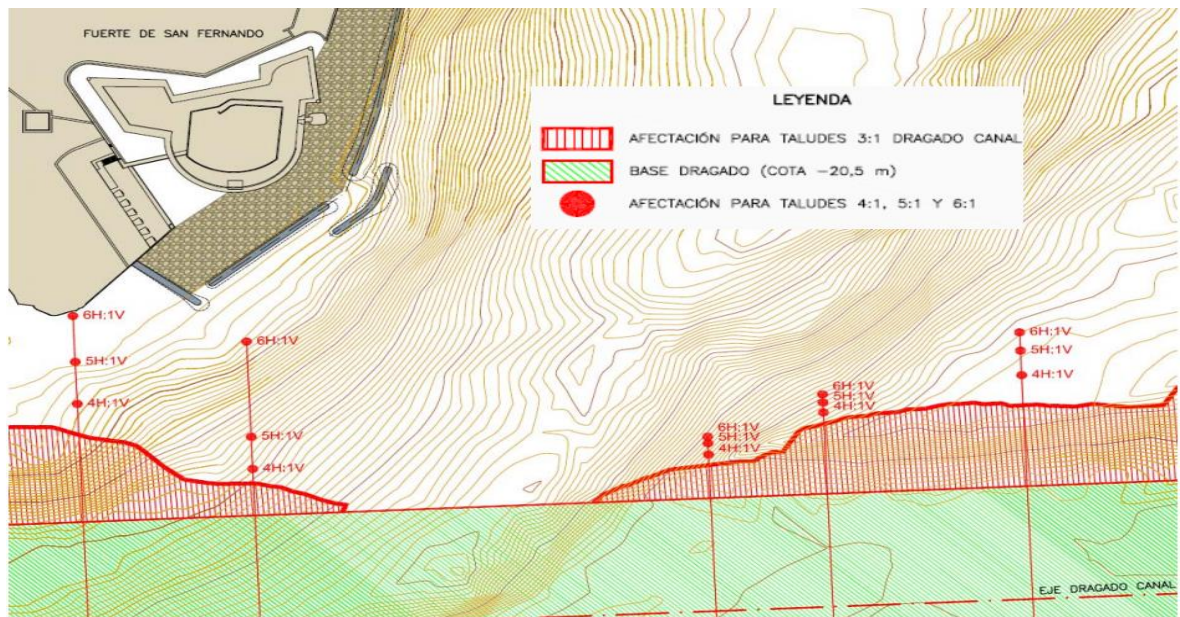


Ilustración 124. Zona afectada en planta por el dragado del canal, con taludes hasta de 6H: 1V, y puntos de corte con el fondo marino para el resto de taludes estudiados. Catalá, J.; Calderón, P. (2014) [Ilustración]. Recuperado de “*Informe Universidad de Valencia*”.

Se propone entonces el remplazo de piedras sillares en el cimiento, de acuerdo con una evaluación patológica, un análisis químico y de estabilidad de las mismas. Adicionalmente, se

debe proteger la cimentación del fuerte, para lo cual se plantea una cortina de pilotes de arena gravosa de 0,25 metros de diámetro y de 2,50 metros de longitud, tal como se muestra en la *Ilustraciones 125 y 126*. Al igual que en el Fuerte-Batería de San José, la arena gravosa debe envolverse en geotextil, con el objetivo de retener los finos que son succionados por efecto del oleaje; con esto se obtendría un aumento en la capacidad portante del subsuelo donde está cimentado el Fuerte San Fernando. La acción de los pilotes estaría complementada con un enrocado de 5,0 metros de ancho para permitir una disipación de la energía del oleaje antes de impactar el fuerte. La cota de corona del muro en escollera corresponde a la cota del nivel marea máxima promedio de bajamar, estimada en 0,61 metros para la bahía de Cartagena.

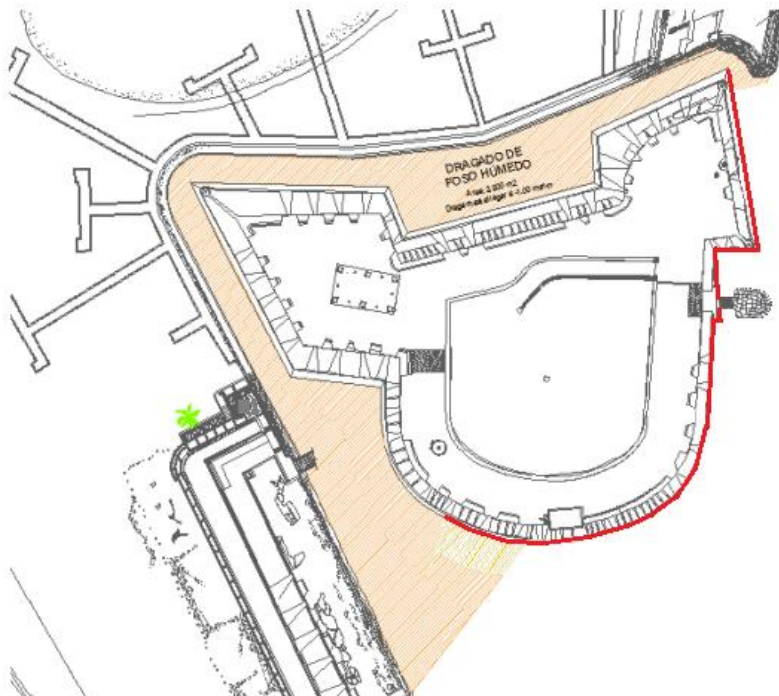


Ilustración 125. Ubicación de la cortina de pilotes. Berrocal, A. (2017) [ilustración]. Recuperado de “*Propuesta San Fernando. Plano de planta de las medidas de protección marítima, Catalá, J.; Calderon, P., (2014)*”

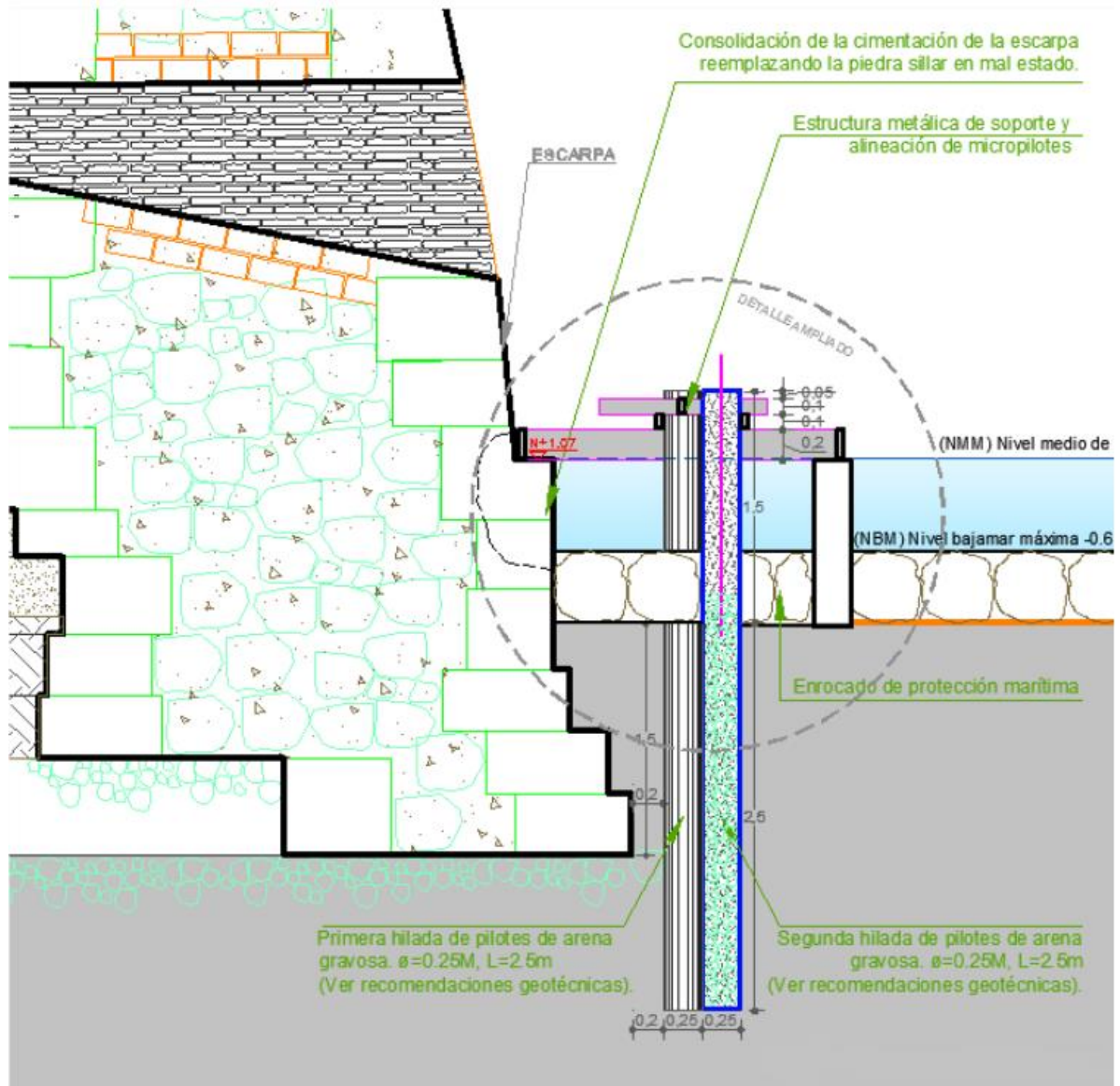


Ilustración 126. Esquema de ubicación de pilotes. Berrocal, A. (2017) [ilustración]. Recuperado de “Propuesta San Fernando. Plano de planta de las medidas de protección marítima, Catalá, J.; Calderon, P., (2014)”

La propuesta también contempla la colocación un espolón sumergido que disminuya el paso de sedimentos transportados por las corrientes hacia la zona del foso húmedo (Ilustración 127 e Ilustración 128).

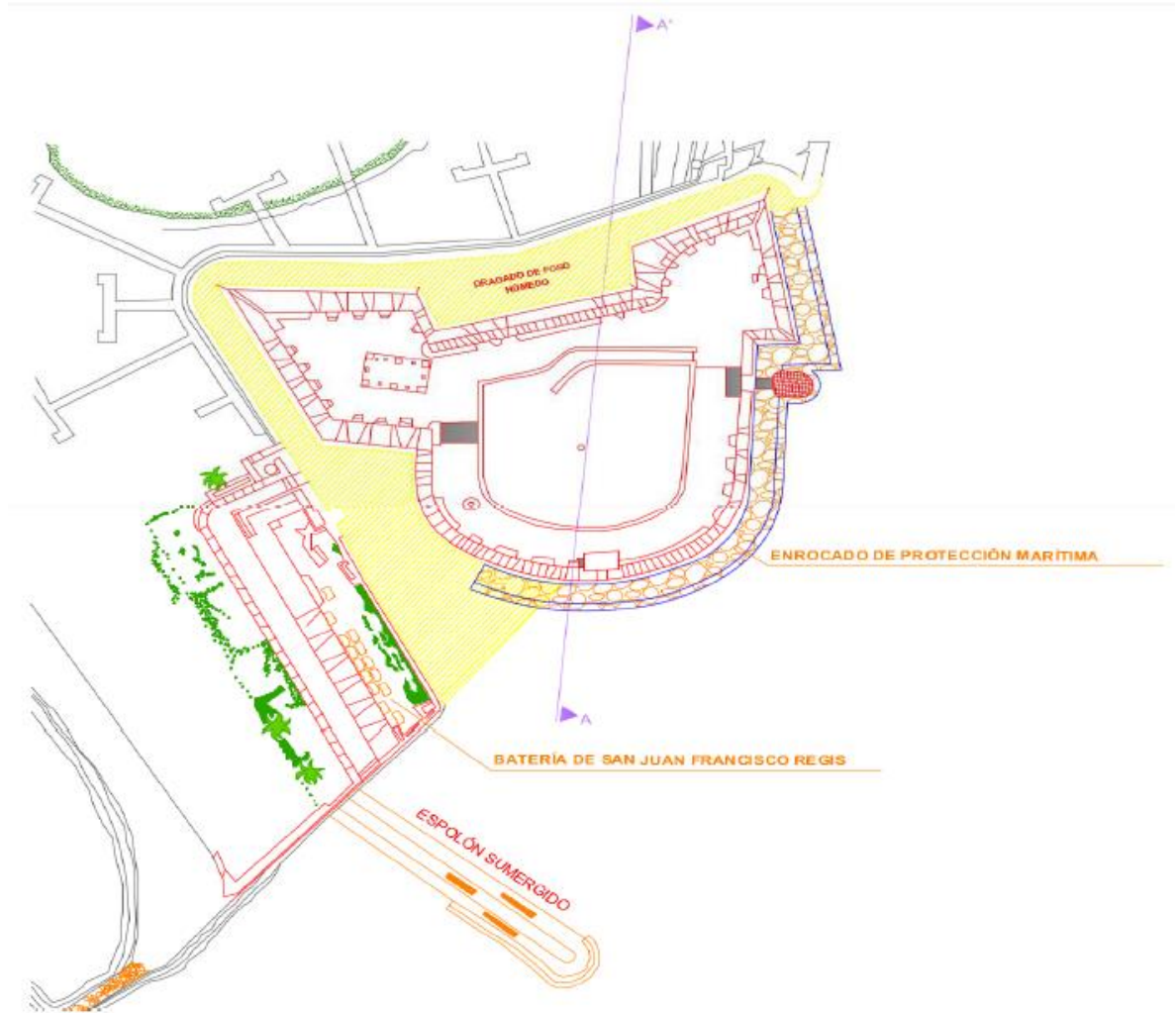


Ilustración 127. Esquema, vista en planta de propuesta de estabilización de la base del Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].

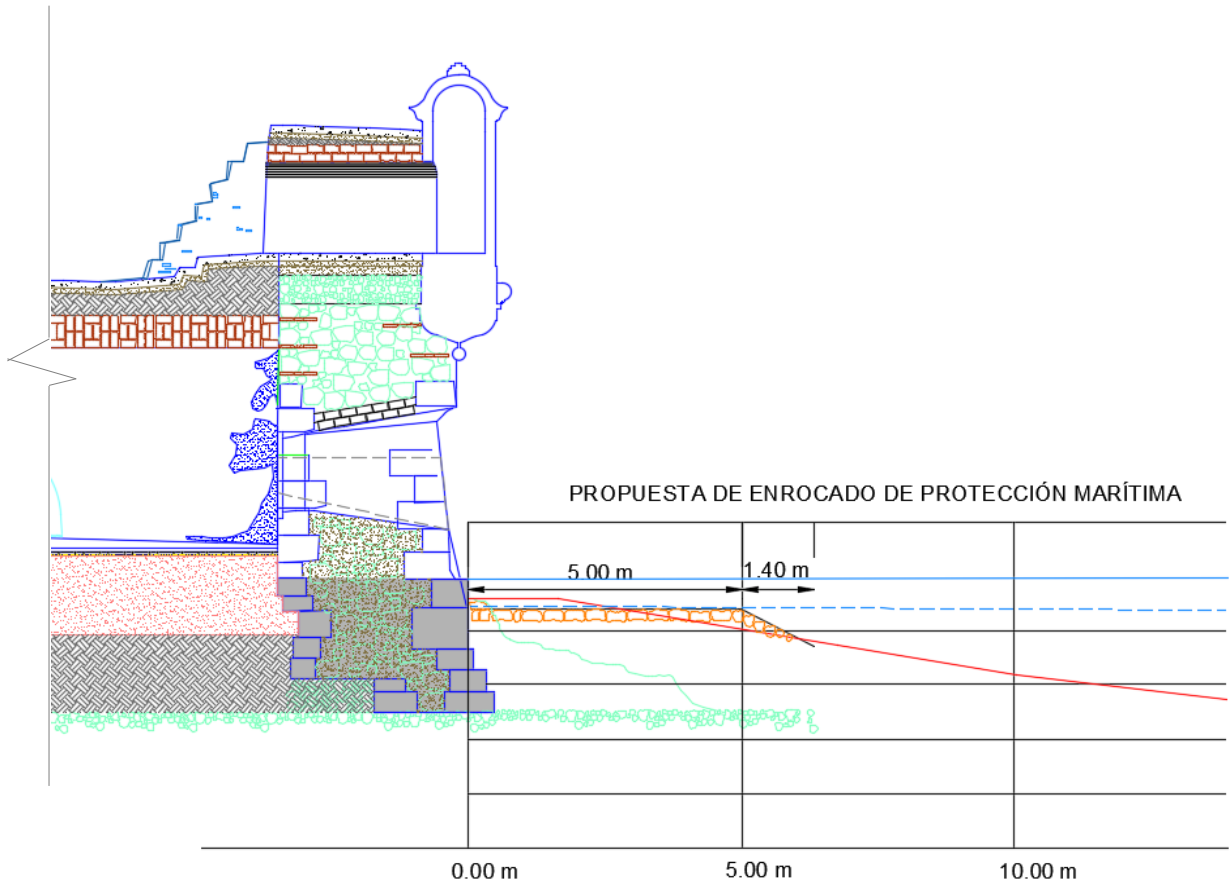


Ilustración 128. Esquema, corte A-A' de propuesta de enrocado de protección marítima para el Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].

Una vez garantizada la estabilidad del fuerte, tanto del suelo de soporte como de la cimentación, se debe proceder al tratamiento de las patologías ya existentes, para lo cual se debe realizar mantenimiento a los sistemas hidráulicas, sellar las grietas en muro y realizar impermeabilización de las cubiertas para evitar las infiltraciones. En las zonas donde haya presencia de colonias biológicas se deben aplicar productos inhibidores de crecimiento biológico, después de haberlo eliminado para posteriormente y de modo generalizado reponer

el mortero de cal y arena que originalmente recubre toda la estructura. De igual forma se deben aplicar productos especiales para reducir los efectos de las sales sobre toda la fortaleza.

En punto particular de sellado de grietas, la propuesta de reforzamiento se realizó considerando condiciones de empotramiento, teniendo en cuenta que el suelo con el tiempo se ha consolidado y que las medidas se adoptaran después de haber garantizado la estabilidad de la estructura. Por otra parte, los movimientos sísmicos que serán utilizados corresponden a un nivel de seguridad limitada, permitido por la NSR-10 en su TITULO A, SECCIÓN A-10.

En las bóvedas que conforman el Fuerte se detectaron principalmente dos patrones de falla. En primer lugar, hay algunas bóvedas que presentan sobreesfuerzos longitudinales de tracción - en la dirección paralela al largo de la bóveda- en los extremos de las mismas, tal como se muestra en la *Ilustración 129*, donde las zonas en color azul representan las áreas con sobreesfuerzo. Nótese que es en estas zonas donde se encuentran las bóvedas con el muro interno y con la contraescarpa.

Propuesta de reforzamiento entonces, contempla colocar fibras de carbonos ubicadas longitudinalmente a lo largo de la bóveda en ambos extremos, como se esquematiza en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*. Las características de la fibra y los procedimientos para la determinación del número de bandas se especifican en las *Tabla 42* y *43*, del ítem Análisis de reforzamiento para el Fuerte- Batería de San José.

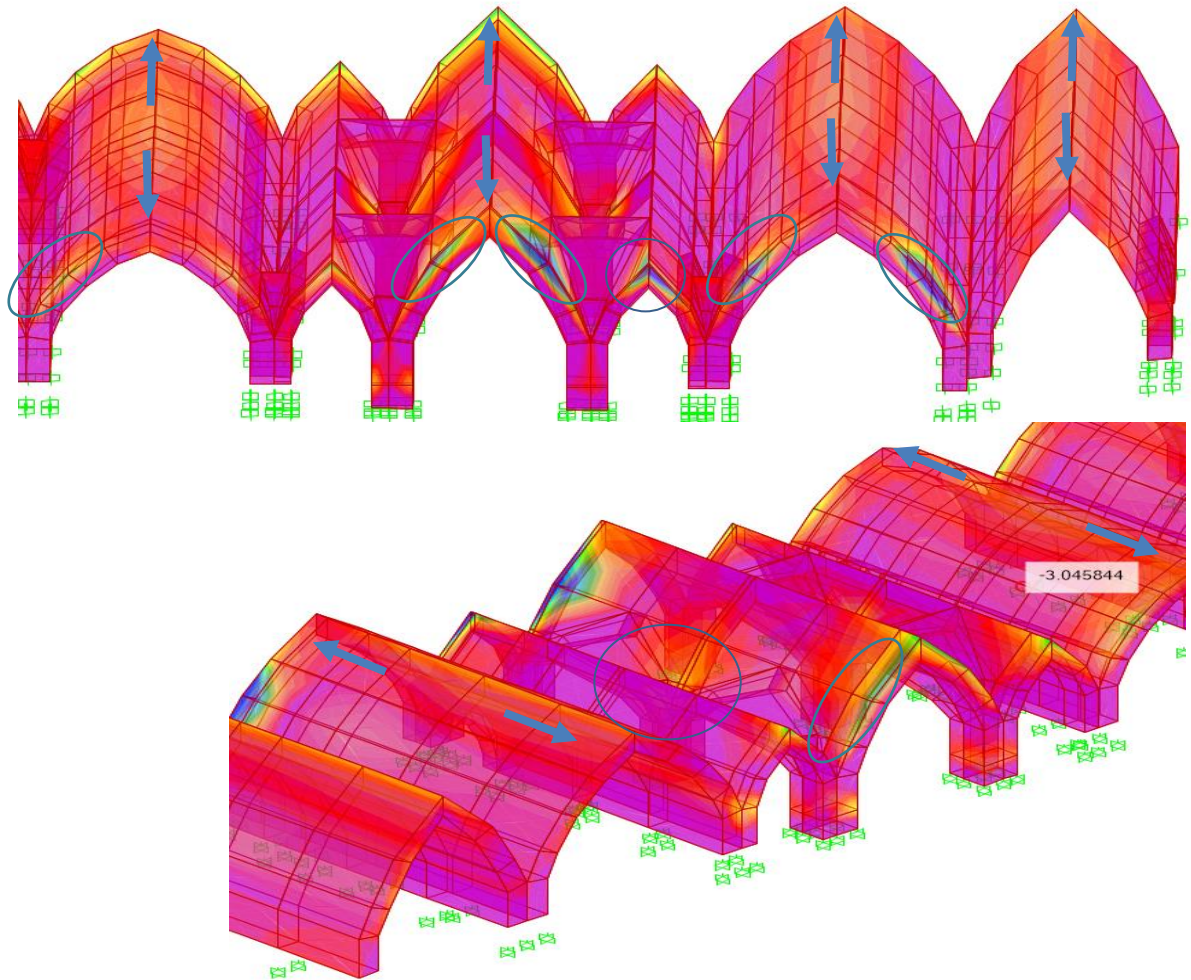


Ilustración 129. Diagramas que muestran los esfuerzos a tracción S11 que se presentan en sentido paralelo a la clave de las bóvedas; condición de empotramiento. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1

Otro patrón de falla típico se presenta en la dirección S22, la cual abarca el recorrido de la curvatura de las bóvedas. Este tipo de sobreesfuerzo se presenta en algunas bóvedas en los baluartes del Rey y la Reina, concentrándose principalmente en la clave (*Ilustración 131*).

En la *Ilustración 132* se muestran en color azul y verde un ejemplo de zonas afectadas en estos casos: polvorera del Baluarte del Rey.

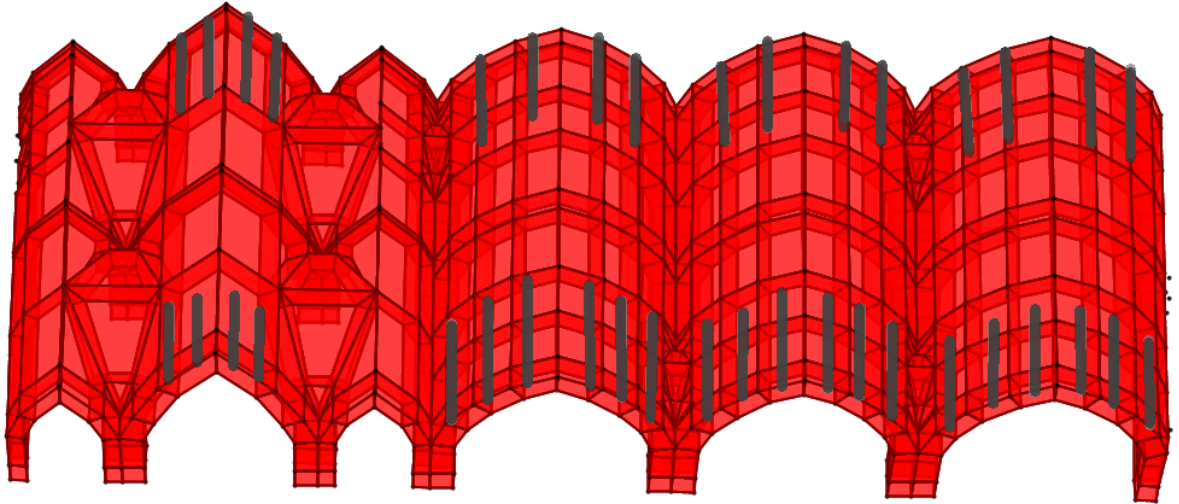


Ilustración 130. Fibras de carbono para reforzamiento en la dirección S11. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1

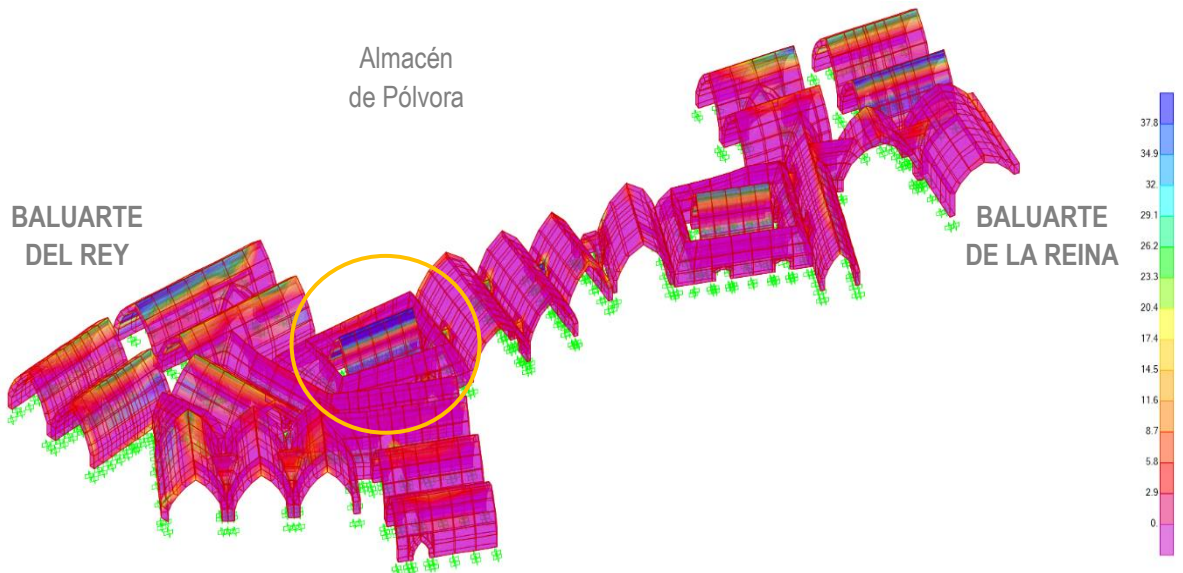


Ilustración 131. Sobreesfuerzos en la dirección S22. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1

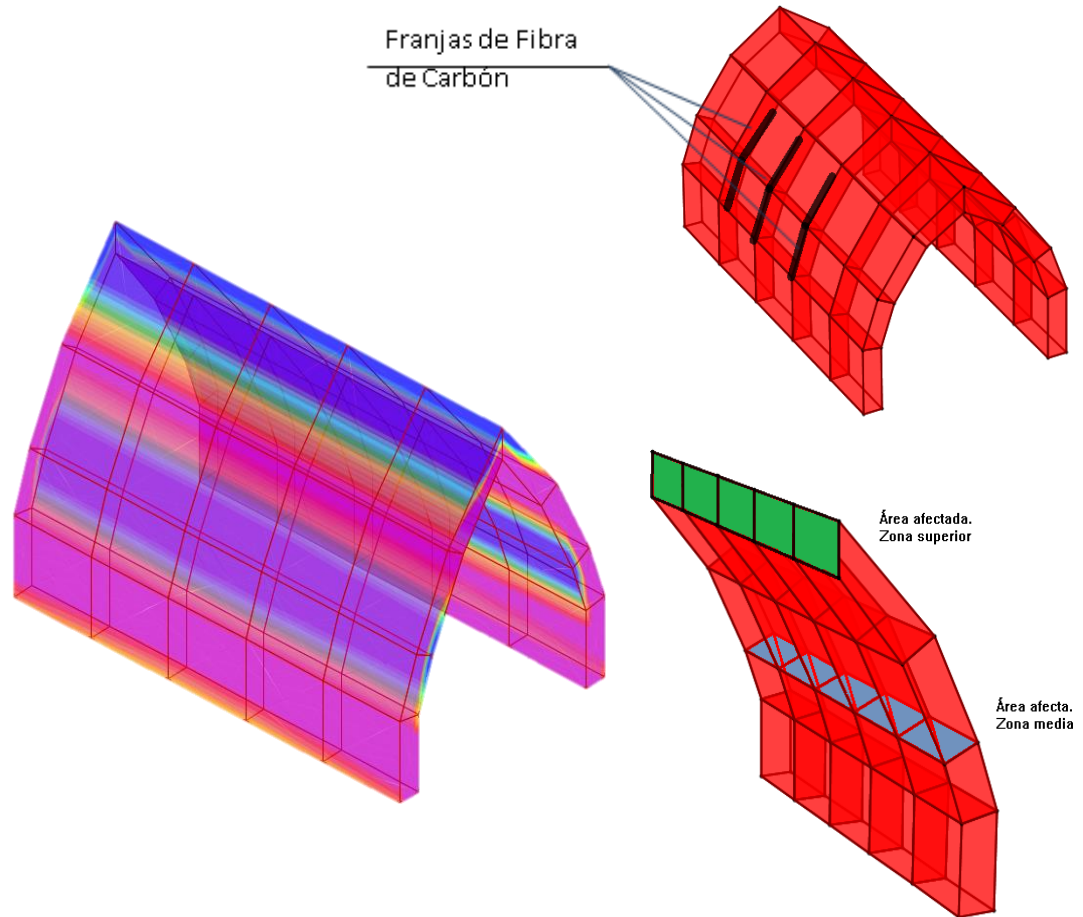
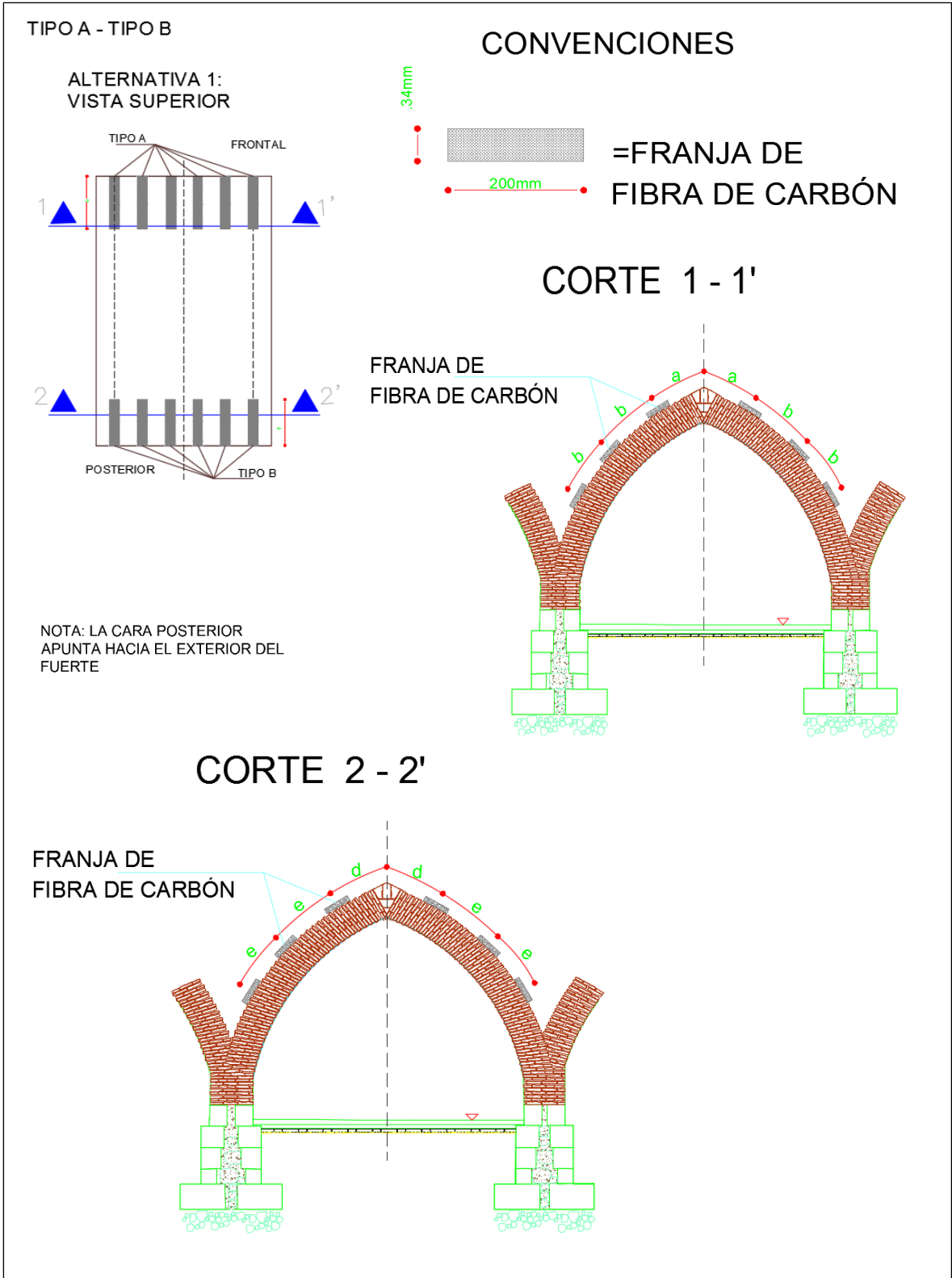


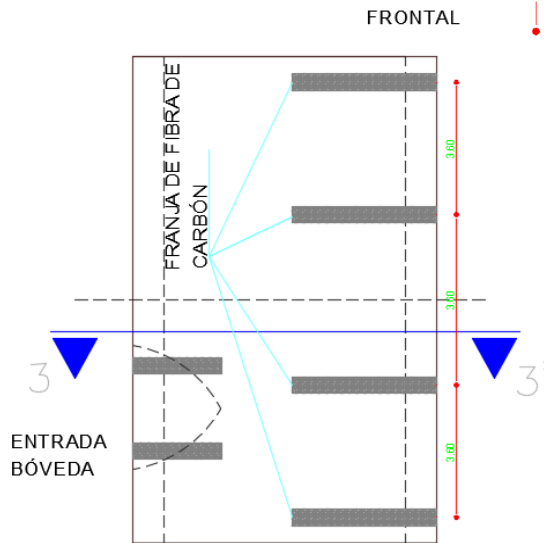
Ilustración 132. Zonas afectadas por la concentración de esfuerzos S22 y esquema de colocación de fibras de carbono para el mismo, tomando como ejemplo el almacén de pólvora. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1

Se definieron entonces, cinco tipos de refuerzos, A, B, C, D, E y F, para las diferentes bóvedas del fuerte. La *Tabla 44* muestra las dimensiones y el número de franjas Tipo A y Tipo B para las zonas que lo requieren; a continuación, se muestra además de los tipos, la ubicación de las franjas por bóvedas, vista en planta, ver. *Ilustración 133*.

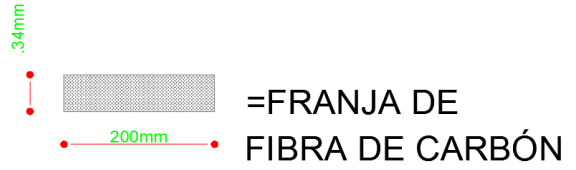


TIPO C

VISTA INFERIOR
Bóveda 26

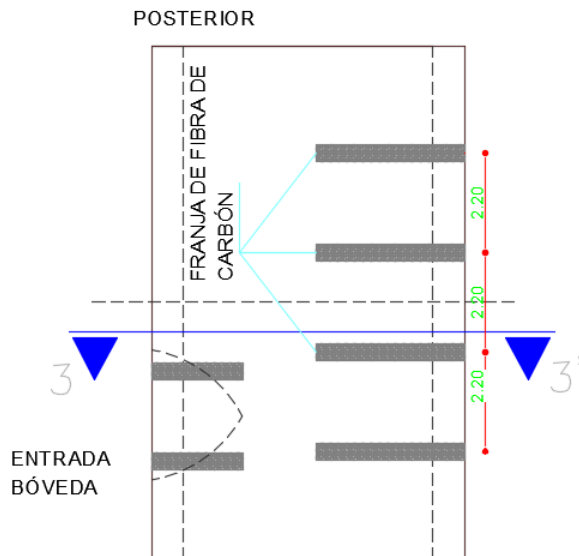


CONVENCIONES

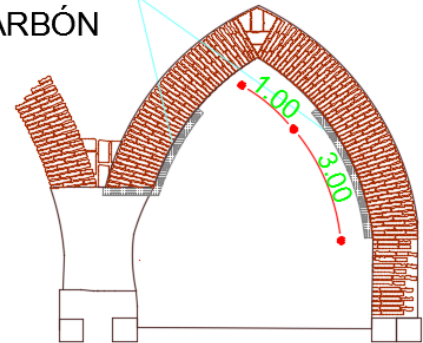


CORTE 3 - 3'

VISTA INFERIOR
Bóveda 38



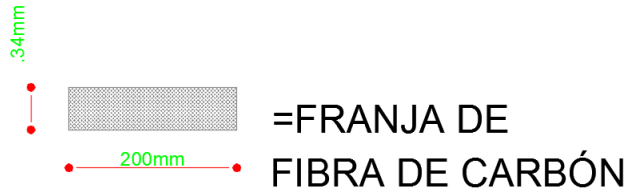
FRANJA DE FIBRA DE CARBÓN



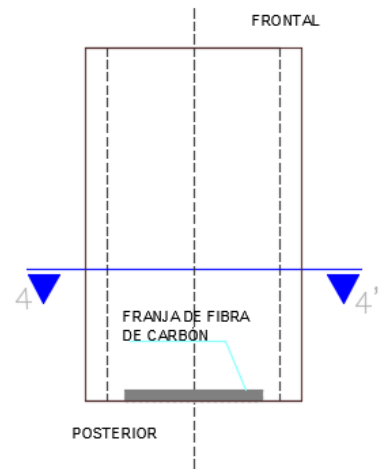
NOTA: LA CARA POSTERIOR APUNTA HACIA EL EXTERIOR DEL FUERTE

TIPO D

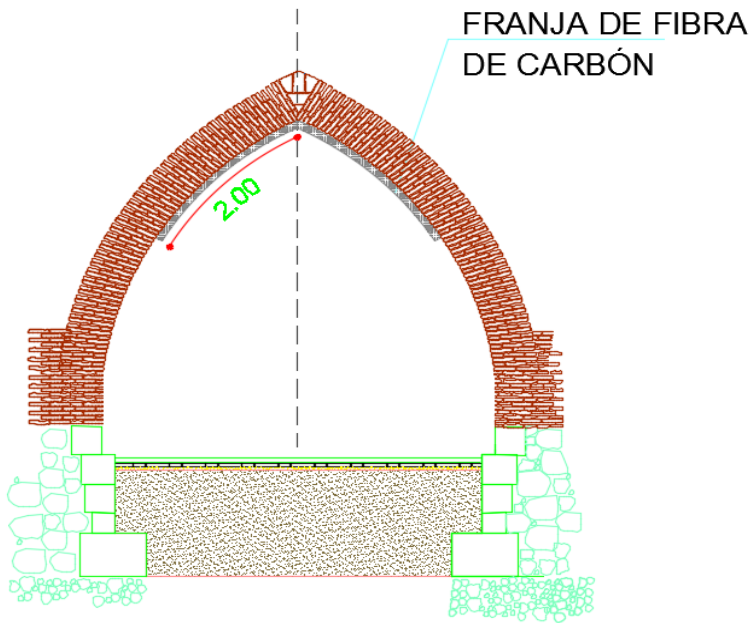
CONVENCIONES



VISTA INFERIOR
Bóvedas 26 y 27



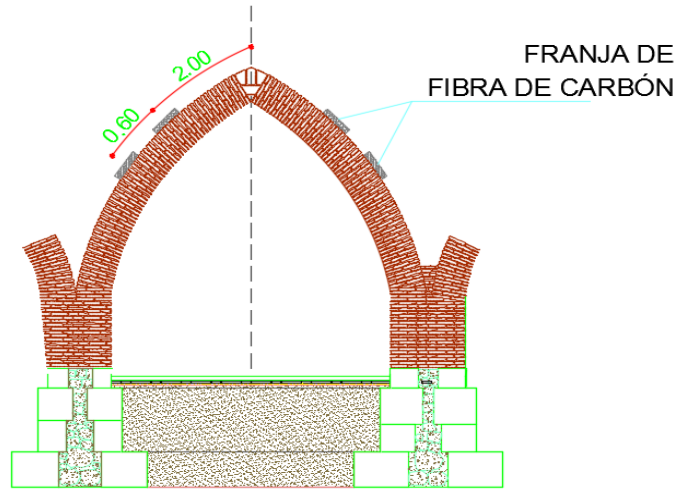
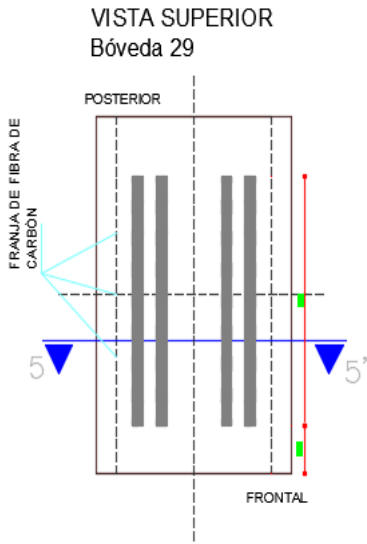
CORTE 4-4'



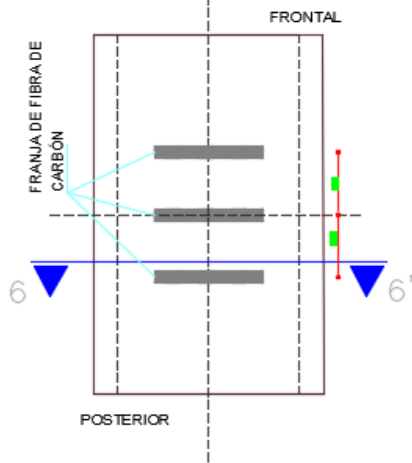
NOTA: LA CARA POSTERIOR
APUNTA HACIA EL EXTERIOR DEL
FUERTE

TIPO E

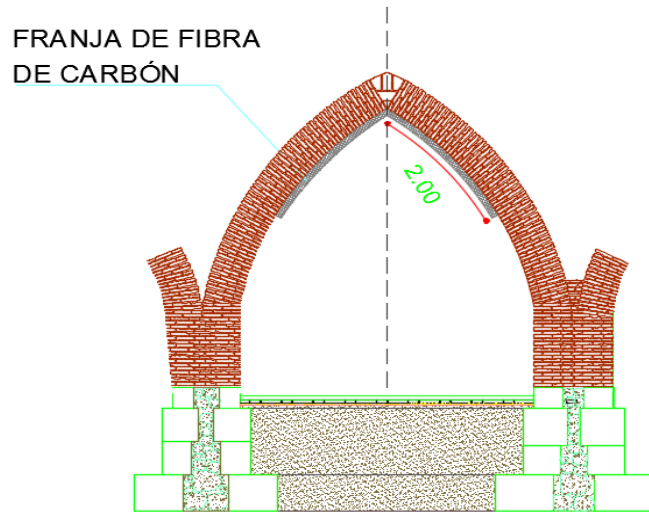
CORTE 5- 5' Bóveda 29



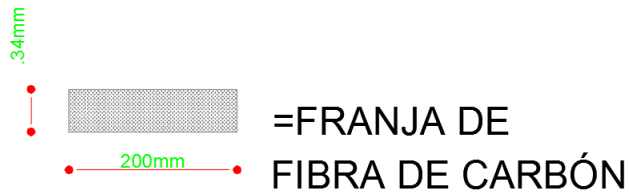
VISTA INFERIOR Bóveda 29



CORTE 6- 6' Bóveda 29



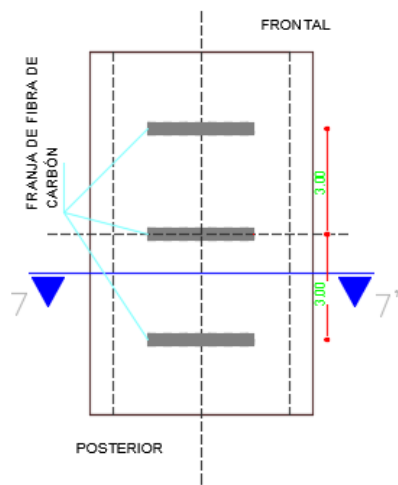
CONVENCIONES



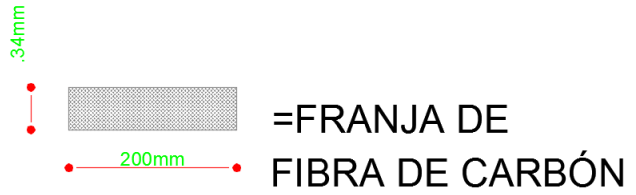
NOTA: LA CARA POSTERIOR
APUNTA HACIA EL EXTERIOR DEL
FUERTE

TIPO F

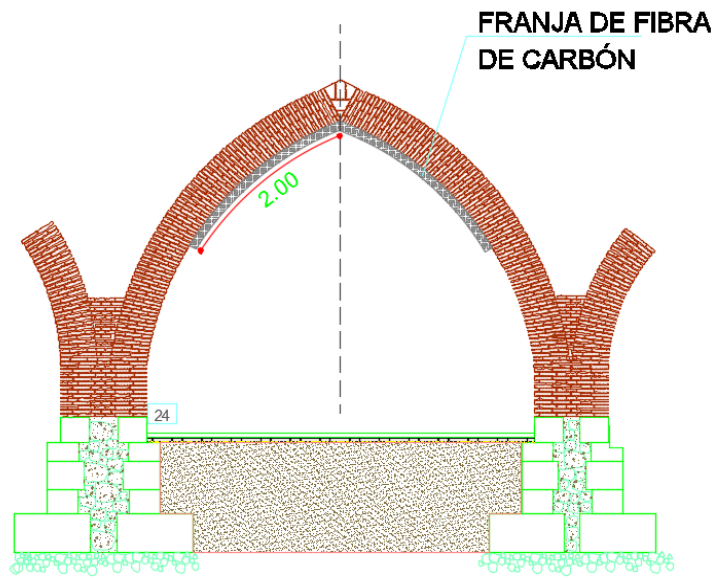
VISTA INFERIOR
TIPO F Bóveda 24



CONVENCIONES



CORTE 7 - 7'



NOTA: LA CARA POSTERIOR
APUNTA HACIA EL EXTERIOR DEL
FUERTE



Ilustración 133. Localización en plata de los tipos de refuerzos. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].

Tabla 44
de refuerzo Tipo A y Tipo B.

Dimensiones

LOCALIZACIÓN	DIMENSIONES			
	TIPO A		TIPO B	
	#	6 franjas	#	5 franjas
03/04: Cuerpo de guardia del oficial	a	0,35 m	d	0,00 m
05: Habitación del comandante	b	0,80 m	e	0,90 m
06/07/: Cuerpo de guardia del oficial	c	1,00 m	f	1,00 m
	#	5 franjas	#	-
08: Necesarias	a	0,00 m	d	-
19: Pasillo de baterías bajas	b	0,90 m	e	-
	c	1,20 m	f	-
	#	7 franjas	#	10 franjas
02: Puerta principal	a	0,00 m	d	0,30 m
	b	0,90 m	e	0,50 m
	c	1,20 m	f	1,50 m
	#	2 franjas	#	3 franjas
02a/02b: Puerta principal	a	1,00 m	d	0,00 m
	b	0,00 m	e	0,80 m
	c	1,20 m	f	1,00 m
	#	-	#	10 franjas
43: Cuerpo de guardia de tropa	a	-	d	0,40 m
	b	-	e	0,70 m
	c	-	f	1,50 m
	#	4 franjas	#	-
09: Habitación para el oficial de artillería	a	0,80 m	d	-
10: Cuarteles de oficiales y soldados	b	1,60 m	e	-
	c	1,20 m	f	-
	#	10 franjas	#	10 franjas
30: Capilla	a	0,40 m	d	0,40 m
33: Habitación del ingeniero	b	0,80 m	e	0,80 m
	c	1,70 m	f	1,70 m
	#	-	#	6 franjas
21/22: Batería baja	a	-	d	0,40 m
25a/25b: Aljibes	b	-	e	0,80 m
39a/39b: Aljibes	c	-	f	1,70 m

Nota: Berrocal, A. (2017).

Finalmente, para el análisis de la condición suelo-estructura se utilizaron las teorías de Coloumb y la de Mononobe-Okabe en el cálculo de las constantes de rigidez, las cuales son totalmente válidas, es importante anotar que, en ellas, no se tuvo en cuenta un parámetro importante como la relación de vacíos, que es fundamental en la determinación de deformaciones en arcillas, y además se ignora la historia de carga del suelo. Por esta razón se recomienda para la realización de posteriores investigaciones, la determinación de las constantes de rigideces del suelo a través de la realización de ensayos de placas de carga que permitan determinar la relación real entre las presiones actuantes y el asentamiento que producen las mimas (determinación de coeficiente de balasto). Adicionalmente, se recomienda la utilización de otros métodos para el cálculo de los valores de rigideces que permitan comparar con los resultados aquí obtenidos; se sugieren el modelo dinámico de D.D Barkan – O.A Savinov, que tiene en cuenta los coeficientes de compresión elástica uniforme y no uniforme del suelo, la inercia y el área de la base del cimiento; o el modelo dinámico A.E. Sargsian, que además tiene en cuenta la densidad del suelo de fundación, la velocidad de propagación de las ondas longitudinales en el suelo de fundación y la propagación de ondas transversales; entre otros (Villareal, 2009). Lo anterior debería complementarse con la realización de estudios de análisis de la agresividad del suelo y del agua, para descartar o controlar el riesgo de alteraciones químicas de la cimentación de ambos fuertes.

X. GLOSARIO

ALJIBE: Cisterna que se fabrica de piedra o ladrillo con pega de argamasa muy cargada de cal. La bóveda era generalmente a prueba de bomba y se embetunaba para prevenir las filtraciones. En ello se recogía agua lluvia.

ALVEOLIZACIÓN: Consiste en la aparición de una red bastante continua de cavidades alveolares, que pueden estar originadas por la disolución, o hidrólisis seguida de disolución, de determinados minerales como pueden ser calcita o yeso, o por acción del viento cargado de partículas, o por la acción de las raíces de plantas. Es relativamente común en calizas, en areniscas con cemento carbonatado, o en rocas porosas en general.

ARCADA: Se trata de una o dos líneas de arcos sostenidas por pilares o columnas independientes. Las arcadas son características de la arquitectura española y, por extensión, de la arquitectura correspondiente al periodo virreinal en América. El Claustro de San Agustín y los claustros coloniales de Cartagena, Mompox, Tunja y Popayán manejan arcadas alrededor de sus patios centrales. En otras construcciones como la Casa de la Aduana de Cartagena, las arcadas fueron usadas en el primer piso de la fachada.

ARCO DE MEDIO PUNTO: Es el arco con forma de semicírculo. Fue usado profusamente en la arquitectura romana, retomado por España y transmitido a América durante el período hispánico. Los pasillos del primer piso del Claustro de San Agustín usan este tipo de arco.

ARGAMASA: Mortero o pegante de construcción constituido por cal, arena y agua que al secarse adquiere una consistencia dura. En Colombia fue particularmente usado durante el período hispánico para unir piedras y ladrillos.

ARQUITECTURA COLONIAL [VIRREINAL]: Cuando se habla de arquitectura colonial, se hace referencia a las manifestaciones arquitectónicas y edificaciones levantadas por los españoles en América siguiendo los principios constructivos y tipológicos de la metrópolis, entre 1492 (fecha de la llegada de los españoles) e inicios del siglo XIX (período en que se dieron procesos de independencia en el continente), además de todas aquellas que, aunque no fueron construidas durante el período virreinal, conservaron las técnicas y materiales constructivos de dicha época. Esta clase de arquitectura, tiene sus manifestaciones en las edificaciones de tipo religioso, civil (Siendo el Palacio de la Inquisición el mejor ejemplar de arquitectura civil del siglo XVII en Cartagena De Indias) y militar; aplicando en la composición de los elementos, los principios renacentista y posteriormente barrocos vigentes en España; como lo son las naves, capillas, bóvedas, cúpulas etc. en el caso de las edificaciones de tipo religioso. Por otro lado, la construcción de grandes estancias alrededor de uno o varios patios, reflejan no solamente la proveniencia andaluza de los conquistadores, sino al mismo tiempo la herencia árabe, y antes que ésta, romana y griega de las casas de dichas regiones peninsulares. En lo que respecta a las edificaciones militares, la concepción y el desarrollo de las defensas de ciudades como Cartagena pertenecen a los siglos XVII y XVIII, la época del apogeo de la fortificación permanente abaluartada, respuesta de la ingeniería militar al progresivo avance de la artillería. En América se dieron múltiples

variantes de estos estilos debido a la influencia del clima, los materiales y las necesidades locales. Dentro de la arquitectura colonial [Virreinal] colombiana es posible encontrar múltiples influencias estilísticas que oscilan entre el mudéjar y la influencia renacentista (portada de la catedral de Tunja de 1598), barroca (portada del Palacio de la Inquisición en Cartagena de Indias, con pilastras rehundidas que flanquean la puerta y sostienen un entablamento, cuyo friso está decorado con estrías verticales, a modo de tríglifos, colocados encima de las pilastras y la clave) y rococó.

BALUARTE: Cada uno de los volúmenes que sobresalen en un “frente de plaza”. En el siglo XVIII, su figura es pentagonal y se compone de dos *caras*, expuestas al enemigo; dos *flancos* que terminan en una cortina; y la *gola* o cuello, línea imaginaria que lo une a la misma que le sirve de acceso. “Es [...] la parte principal de una Fortaleza, porque su disposición, figura, magnitud y construcción depende de la buena defensa de la Plaza”. Las dimensiones y ángulos de los baluartes, y la distancia entre ellos, estaban regulados por la necesidad de cubrir e fuego de cañón, desde sus flancos, la escarpa de la cortina y la cara de los baluartes vecinos.

CONCRETO U HORMIGÓN: Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

CONTRAESCARPA: Pared opuesta a la escarpa, la cual se encuentra constituida por un material compuesto de mala calidad.

DOVELA. Elemento constructivo que conforma un arco. Tradicionalmente han sido en ladrillo o piedra. Más recientemente se ha empleado en su fabricación el hormigón armado.

ESCARPA: Plano inclinado que forma la muralla de algunas fortificaciones, la muralla de Cartagena está formada por sillares semi-labrados de piedra caliza-coralina.

GARITA: Torrecilla con ventanas largas y estrechas, que se coloca en puntos salientes de las fortificaciones para abrigo y defensa de los centinelas

GUTAGAMBA: Resina vegetal típica del entorno de Cartagena, con ella se obtenía un color amarillo con la que se enlucían los edificios militares cuando la piedra no quedaba a la vista, era extraído de una raíz de la India.

LIENZO: Porción de muralla entre dos baluartes.

LADRILLO MILITAR: Bloque de arcilla o cerámica cocida empleado en la construcción de muros y revestimientos decorativos. Los ladrillos pueden secarse al sol, pero acostumbran a secarse en hornos. Resisten a la humedad y el calor y pueden durar en algunos casos más que la piedra. Su color varía dependiendo de las arcillas empleadas y sus proporciones cambian de acuerdo a las tradiciones arquitectónicas.

MAMPOSTERÍA. Se conoce con este nombre al sistema de construcción de muros en ladrillo, bloque de concreto o piedra. En algunos casos la mampostería se realizó a partir de piedras y ladrillos superpuestos, posiblemente, unidos con argamasa.

MERLÓN: Cada una de las partes de un parapeto que hay entre dos aberturas para disparar cañones. Detrás de cada merlón, sobre el terraplén, se colocaba una banqueta de tierra o piedra para que la tropa pudiese hacer fuego con el pecho cubierto, y el artillero ordenar la disposición de sus cañones.

MURETE O PRIMA: Ensamble de piezas de mampostería con mortero de pega inyectadas o no de morteros de relleno usado como espécimen de ensayo para determinar las propiedades de la mampostería.

NÚCLEO, PROBETA O TESTIGO: Muestra cilíndrica de roca o suelo empleado para analizar su capacidad portante.

PILASTRA. Columna adosada a una pared cuya función puede ser estructural o decorativa. Así como ocurre con todas las columnas, consta de basa, fuste y capitel, y éste último puede pertenecer a cualquier orden arquitectónico (dórico, jónico, corintio).

SILLARES: Se denomina sillares las piezas de dimensiones tales, que exija el empleo de útiles y mecanismos para su traslado y empleo y muy trabajadas con una o más caras labradas.

TRONERA: Abertura en el parapeto de una cortina para disparar con seguridad los cañones.

Se situaba entre dos merlones.

TOLETE: Es la unidad de mampostería sólida. Puede ser de arcilla cocida, de concreto o sílico- calcárea.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, A. (2017). *Análisis Comparativo de Resistencias a Compresión en Muros de Mampostería, por medio del Uso de fibras de Carbono y Basalto para Procesos de Restauración y Conservación. Manuscrito no publicado.* Universidad de Cartagena, Programa de Ingeniería Civil. Cartagena-Colombia: Universidad de Cartagena.
- Agamez, D., & Jaramillo, P. (2010). *Determinación de la vulnerabilidad estructural de las murallas de Cartagena ante los efectos vibratorios producidos por los vehículos articulados de Transcaribe, caso Baluarte de San Ignacio y San Pedro Mártir.* Cartagena: Universidad de Cartagena.
- AICO Ltda. (2012). *Extracción de núcleos y ensayos de resistencia de Fuerte San Fernando de en la Isla de Tierra Bomba, Bocachica, Bolivar, Colombia .* Cartagena .
- AIS. (2012). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). En A. C. (AIS), *D* (Vol. 2, págs. D-2,D-74). Bogotá, Colombia .
- ARNOLDO BERROCAL INGENIERIA S.A.S. (2013). *DISEÑO Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PALACIO DE LA PROCLAMACIÓN. ANTIGUA SEDE DE LA GOBERNACIÓN.* Cartagena: ABIngeniería S.A.S.
- ARNOLDO BERROCAL SAS & GEOCONSULTAS LTDA. (2013). *EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS SOBRE LAS ESTRUCTURAS EN CONCRETO Y MAMPOSTERÍA DEL EDIFICIO SEDE DE LA GOBERNACION DE BOLIVAR.* Cartagena.

- Badawi, H. (2008). *CLAUSTRO: HISTORIA Y PATRIMONIO. EL CLAUSTRO SAN AGUSTÍN* (pág. 2). Bogotá: Universidad Nacional.
- Betti, M., & Vignoli, A. (diciembre de 2011). Numerical assessment of the static and seismic behaviour of the basilica of Santa Maria all'Impruneta (Italy). *Construction and Building Materials*, 25, 4308–4324.
- Betti, M., Orlando, M., & Vignoli, A. (noviembre de 2011). Static behaviour of an Italian Medieval Castle: Damage assessment by numerical modelling. *Computers & Structures*, 89, 1956–1970.
- Bonilla, J. A. (2004). *Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica*. Obtenido de http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_631.pdf
- Cabrera, A. (2016). *MURALLAS SUMERGIDAS. FUTURO DE CARTAGENA BASADO EN LECCIONES DEL PASADO*. Cartagena.
- Cabrera, A., Martelo, R., Martinez, A., & Martinez, R. (1995). *La Ruta De Los Hornos*. Cartagena: Obra Inedita.
- Cañón, J. D. (2012). *Caracterización físico - química y mineralógica de morteros de cal empleados en puentes históricos de arco de ladrillo en la región del alto Cauca (Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia , Caldas. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- CARBAJO, P. A. (Diciembre de 2011). *La Piedra Coralina*. (S. E. PUBLICACIONES LITOS, Editor) Recuperado el 26 de mayo de 2016, de <http://www.litosonline.com/es/articles/es/407/la-piedra-coralina>

- Casolo, S., & Sanjust, C. (julio de 2009). Seismic analysis and strengthening design of a masonry monument by a rigid body spring model: The “Maniace Castle” of Syracuse. *Engineering Structures*, 1447–1459.
- Catalá, J., & Calderon, P. A. (2014). *ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS Y DATOS DE PARTIDA Y ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES YA EXISTENTES PARA LA PROTECCIÓN INTEGRAL Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CASTILLO DE SAN FERNANDO Y DE LA BATERÍA DE SAN JOSÉ EN BOCACHICA, CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA*. Universidad de Valencia, Departamento de Ingeniería de la Construcción. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (España).
- Catalá, Joaquín; Calderón, Pedro. (2014). “*ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS Y DATOS DE PARTIDA Y ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES YA EXISTENTES PARA LA PROTECCIÓN INTEGRAL Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CASTILLO DE SAN FERNANDO Y DE LA BATERÍA DE SAN JOSÉ EN BOCACHICA, CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA EN UN ESCEN*”. Valencia: Universidad de Valencia.
- COMPUTER & STRUCTURES.INC. (1978-2013). SAP 2000 V.16.1.1. *Solid - Local Axes*. California, Bercley, USA: SAP 2000 Help.
- Congreso de Colombia. (30 de diciembre de 1959). *LEY DE DEFENSA Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y MONUMENTOS NACIONALES. CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES*. Recuperado el 22 de julio de 2016, de unesco.org:

http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/colombia/colombia_ley_163_30_12_1959_spa_orof.pdf

CONSORCIO A & A BOCACHICA. Cartagena de Indias. (2012). *ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTO DE RESTAURACIÓN INTEGRAL DEL FUERTE SAN FERNANDO Y EL FUERTE-BATERÍA SAN JOSÉ DE BOCACHICA EN CARTAGENA DE INDIAS D. T DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR*. Informe Paológico , Ministerio de Cultura, Cartagena .

Coronado, A. R., & Cogollo, J. D. (2015). *Conveniencia de uso de la Piedra Caliza y la Argamasa en los procesos*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena. Recuperado el 2016

Covo, A. (2003). *Introducción a la Mecánica de Suelos*. Cartagena : Universidad de Cartagena .

Covo, A. I. (2012). *EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL FUERTE DE SAN JOSE EN LA ISLA CASCAJO, BOCACHICA, BOLÍVAR COLOMBIA*. Bolivar . Cartagena : AICO Ltda.

Covo, Alvaro I. (2012). *EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL FUERTE DE SAN FERNANDO EN LA ISAL DE TIERRA BOMBA, BOCACHICA, BOLIVAR. COLOMBIA*. Bolívar . Cartagena: AICO Ltda.

CSI. (8 de Octubre de 2014). *Computers and Structure, Inc (US)*. Recuperado el 9 de octubre de 2016, de Knowledge Base: <https://wiki.csiamerica.com/display/kb/Line+%28edge%29+constraint>

- Cueva, A., & Herrera, C. (2013). *PROPIEDADES MECANICAS DE LA MAMPOSTERIA COLONIAL TIPO III DE EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS*. Universidad de Cartagena , Bolívar . Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Egel, M. D. (2008). *ESTUDIO TOPOGRÁFICO, DEL CLIMA MARÍTIMO, CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA Y DETERMINACIÓN DEL OLEAJE DE DISEÑO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DEL REFUERZO DE LAS PROTECCIONES DE LOS FUERTES SAN JOSÉ Y SAN FERNANDO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CANAL DE ACCE*. Bolivar, Cartagena. Recuperado el 09 de 04 de 2016
- España, J., Puello, E., & Almanza, E. (23 de noviembre de 2009). RESISTENCIA ESTRUCTURAL EMPÍRICA DE LA MAMPOSTERÍA DE TIPOLOGÍA COLONIAL EN CARTAGENA DE INDIAS. *Revista Eduación en Ingeniería*(8), 142-154.
- Fonseca, G. (19 de mayo de 2013). ¡A tumbar se dijo! *El Universal*, pág. 1.
- Gamarra, J. C., & Camargo, A. F. (2016). *COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN ENTRE MAMPOSTERÍA COLONIAL MIXTA PRESENTE EN EDIFICACIONES Y*. Universidad de Cartagena , Bolívar . Cartagena: Universidad de Cartagena.
- GEOCONSULTAS Ltda. (2016). *ENSAYOS DE PREFABRICADOS DE CONCRETO*. Cartagena: Geoconsultas Ltda.

- Geological Society Engineering. (1999). Appendix C: Stone and rock properties. En G. S. No.16, & M. Smith (Ed.), *Stone: Building stone, rock fill and armourstone in constrution* (págs. 451-470). London: Series Editor. M.E. BARTON .
- Hernández, C. J. (Mayo- Agosto de 2001). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña. *TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA*, 5(14), 3-14. Recuperado el 08 de 07 de 2016, de <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/ensayo1t14R.pdf>
- HIDROCONSULTORES. (2012). *ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS Y DE LA DINÁMICA COSTERA Y DISEÑOS DE LAS ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA A LOS FUERTES DE SAN FERNANDO Y SAN JOSÉ EN EL CANAL DE ACCESO A LA BAHÍA DE CARTAGENA*. Cartagena: HIDROCONSULTORES Ltda.
- Huerta, S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid, España: Instituto Juan de Herrera. Recuperado el 10 de octubre de 2017, de http://oa.upm.es/1136/1/Huerta_2004_Arcos_bovedas_y_cupulas.pdf
- Instituto Superior Politecnico "José Antonio Echeverría". (1980). *Arquitectura y Urbanismo*. Recuperado el 04 de 24 de 2016, de www.worldcat.org/title/arquitectura-y-urbanismo/oclc/9506930
- Instituto Superior Politecnico "José Antonio Echeverría". (1980). *Arquitectura y Urbanismo*. Obtenido de www.worldcat.org/title/arquitectura-y-urbanismo/oclc/9506930
- Limas, C. A., & Rodriguez, D. A. (2015). *“ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CLAUSTRO DE LA MERCED DE*

CARTAGENA DE INDIAS. Universidad de Cartagena, Bolívar. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.

López, J., Oller, S., & Oñate, E. (1998). *Cálculo del Comportamiento de la Mampostería Mediante Elementos Finitos*. CENTRO INTERNACIONAL DE MÉTODOS NÚMERICOS EN INGENIERÍA, CIMN. Barcelona: Barcelona : Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, 1998.

Losada, M., & Baquerizo, A. (1998). SEDIMENT TRANSPORT AROUND A MOUND BREAKWATER: THE TOE EROSION PROBLEM. *Coastal Engineering Proceedings*, 1720-1729. Recuperado el 10 de Enero de 2018, de <https://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/view/5718/5388>

Lozano, F. J., & Gonzalez, K. A. (2012). *EVALUACIÓN PATOLÓGICA Y DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL FUERTE-BATERÍA DE SAN JOSÉ DE BOCACHICA*. Universidad de Cartagena. Cartagena: Universidad de Cartagena.

Martinez, J. L. (2003). *Determinación teórica y experimental de diagramas de interacción de esfuerzos en estructuras de fábrica y aplicación al análisis de construcciones históricas*. Tesis Doctoral, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Departamento de mecánica de medios continuos y teoría estructural, Madrid. Recuperado el 2016 de 09 de 08, de http://oa.upm.es/339/1/JOSE_LUIS_MARTINEZ_MARTINEZ.pdf

Martinez, R., Cabrera, A., & Martelo, R. (1992). *Técnicas antiguas de construcción; Apuntes de fortificación*. Cartagena : libro en proceso de edición .

- Melendez, E. M. (2015). *CONVENIENCIA DEL USO DE LADRILLOS Y ARGAMASA EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE EDIFICACIONES DE TIPOLOGIA COLONIAL EN CARTAGENA DE INDIAS*. Universidad de Cartagena, Bolívar. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Melero, N. (2006). El Castillo de San Severino de Matanzas, Cuba. Estado actual de las acciones para su restauración y reestructuración. En U. W. Centre, & N. Sanz (Ed.), *Fortificaciones Americanas y Convención del Patrimonio Mundial* (págs. 175-183). Habana, Cuba .
- Millán , L. (2010). *Romperola de Paredes verticales para protección contra oleaje*. San José de Costa Rica: Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica.
- Mogollón, P. (21 de Febrero de 2014). *El Universal* . Recuperado el 13 de febrero de 2016, de Tierrabomba con futuro turístico : <http://www.eluniversal.com.co/opinion/editorial/tierrabomba-con-futuro-turistico-6127>
- Mogollón, P. L. (21 de febrero de 2014). *Tierrabomba, con futuro turístico*. Recuperado el 16 de 03 de 2016, de <http://www.eluniversal.com.co/opinion/editorial/tierrabomba-con-futuro-turistico-6127>
- Navarro, J., & Trujillo, G. (2014). *Evaluación Patológica y de Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte San Fernando de Bocachica*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Orozco, A. (s.f.). *GENERALIDADES SOBRE ROCA Y ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS*. Facultad Nacional de Agronomía. Recuperado el 26 de mayo de 2016, de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/37446/39813>

- Orozco, A. (s.f.). *GENERALIDADES SOBRE ROCAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS*.
- Paradiso, M., Galassi, S., & Benedetti, S. (23 de septiembre de 2013). UNA CONTRIBUCIÓN PARA CONOCER EL FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA, CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA. *Revista de la División de Ingenierías y Arquitecturas*, 136-158.
- Rocha, J. (2003). *Informe Patológico y Geotécnico. Sociedad ed Mejoras Públicas*. Cartagena: Sociedad de Mejoras Públicas de Cartagena .
- Rodriguez, F. (2006). Un enfoque integral en la recuperación de fortificaciones: la Fortaleza de Santiago de Arroyo de Araya, Venezuela. En U. W. Centre, *Fortificaciones Americanas y la Convención del Patrimonio Mundial* (págs. 188-193). Araya, Venezuela.
- Samudio, A. (2015). *Muros de Cal*. Documento académico de información investigativa .
- Segovia, R. (2009). *LAS FORTIFICACIONES DE CARTAGENA DE INDIAS. Estrategia e Historia* (Sexta ed.). Bogotá, Colombia: El Áncora Editores.
- Servicio Geológico Colombiano. (2012). *LA CALIZA EN COLOMBIA. GEOLOGÍA RESURSOS CALIDAD Y POTENCIAL*. Bogotá, Colombia.
- SIKA Argentina S.A.I.C. (11 de octubre de 2016). *Hoja Técnica del Producto: Tejido de fibra de carbono para reforzamiento estructural*. Recuperado el 2 de noviembre de 2016, de arg.sika.com: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiYhdyIjODRAhUDOCYKHdgBCRgQFggvMAM&url=>

<https%3A%2F%2Farg.sika.com%2Fdms%2Fgetdocument.get%2Fdb099eb1-8b1a-3cc4-b6ce-5aaabb49e43b%2FSika%2520Wrap%2520103%2520C.pdf&u>

Solorzano, M. (2010). *Romperola de Paredes verticales para protección contra oleaje*. San José de Costa Rica: Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica .

Spiegel, M. R. (1975). *PROBABILIDAD Y ESTADISTICA* (Primera ed.). (J. O. Suarez, Trad.) Bogotá, Colombia: McGraw Hill. Recuperado el 18 de 02 de 2016

UNESCO. (2003). II Taller Internacional de Fortificaciones. (pág. 7). Valencia: Universidad de Valencia.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. (1984). CONVENTION CONCERNING THE PROTECTION OF' THE WORLD CULTURAL AND NAWRAL HERITAGE. *World Heritage Committee Eighth Ordinary Session Buenos Aires, Argentina, 29 October-2 November 1984* (pág. 10). Buenos Aires: UNESCO.

Villareal, G. (2009). *Interacción sismica suelo-estrctura en edificaciones con zapatas aislada*. Lima: Asamblea Nacional de rectores.

Williams, I. (2008). Types of wall construction. En M. Forsyth, *Materials & skills for historic building conservation* (Department of Architecture and Civil Engineering University of Bath ed., págs. 5-6). Blackwell Publishing.

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1.	
Parámetros característicos de suelo y características particulares de los fuertes.	53
Tabla 2.	
Factores de seguridad evaluados para los taludes aledaños al canal de entrada de la bahía de Cartagena.	56
Tabla 3.	
Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v	76
Tabla 4.	
Clasificación de los perfiles de suelo.	77
Tabla 5.	
Valores de coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro.	78
Tabla 6.	
Valores de coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro.	79
Tabla 7.	
Valores de coeficiente de importancia I.	79
Tabla 8.	
Valores de Resistencia aplicados a cada material en el modelo.	146
Tabla 9.	
Propiedades generales de las rocas utilizadas como piedras de construcción.	148

Tabla 10.	
Valores de la resistencia a la tracción como fracción en % de la resistencia a la compresión.	149
Tabla 11.	
Patología comunes encontradas en los fuertes	154
Tabla 12.	
Coefficiente de reducción de resistencia.	174
Tabla 13.	
Cargas vivas y laterales asignadas a los modelos.	175
Tabla 14.	
Cálculo de las fuerzas de Oleaje.	176
Tabla 15.	
Características específicas por ubicación.	178
Tabla 16.	
Parámetros sísmicos para ambos Fuertes.	178
Tabla 17.	
Cálculo de las constantes de rigidez.	180
Tabla 18.	
Cálculo de rigideces para el Fuerte-Batería de San José.	181
Tabla 19.	
Cálculo de rigideces para el Fuerte San Fernando de Bocachica.	182
Tabla 20.	
Casos de análisis evaluados.	188

Tabla 21.	
Participación de masa de la estructura.	191
Tabla 22.	
Valores del cortante en la base para ambas consideraciones de diseño.	192
Tabla 23	
Índices de sobreesfuerzo Estructura Empotrada Ton/m ²	194
Tabla 24.	
Índices de sobreesfuerzo interacción Suelo-Estructura (Resortes).....	195
Tabla 25.	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos concreto colonial- Muro Interno...	211
Tabla 26	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, caliza murete- Batería Baja.....	214
Tabla 27	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, concreto colonial- Muro Externo.	217
Tabla 28.	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas.	220
Tabla 29	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo y concreto colonial- Rampa.	
.....	222
Tabla 30	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, caliza murete y concreto colonial-	
Escarpa.	225

Tabla 31.	
Participación de masa de la estructura.	229
Tabla 32.	
Valores del cortante en la base para ambas consideraciones de diseño.	229
Tabla 33.	
Índices de sobreesfuerzo Estructura Empotrada Ton/m ²	232
Tabla 34	
Índices de sobreesfuerzo interacción Suelo-Estructura (Resortes).....	233
Tabla 35	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, caliza murete y concreto colonial- Escarpa.	243
Tabla 36.	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, concreto colonial- Muro Interno..	246
Tabla 37	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Batería Alta.	249
Tabla 38.	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, Caliza Pañete- Base de Bóvedas..	251
Tabla 39	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóveda Baluarte del Rey.	253
Tabla 40	
Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina.	256

Tabla 41

Valores de índices de sobre esfuerzos, comparación de casos, ladrillo- Bóvedas Herradura..... 258

Tabla 42.

Propiedades de la fibra de carbono SIKAWRAP-103C..... 276

Tabla 43

Resumen de cálculos de número de franjas requeridas, reforzamiento para Rampa. 280

Tabla 44

Dimensiones de refuerzo Tipo A y Tipo B..... 301

Lista de ilustraciones

	<i>Pág.</i>
Ilustración 1. Ubicación Geográfica de los Fuertes objetos de la investigación. Bing Map (2017) [Ilustración]. Recuperado de https://www.bing.com/maps	26
Ilustración 2. Morfología de la Bahía de Cartagena desde 1640 hasta 1778. Cabellos, E.; 1992 como se cita Egel, (2008) [Ilustración]. Recuperado de “Cartagena de Indias. Mágica Acrópolis de América”.....	34
Ilustración 3. Fotografías del estado del Fuerte-Batería de San José en el año de 1960. Catalá J., Calderón P. (2014) [Fotografía]. Recuperado de “Proyecto de restauración integral, Memoria General”, pág. 26.	39
Ilustración 4. Ubicación de los puntos de referencia en los Fuertes-Batería de San José y San Fernando de Bocachica. Egel (2008). Carta náutica Col 264 [Ilustración]. Recuperado de “Estudio topográfico, del clima marítimo, caracterización oceanográfica y determinación del oleaje de diseño y planteamiento de alternativas del refuerzo de las protecciones de los Fuertes San José y San Fernando en la zona de influencia del canal de acceso al puerto de Cartagena”.	47
Ilustración 5. Alternativa de solución recomendada. Egel (2008) [Ilustración]. Recuperado de “Estudio topográfico, del clima marítimo, caracterización oceanográfica y determinación del oleaje de diseño y planteamiento de alternativas del refuerzo de las protecciones de los Fuertes San José y San Fernando de Bocachica en la zona de influencia del canal de acceso al puerto de Cartagena”.	48
Ilustración 6. Geometría de la cimentación, bajo muros exteriores de los fuertes. (Catalá, J.; Calderón, P, (2014) [Ilustración]. Recuperado de “Proyecto de restauración integral, Memoria General”	51

Ilustración 7. Ubicación de los sondeos realizados para cada fuerte. Covo, A. (2012) pág. 5 [Fotografía]. Recuperado de “Informes de Evaluación geotécnica AICO Ltda.”	52
Ilustración 8. Esquema de un horno de cal a cielo abierto. Martinez, R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.....	61
Ilustración 9. Replica a escala de Horno de cal de Caño de Loro. Cortesía de Cabrera A. (2003) [Fotografía]. Recuperado de Exposición de Maquetas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. “II Taller Internacional de Fortificaciones: Investigación del Fuerte San Fernando de Bocachica. Proyecto del Parque Histórico y Arqueológico de la Isla de Carex”.	62
Ilustración 10. La piedra, material de primordial importancia. Martínez, A. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.....	63
Ilustración 11. Sillares, piedras talladas usadas en todo tipo de muros, en especial para escarpas, contraescarpas, merlones, garitas. Martínez, A. (1995) [Dibujo. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.	64
Ilustración 12. Esquema de Pilotes. Martínez, R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.	66
Ilustración 13. Sistema constructivo de cortina y baluarte cerca de cuerpos de agua. Berrocal A. (2017).	67
Ilustración 14. Esquema de cimientos. Martínez R. E. (1995) [Dibujo]. Recuperado de “La Ruta de los Hornos”.	70
Ilustración 15. Mapa de valores de A_e , valores para las ciudades capitales de departamentos. (2010) [Ilustración]. Recuperado de “Sección A.10.3 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 101-102.”	75

Ilustración 16. Espectro elástico de Aceleración de Diseño como fracción de g (gravedad). (2010) [Gráfica]. Recuperado de “Sección A.2.6 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Pág. 27.....	80
Ilustración 17. Acción del peso del relleno sobre las bóvedas. Lozano, F; Gonzalez, K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	82
Ilustración 18. Asignación de peso del relleno como una carga superficial en los elementos sólidos. Berrocal A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de “Modelos del Fuerte San Fernando de Bocachica, SAP 2000 V.16.1.1.	83
Ilustración 19. Empuje lateral del suelo sobre las paredes de los merlones. Lozano F.; González K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y Vulnerabilidad Sísmica del Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	84
Ilustración 20. a) Cuña activa triangular determinada por la superficie del suelo, el plano de falla y el muro. (b) Polígono de fuerzas para la cuña activa de Coulomb. La superficie de falla crítica es la que da el mayor valor de P_A . Covo, A. (2003). [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica.....	86
Ilustración 21. a) Cuña pasiva triangular determinada por la superficie del suelo, el plano de falla y el muro. (b) Polígono de fuerzas para la cuña pasiva de Coulomb. La superficie de falla crítica es la que da el mayor valor de P_P . Covo, A. (2003) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	87
Ilustración 22. (a) Fuerzas actuando en la cuña activa en el análisis de Mononobe-Okabe. (b) Polígono de fuerzas ilustrando el equilibrio de fuerzas actuando sobre la cuña. Covo, A. (2003).	

[Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	89
Ilustración 23. Diagrama de presiones sobre pared vertical según Sainflou. Millán (2010).	
[Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	93
Ilustración 24. Momento actuando sobre el cimiento. Covo, A. (2003) [Ilustración] Recuperado de “Introducción a la Mecánica de suelo”	97
Ilustración 25. Determinación del factor $F_{\theta z}$. Coco, A. (2003) [Gráfica]. Recuperado de “Introducción a la Mecánica de suelo”	97
Ilustración 26. Esfuerzos considerados en el estudio de las bóvedas. REQUENA (2000)	
[Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.....	99
Ilustración 27. Esfuerzos considerados en el estudio de la escarpa y los muros. Lozano F.; González K. (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Evaluación Patológica y de vulnerabilidad sísmica de Fuerte- Batería de San José de Bocachica”.	99
Ilustración 28. Orientación de los ejes locales en elementos sólidos. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”	102
Ilustración 29. Orientación de los ejes locales en elementos Shell. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”	103
Ilustración 30. Esfuerzos en elementos Shell. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”	104
Ilustración 31. Esfuerzos en elementos Sólidos. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Guía de usuario, SAP 2000 V.16.1.1”	104

Ilustración 32. Datos de valores de resistencia obtenidos en la revisión bibliográfica, por materiales. Berrocal, A. (2016) [Cuadro].	112
Ilustración 33 (Continuación). Datos de valores de resistencia obtenidos en la revisión bibliográfica, por materiales. Berrocal, A. (2016) [Cuadro].	113
Ilustración 34. a) Núcleo de piedra coralina extraído de una bóveda del Fuerte- Batería de San José; b) Núcleo de piedra coralina extraído de la bóveda aledaña a las necesarias en el Fuerte San Fernando de Bocachica. AICO Ltda. (2012) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de “Extracción de núcleos y ensayos de resistencia de los Fuertes de San José y San Fernando en la Isla de Tierrabomba, Bocachica, Bolívar, Colombia.	114
Ilustración 35. Esquema de muretes de caliza. Coronado, A.; Cogollo, J. (2015) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de “Conveniencia del uso de la piedra caliza y la argamasa en los procesos de restauración de la escarpa de las murallas de Cartagena de Indias”	115
Ilustración 36. Esquema de muretes de ladrillo, según requerimientos del Reglamento NSR-10. Berrocal, A. (2017) [Fotografía e Ilustración]	116
Ilustración 37. Muretes extraídos del Claustro San Francisco, muretes de ladrillo y fragmentos de piedra coralina. 10. Berrocal, A. (2017) [Fotografía e Ilustración]	116
Ilustración 38. Materiales constitutivos de los Fuerte-Batería de San José y San Fernando de Bocachica; (a) Concreto colonial usado en la contra escarpa del fuerte; (b) Ladrillo usado en las bóvedas; (c) Caliza empañetada, ubicada en la base de las bóvedas; (d) Piedra caliza, usado en la escarpa. Berrocal, A. (2016) [Fotografía], Recuperado de “Tesis Repositorio Universidad de Cartagena”.	124

Ilustración 39. Ubicación de la altigia Plataforma de Santa Ángel en la Isla de Tierrabomba. Segovia, R. (2009) [Fotografía]. Recuperado de “Fortificaciones de Cartagena de Indias. Estrategia e Historia”; se ilustran los fuertes de la bahía de Cartagena en el año 1635”.	126
Ilustración 40. Afloramiento Formación La Popa. Servicio Geológico, (2012). [Fotografía]. Recuperado de “La Caliza en Colombia. Geología, Recursos, Calidad y Potencial”	128
Ilustración 41. Murete extraído de casa construida en el periodo virreinal en el Centro histórico de Cartagena, pañetado con argamasa de cal y arena lavada en proporciones 1:2 respectivamente. Gamarra, J.; Camargo, A. (2016) [Fotografía]. Recuperado de “Comparación de resistencias a la compresión entre mampostería colonial mixta presente en edificaciones y fortificaciones del centro histórico de Cartagena de indias, y muretes fabricados bajo criterios de construcción semejante”.	134
Ilustración 42. Muertes fabricados de acuerdo con los procedimientos descritos en la NSR-10, con fragamento de materiales recuperados de edificaciones correspondientes al periodo hispánico. Gamarra, J.; Camargo, A. (2016) [Fotografía]. Recuperado de “Comparación de resistencias a la compresión entre mampostería colonial mixta presente en edificaciones y fortificaciones del centro histórico de Cartagena de indias, y muretes fabricados bajo criterios de construcción semejante”.	134
Ilustración 43. Ensayo a la compresión de muretes extraídos del antiguo edificio de la Gobernación de Bolívar, compuestos por piedra pomez, caliza y argamasa. Berrocal, A. (2013) [Fotografía]. Recuperado de “Diseño y Reforzamiento Estructural del Palacio de la Proclamación. Antigua Sede de la Gobernación”.	135

- Ilustración 44. Muro posterior de antigua capilla construida en la colonia en lo que ahora se conoce como antiguo Teatro Colon. Aunque está compuesto principalmente por fragmentos de roca caliza, en él se usan ladrillo para confinar y nivelar el muro. Berrocal, Al. (2016) [Fotografía]. 137
- Ilustración 45. Registro fotográfico de las muestras ensayadas. Cueva, A.; Herrera, C. (2013) [Fotografía]. Recuperado de “Propiedades mecánicas de la mampostería colonial tipo iii de edificaciones de uso residencial en la ciudad de Cartagena de Indias” 140
- Ilustración 46. Contenido de humedad de los muros interno y externos más significativos del Fuerte-Batería de San José. CONSORCIO A & A BOCACHICA. Cartagena de Indias, (2012) [Ilustración]. Recuperado de “Estudio de Humedades, ingeniero Mario Omar Fernández”. 159
- Ilustración 47. Esquema del patrón de grietas que presenta la necesaria o cuarto de baños. Paradiso, M.; Galassi, S.; Benedetti, S. (2013) [Fotografía e Ilustración]. Recuperado de “Una contribución para conocer el Fuerte San Fernando de Bocachica, Cartagena de Indias, Colombia; hace un aporte con este esquema que define perfectamente el patrón de agrietamiento de la zona evaluada” 162
- Ilustración 48. Esquema ilustrativo de las fichas de evaluación patológica. Berrocal, A. (2016) . 164
- Ilustración 49. Cartas náuticas del canal de Bocachica de los años 1759,1792-1799 (Superior) y 1805(inferior). HIDROCONSULTORES, (2012). [Ilustración]. Recuperado de “Estudios Oceanográficos y de la Dinámica Costera y Diseños de las Alternativas de Protección costera a los Fuertes de San Fernando y San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena”. 168
- Ilustración 50. Cartas náuticas del canal de Bocachica de los años 1935 y 1976 (respectivamente de izquierda a derecha). HIDROCONSULTORES, (2012). [Ilustración]. Recuperado de “Estudios Oceanográficos y de la Dinámica Costera y Diseños de las Alternativas de Protección costera a los Fuertes de San Fernando y San José en el canal de acceso a la Bahía de Cartagena” 170

Ilustración 51. Espectro de diseño para el caso de equivalencia a una estructura nueva. Berrocal, A. (2016).	179
Ilustración 52. Espectro de diseño para movimiento con seguridad limitada. Berrocal, A. (2016).	179
Ilustración 53. Modelos de prueba, de izquierda a derecha, modelo con nodos continuos, modelo sin continuidad en los nodos y modelo sin continuidad en los nodos con la opción constraint. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000V.16.1.1.....	184
Ilustración 54. Modelos de prueba con carga viva de 1.00 ton/m2. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000V.16.1.1.....	185
Ilustración 55. Esfuerzos en la dirección S1. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1.....	185
Ilustración 56. Esfuerzos en la dirección S22. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1.....	186
Ilustración 57. Esfuerzos en la dirección S13. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1.....	186
Ilustración 58. Esfuerzos en la dirección S23. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los modelos SAP 2000 V.16.1.1.....	186
Ilustración 59. Elementos de la estructura modelados de forma independiente Fuerte- Batería San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.....	193
Ilustración 60. Concentración de esfuerzos por compresión en el muro externo. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	196

Ilustración 61. Sobreesfuerzos por tracción (S33), en el concreto colonial que conforma la rampa. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	198
Ilustración 62. Sobreesfuerzos por cortante (S13), en el concreto colonial que conforma la rampa. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	198
Ilustración 63. (a) Diagrama de esfuerzo a compresión S11; (b) Diagrama de esfuerzo a tracción S11; (c) Diagrama de esfuerzo a cortante S12. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	199
Ilustración 64. Sobreesfuerzos presentados en la escarpa: (a) Caliza murete, esfuerzo de tracción S11; (b) Caliza murete, esfuerzo de tracción S33. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	202
Ilustración 65. Esfuerzos cortantes presentados en la escarpa al considerar la socavación bajo la condición de interacción suelo estructura. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	204
Ilustración 66. (a) Sobreesfuerzos de tracción S33 presentado en la escarpa (concreto colonial); (b) Carga muerta del relleno incluida en el modelo sobre las bóvedas; (c) Zona de interacción o contacto entre los dos materiales (Bóvedas y concreto colonial). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	205
Ilustración 67. (a) Sobreesfuerzo de tracción S11 presentado en el muro externo (concreto colonial); (b) Sobreesfuerzo de tracción S22 presentado en la rampa (ladrillo), grieta en la clave de la bóveda. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	206

Ilustración 68. (a) Sobreesfuerzo de tracción S11 presentado en el muro externo (concreto-colonial); (b) Concentración esfuerzos de tracción S22 presentado en la rampa (concreto colonial). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.	207
Ilustración 69. Esquema de asentamientos para el Fuerte- Batería de San José, expresados en milímetros (mm). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de los Modelos de los Fuertes, SAP 2000 V.16.1.1.....	210
Ilustración 70. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	212
Ilustración 71. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	213
Ilustración 72. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, Concreto colonial-Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	213
Ilustración 73. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	215
Ilustración 74. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	216
Ilustración 75. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, caliza murete- Batería Baja. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	216
Ilustración 76. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].	218
Ilustración 77. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].	218

Ilustración 78. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Muro Externo. Berrocal, A. (2016). [Gráfico].	219
Ilustración 79. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	221
Ilustración 80. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	221
Ilustración 81. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo y caliza pañete- Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	222
Ilustración 82. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	223
Ilustración 83. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	223
Ilustración 84. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo y concreto colonial- Rampa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	225
Ilustración 85. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	226
Ilustración 86. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	227
Ilustración 87. Comparación de casos para los esfuerzos a cortante, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	227
Ilustración 88. Elementos de la estructura modelados de forma independiente Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2016) [Ilustración].	231

Ilustración 89. En el diagrama se muestra la concentración de esfuerzos en las bóvedas de la zona del Baluarte del Rey. a) Esfuerzo de tracción S22. b) Esfuerzo a cortante S12. La concentración de los esfuerzos coincide con la presencia de fisuras en la parte superior y clave de las bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	234
Ilustración 90. Esquema de asentamientos para el Fuerte San Fernando, expresados en milímetros (mm). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	237
Ilustración 91. Diagramas de sobre-esfuerzos a tracción (S11) mostrados en la necesaria al suprimir del modelo los spring. Escarpa (Concreto colonial y Caliza Murete). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	238
Ilustración 92. Diagramas de sobre-esfuerzos a tracción (S22) mostrados en la necesaria al suprimir del modelo los spring. Escarpa (Concreto colonial y Caliza Murete). Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	239
Ilustración 93. Diagramas de sobreesfuerzos que evidencian la concentración de esfuerzos de corte S22 en la zona baja del muro de la Escarpa-Concreto Colonial. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	241
Ilustración 94. Lectura de los asentamientos en la zona de la necesaria. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de Modelos fuertes SAP 2000 V.16.1.1	242
Ilustración 95. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	244
Ilustración 96. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	244
Ilustración 97. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, caliza murete y concreto colonial- Escarpa. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	245

Ilustración 98. Comparación de casos para los esfuerzos compresión, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	247
Ilustración 99. Comparación de casos para los esfuerzos tracción, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	248
Ilustración 100. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Muro Interno. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	248
Ilustración 101. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	249
Ilustración 102. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	250
Ilustración 103. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, concreto colonial- Batería Alta. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	250
Ilustración 104. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	252
Ilustración 105. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	252
Ilustración 106. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, Caliza Pañete-Base de Bóvedas. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	253
Ilustración 107. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	254
Ilustración 108. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	255

Ilustración 109. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Baluarte del Rey. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	255
Ilustración 110. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	256
Ilustración 111. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	257
Ilustración 112. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Baluarte de la Reina. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].	257
Ilustración 113. Comparación de casos para los esfuerzos de compresión, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	259
Ilustración 114. Comparación de casos para los esfuerzos de tracción, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	260
Ilustración 115. Comparación de casos para los esfuerzos cortantes, ladrillo- Bóvedas Herradura. Berrocal, A. (2016) [Gráfico].....	260
Ilustración 116. Zona afectada en planta por el dragado del canal, con taludes de hasta de 6H: 1V, y puntos de corte con el fondo marino para el resto de taludes estudiados. Catalá, J.; Calderón, P. (2014) [Ilustración]. Recuperado de “Informe Universidad de Valencia”.....	269
Ilustración 117. Ubicación de la cortina de pilotes. Berrocal, A. (2016) [Ilustración].	271
Ilustración 118. Esquema, vista en planta de propuesta de estabilización de la base del Fuerte- Batería San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Planos Fuerte Batería de San José, Herrera A, (2012)”.....	273

Ilustración 119. Esquema, corte A-A' de propuesta de estabilización Fuerte-Batería de San José. Berrocal, A. (2016) [Ilustración]. Recuperado de “Planos Fuerte Batería de San José, Herrera, A. (2012)”	274
Ilustración 120. Resultados de resistencia a la compresión de muros fabricados con piedra caliza, coralina, ladrillo militar y argamasa, sin reforzamiento. Acuña (2017) [Tabla]. Recuperado de “Análisis Comparativo de Resistencias a Compresión en Muros de Mampostería, por medio del Uso de fibras de Carbono y Basalto para Procesos de Restauración y Conservación”. Manuscrito no publicado	277
Ilustración 121. Resultados de resistencia a la compresión de muros fabricados con piedra caliza, coralina, ladrillo militar y argamasa, reforzados con fibra de carbono. Acuña (2017) [Tabla]. Recuperado de “Análisis Comparativo de Resistencias a Compresión en Muros de Mampostería, por medio del Uso de fibras de Carbono y Basalto para Procesos de Restauración y Conservación”. Manuscrito no publicado	278
Ilustración 122. a) Diagrama de tracciones S22; b) Secciones de la viga de Rampa. Berrocal, A. (2016). Recuperado de Modelos de Fuertes SAP 2000 V.16.1.1	279
Ilustración 123. Esquema de reforzamiento para la Rampa de acceso al segundo piso. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]	282
Ilustración 124. Zona afectada en planta por el dragado del canal, con taludes hasta de 6H: 1V, y puntos de corte con el fondo marino para el resto de taludes estudiados. Catalá, J.; Calderón, P. (2014) [Ilustración]. Recuperado de “Informe Universidad de Valencia”.	286
Ilustración 125. Ubicación de la cortina de pilotes. Berrocal, A. (2017) [ilustración]. Recuperado de “Propuesta San Fernando. Plano de planta de las medidas de protección marítima, Catalá, J.; Calderon, P., (2014)”	287

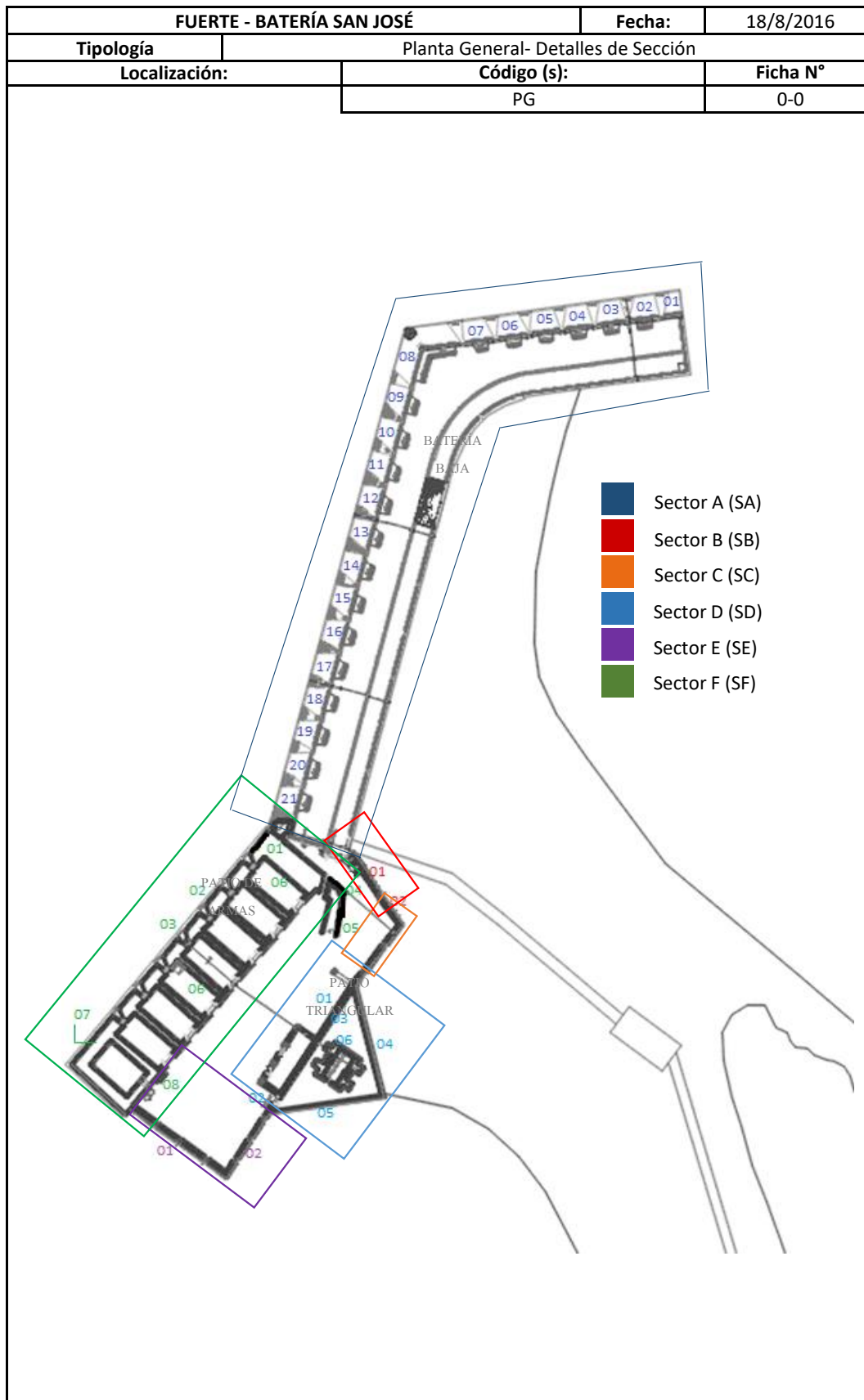
Ilustración 126. Esquema de ubicación de pilotes. Berrocal, A. (2017) [ilustración]. Recuperado de “Propuesta San Fernando. Plano de planta de las medidas de protección marítima, Catalá, J.; Calderon, P., (2014)”	288
Ilustración 127. Esquema, vista en planta de propuesta de estabilización de la base del Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].....	289
Ilustración 128. Esquema, corte A-A’ de propuesta de enrocado de protección marítima para el Fuerte San Fernando de Bocachica. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].	290
Ilustración 129. Diagramas que muestran los esfuerzos a tracción S11 que se presentan en sentido paralelelo a la clave de las bóvedas; condición de empotramiento. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1	292
Ilustración 130. Fibras de carbono para reforzamiento en la dirección S11. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1	293
Ilustración 131. Sobreesfuerzos en la dirección S22.Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1	293
Ilustración 132. Zonas afectadas por la concentración de esfuerzos S22 y esquema de colocación de fibras de carbono para el mismo, tomando como ejemplo el almacén de pólvora. Berrocal, A. (2017) [Ilustración]. Recuperado de Modelos Fuertes SAP 2000 V.16.1.1	294
Ilustración 133. Localización en plata de los tipos de refuerzos. Berrocal, A. (2017) [Ilustración].	300

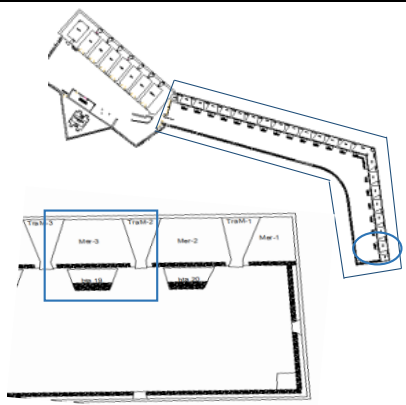



Lista de anexos

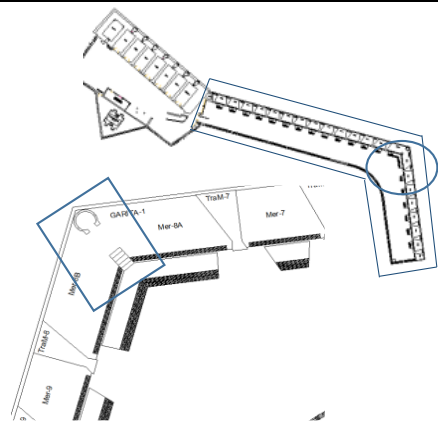
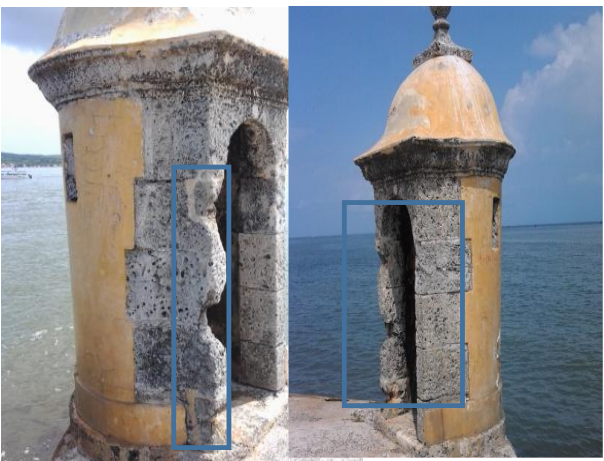
	Pág.
ANEXO A. <i>Ficha Técnicas Fuerte- Batería San José</i>	345
ANEXO B. <i>Ficha Técnica Fuerte San Fernando de Bocachica</i>	369
ANEXO C. <i>Fichas de Diagramas de sobreesfuerzos</i>	418
ANEXO D. <i>Esfuerzos obtenidos para cada uno caso de análisis</i>	520
ANEXO E. <i>Descripción de Registro Fotográfico y Resultados de ensayos (Adjuntos en formato DVD)</i>	524

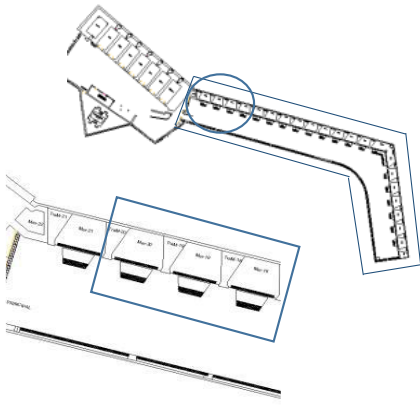





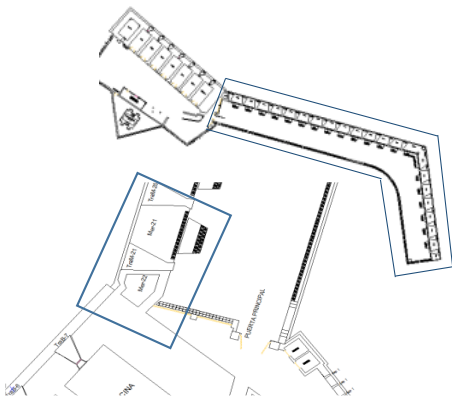



Anexos

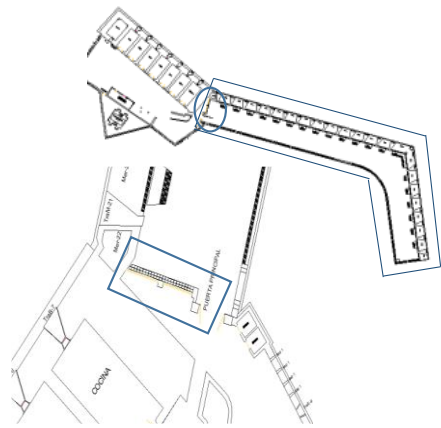





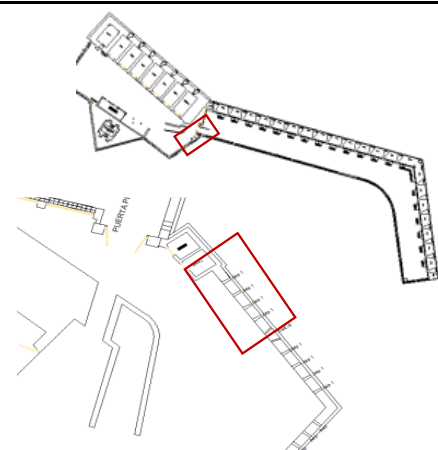



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología		Merlones																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SA-03	0-1																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																														
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: <p>Pérdida de sillares , deterioro del pañete, una grieta de 2.5m de longitud aproximadamente y humedad en la base del muro (Foto superior).</p> <p>Porosidad superficial, socavación en la parte inferior del merlón, fracturación del material pétreo a lo largo del merlón y deterioro del pañete en un 50 % del mismo (Foto central).</p> <p>Fracturamiento y desprendimiento de material pétreo de la estructura (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Intemperismo, vandalismo, agentes climáticos, escorrentías de aguas lluvias, movimiento del suelo que soporta el merlón.</p> <p>Escorrentías de aguas lluvias, sobreesfuerzos debidos a la alteración del equilibrio estático de zonas adyacentes, agresión de impacto por parte de las olas y el viento.</p> <p>Agresión de impacto de las olas que deteriora el material aglutinante de las juntas.</p>																															

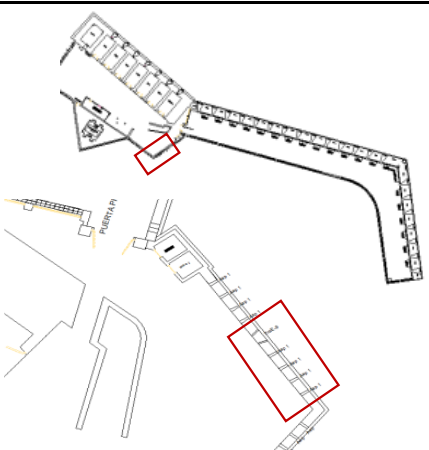


FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-08	0-2																															
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Se observa fracturamiento de sillares, porosidad superficial, caries superficiales y deterioro del pañete (Foto superior). La escalinata presenta porosidad superficial, pérdida de juntas, caries superficiales, degradación del material pétreo (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agresión por impacto , el transcurrir del tiempo, vandalismo, agentes climáticos. Agentes climáticos, erosión eólica, sobresaturación del material pétreo debido a la acumulación de aguas lluvias, agresión por impacto.																															

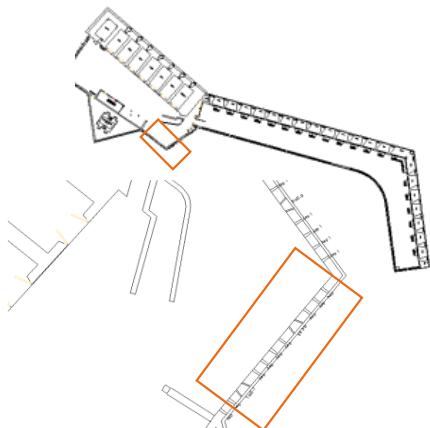









FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-18, SA-19, SA-20	0-3																															
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>												
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>																													
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>																													
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>																													
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Deterioro y pérdida del pañete en el 90% del merlón, pérdida de juntas, fracturas del material pétreo, humedad en la parte inferior y porosidad superficial (Foto superior). Pérdida del pañete en el 40% del merlón, pérdida de juntas, humedad en la zona inferior del mismo, pérdida de sillares, fracturas de material pétreo de 3 cm de ancho aproximadamente (Foto central). Deterioro del pañete en el 10% del merlón, pérdida de la junta, humedad, caries profundas en los escalones de hasta 4 cm, porosidad superficial (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Erosión por acción del viento, carencia de drenaje de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo, desequilibrio estático de la estructura, inundaciones. El transcurrir del tiempo, las escorrentías de aguas lluvias, sobreesfuerzos generados por desequilibrio de la estructura, erosión eólica, exposición al ambiente marino. Agresión de impacto del viento, escorrentías de aguas lluvias, falta de drenaje de aguas, agresión mecánica y disolución de sales por parte del material pétreo.																															

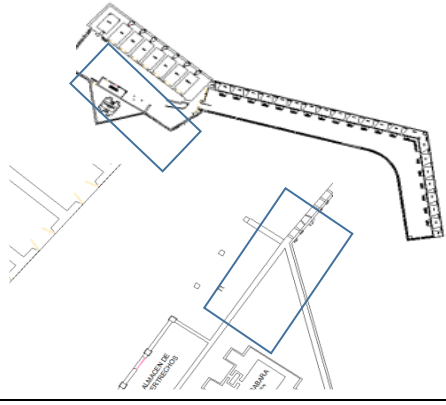

FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-21	0-4																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>			
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td>Tipo de Lesiones</td> <td></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>	<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética						
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Deterioro del pañete, se observan una fisura de 70 cm de longitud y de 1cm de espesor en el centro del merlón, pérdida de juntas en el material pétreo, caries profundas y porosidad superficial (Foto superior).</p> <p>En la tronera se observa la presencia de caries profundas, desprendimientos de material pétreo en algunas zonas, pérdida de la pega entre las piedras calizas, porosidad superficial (Foto central).</p> <p>Deterioro y pérdida del pañete en el 80% del merlón, pérdida de las juntas del material pétreo, caries profundas y pérdida de</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Pueden generarse por escorrentías de aguas lluvias, humedad, sobresaturación del material pétreo, asentamientos de la estructura, agentes climáticos, el transcurrir del tiempo, carencia de drenajes de aguas.</p> <p>Pueden deberse a agresión de impacto por parte del viento, la disolución de sales por parte del material pétreo, agentes climáticos.</p> <p>Escorrentías de aguas lluvias, agentes climáticos, agresión mecánica, el transcurrir del tiempo, la sobresaturación del material</p>																															

FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Entrada Principal																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-22	0-5																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Deterioro del pañete en un 75% del muro, eflorescencia, humedad en la parte inferior del mismo, desintegración y pérdida de la mampostería (Foto superior).</p> <p>Deterioro del pañete, eflorescencia, pérdida de piezas de ladrillo, fracturas en el material pétreo, pérdida de juntas y caries profundas, grieta de hasta 2 cm de ancho (Foto central).</p> <p>Se observa eflorescencia a lo largo de la columna, además del desprendimiento del ladrillo, pérdida de junta y pérdida del pañete (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Los agentes climáticos, inundaciones debido a mareas altas y falta de un adecuado drenaje, movimientos del suelo, el transcurrir del tiempo, vandalismo.</p> <p>Pueden deberse a las escorrentías de aguas lluvias, el transcurrir del tiempo, la humedad, la disolución de sales por parte del material pétreo, desequilibrio estático de la estructura.</p> <p>Puede deberse a la disolución de sales por parte del material, la humedad, agentes climáticos, el estancamiento de aguas lluvias por falta de drenajes, la sobresaturación del material, ciclos de mojado y secado.</p>																															
  																																	

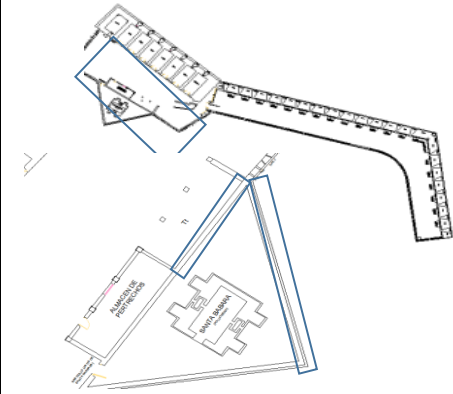



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SB-01	0-6																															
																																	
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: <p>Deterioro y pérdida del pañete, pérdida de sillares, caries profundas, humedad en la base del muro, porosidad superficial y pérdida de juntas del material pétreo en algunas zonas (Foto superior).</p> <p>Pérdida de juntas y fracturas del material pétreo, porosidad superficial (Foto central, parte interna del muro).</p> <p>Grieta anterior lado externo del muro, presenta un ancho de 2cm aproximadamente, pérdida y deterioro de la mampostería mixta y de la pega (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Agentes climáticos, carencia de drenajes de aguas lluvias, disolución de sales por parte del material pétreo, erosión eólica generando desgaste del muro y degradación natural de los materiales. Exposición a ciclos de mojado-secado.</p> <p>Pueden ser ocasionados por exposición al agua marina y al clima agresivo.</p> <p>Asentamientos diferenciales, agentes climáticos, vandalismo, el paso del tiempo y la sobresaturación del material pétreo.</p>																															

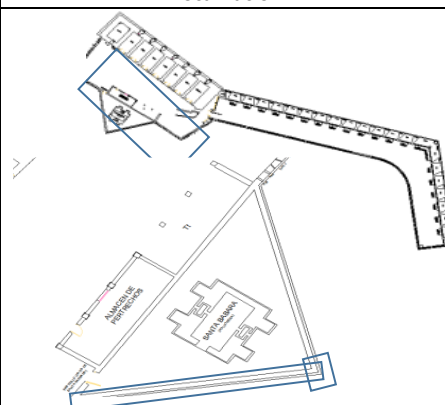



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SB-02	0-7																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Perdida ladrillos cocidos en aspillera. Se observan grietas que recorren toda la altura del muro.		POSIBLES CAUSAS: Deterioro de juntas y material aglutinante por procesos químicos, agentes climáticos y lavado de juntas, acompañado de procesos de asentamientos. Pueden ser causadas por asentamientos diferenciales o debidas al cambio en la rigidez de los elementos ocasionados por el cambio de material en las secciones en restauraciones realizadas.																															

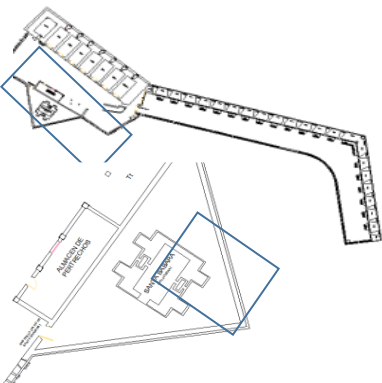



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	23/8/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SC-01	0-08																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Se observa pérdida de juntas del material pétreo, pérdida de sillares en algunas zonas, una grieta de 4 cm de ancho aproximadamente entre la unión de los muros, porosidad superficial (Foto superior).</p> <p>Se observa la misma grieta anterior desde una vista más cercana. Además se observan caries superficiales en el material pétreo (Foto central).</p> <p>Tramo nuevo. Se observa un alto grado de humedad en la parte inferior del muro. Deterioro del material pétreo a la altura de la tronera del muro. Se conserva en buen estado (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Sobreesfuerzos generados por la diferencia entre la capacidad de las cimentaciones de ambos tramos de muro.</p> <p>Sobreesfuerzos generados por la diferencia entre la capacidad de las cimentaciones de ambos tramos de muro.</p> <p>Inundaciones causadas por marea alta y lluvias. Drenaje ineficiente debido a las deformaciones de la plantilla del suelo.</p>																															
																																	

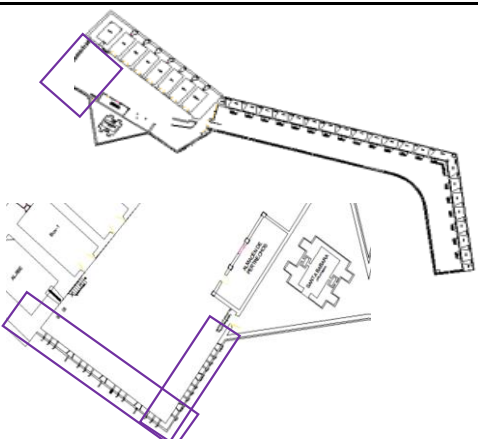



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Tienda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-01	0-09																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Sólo se observa el deterioro del pañete del muro y las columnas, además de humedad en la base de las columnas (Foto superior).</p> <p>El entramado en madera y la cubierta se encuentran en buen estado (Foto central e inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: La agresión mecánica y de impacto por parte del viento, agentes climáticos como la temperatura, las escorrentías de aguas lluvias. Además, el estancamiento de las aguas en la zona debido al no drenaje de las mismas.</p> <p>El material no es antiguo.</p>																															
																																	

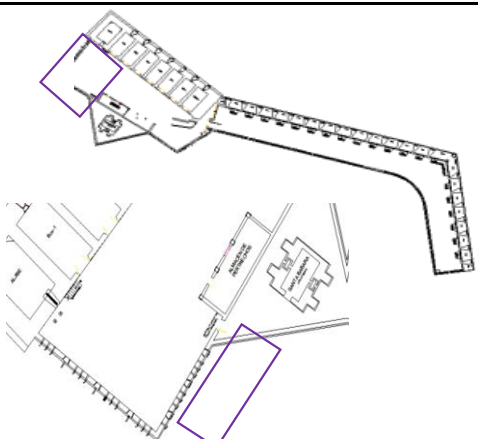



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Puerta de acceso- Patio Triangular																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-02	0-10																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
<p>OBSERVACIONES: Deterioro del pañete del muro y fracturas del material pétreo, caries superficiales (Foto superior).</p> <p>Caries superficiales, deterioro del pañete, grietas en el material pétreo de longitudes y anchos variables (Foto central).</p> <p>Se observa la pérdida de sillares en la estructura, la humedad, fracturas en el material pétreo (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Pueden ser producto de asentamientos diferenciales del suelo base que generan sobreesfuerzos. Agentes climáticos como la temperatura y lluvias.</p> <p>La erosión eólica, agentes climáticos como la temperatura y las lluvias, la humedad, la aparición de sobreesfuerzos generados por asentamientos diferenciales.</p> <p>Inundaciones por marea alta. Asentamientos inesperados de la estructura que ocasionan sobreesfuerzos en la mampostería mixta.</p>																															

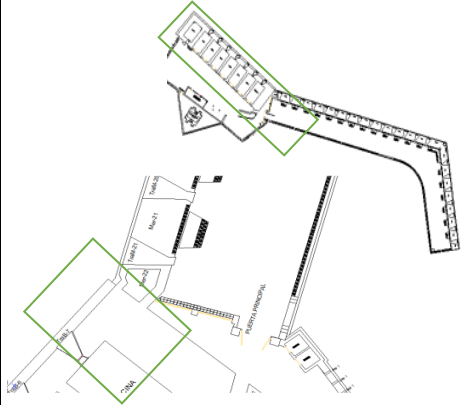



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Muro- Patio Triangular																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-03, SD-04	0-11																															
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
																																	
																																	
OBSERVACIONES: Pérdida del pañete del muro, deterioro del material petro de la mampostería, porosidad superficial, humedad en la base del muro (Foto superior). Deterioro y pérdida del pañete en un 90% del muro, porosidad superficial, humedad en la base del muro (Foto central). Grieta de 2cm de ancho aproximadamente que atraviesa al muro, deterioro del pañete de muro (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, intemperismo, vandalismo, la erosión eólica, ciclos de mojado y secado, exposición al agua marina. Agentes climáticos, las escorrentías de aguas lluvias, intemperismo, vandalismo, la erosión eólica, ciclos de mojado y secado, exposición al agua marina. Socavación de las cimentaciones, asentamientos diferenciales, agentes climáticos, escorrentías de aguas lluvias, vandalismo, la erosión eólica, ciclos de mojado y secado.																															

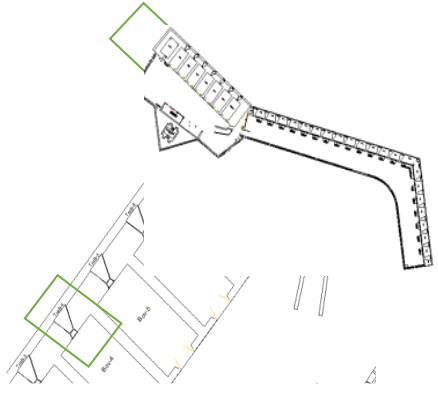



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología		Muro- Patio Triangular																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SD-05	0-12																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>		Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>		Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																														
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Deterioro del pañete en un 90%, fractura y pérdida del material pétreo, eflorescencia, porosidad superficial. Evidencia de restauraciones previas (Foto superior). Deterioro y pérdida del pañete, pérdida de sillares, caries superficiales y eflorescencia (Foto central). Se observa degradación de la mampostería mixta, el deterioro y la pérdida del pañete en algunas zonas del muro y humedad en la base (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Asentamientos diferenciales de la estructura, agentes climáticos, la disolución de sales por parte del material pétreo, el transcurrir del tiempo, vandalismo. Exposición al ambiente marino, las escorrentías de aguas lluvias, la temperatura, el transcurrir del tiempo, vandalismo. Escorrentías de aguas lluvias, el estancamiento del agua por la falta de drenajes, el transcurrir del tiempo, agresión mecánica y de impacto. Exposición al ambiente marino.																															

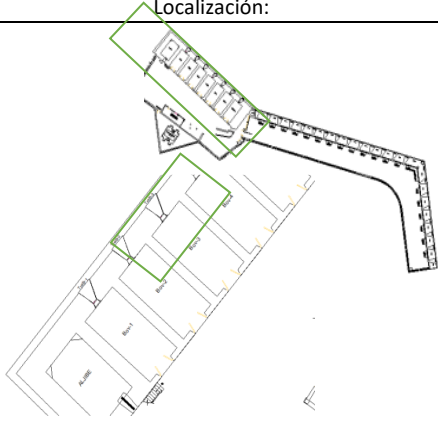



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Polvorera																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-06	0-13																															
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Se encuentra deterioro del pañete en la mayor parte de la fachada de la polvorera, caries superficiales y porosidad superficial (Foto superior). El interior de la polvorera solo presenta deterioro del pañete en un 30%. Se observa la presencia de manchas verdes y hongos (Foto central). Se observa el deterioro y la pérdida del pañete en la mayor parte del muro. Además se observa el estancamiento del agua en la estructura.		POSIBLES CAUSAS: Entre las causas podemos mencionar agentes climáticos como la temperatura y las lluvias, la disolución de sales, la erosión eólica. Puede deberse a agentes climáticos como la temperatura o las escorrentías de aguas lluvias. Proliferación de actividad biológica. Los agentes climáticos como las lluvias y la temperatura, la falta de drenajes que permitan la completa evacuación del agua. Marea elevada.																															
																																	
																																	

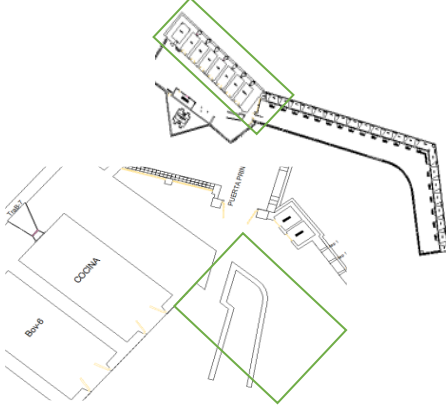



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-01	0-14																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
																																	
																																	
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Deterioro y pérdida del pañete en el 90% del muro, pérdida de sillares, humedad y pérdida parcial de juntas (Foto superior).</p> <p>Unión de tramo nuevo con antiguo. Se muestra el deterioro del pañete del muro, la pérdida de juntas, porosidad superficial, humedad y fracturas del material pétreo (Foto central).</p> <p>Tramo de muro nuevo. A parte de humedad en la base, el tramo se encuentra en buen estado (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Agentes climáticos, la agresión mecánica y de impacto del viento, la sobresaturación del material pétreo, exposición al agua marina, vandalismo.</p> <p>Escorrentías y el estancamiento de aguas lluvias, los asentamientos diferenciales que sufre la estructura a causa de la diferencia de la capacidad de las cimentaciones de ambos tramos de muro.</p> <p>La marea alta produce inundaciones, facilitadas por un drenaje insuficiente.</p>																															

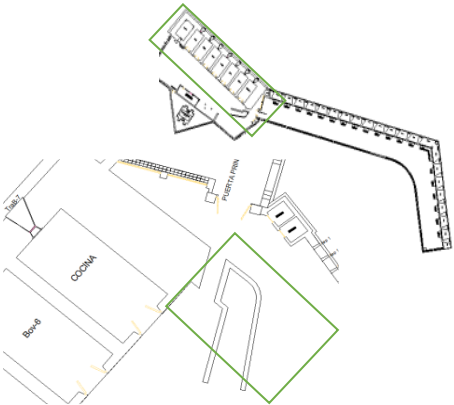


FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muro Externo																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-02	0-15																															
																																	
																																	
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Se observan grietas en la entrada del patio triangular, tiene aproximadamente 45° de inclinación un ancho de 1/2 cm (Foto superior). Deterioro visible del pañete (Foto central). Deterioro del material pétero, caries superficiales (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Posibles sobreesfueros generados por desequilibrio estático causado por arrastre del suelo de soporte. Intemperismo, agentes climáticos, escorrentías de aguas lluvias. Agentes climáticos, constante contacto con el agua salina del mar e impacto continuo del oleaje.																															

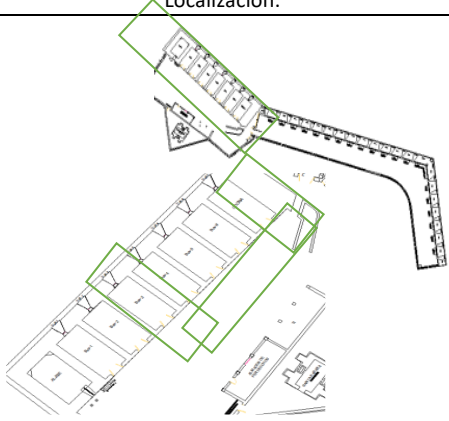



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología		Escarpa-Tronera																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SF-01	0-16																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Físicas</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Mecánicas</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Químicas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Biológicas</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Leve</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Moderado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Grave</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy Grave</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave														
<input checked="" type="checkbox"/>	Físicas																																
<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas																																
<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas																																
<input type="checkbox"/>	Biológicas																																
<input checked="" type="checkbox"/>	Leve																																
<input type="checkbox"/>	Moderado																																
<input type="checkbox"/>	Grave																																
<input type="checkbox"/>	Muy Grave																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Seguridad</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Estética</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad																																
<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																																
OBSERVACIONES: Presencia de caries profundas entre 1cm y 2cm, pérdida de sillares, inexistencia de juntas, humedad, fracturación de material pétreo (Foto superior). Pérdida y deterioro del pañete, fracturación de material pétreo, caries superficiales y profundas, pérdida de juntas del material pétreo, pérdida de sillares (Foto central). Se observa deterioro del pañete en la mayor parte de la tronera, caries superficiales y caries profundas (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Impacto constante debido al dinamismo del oleaje, la sobresaturación y disolución del material pétreo, sobreesfuerzos generados a partir del desequilibrio estático de zonas adyacentes a la estructura, proliferación de organismos. Las escorrentías de aguas lluvias, agentes climáticos, desequilibrio estático de zonas cercanas a la estructura, la humedad, el transcurrir del tiempo, erosión por acción del viento pueden ser las causas de las patologías evidenciadas en las fotografía central e inferior.																															

FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología		Tronera																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SF-02	0-17																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: <p>Se observan caries profundas, deterioro y pérdida del pañete en un 80% de la tronera, pérdida de juntas en el material pétreo, porosidad superficial (Foto superior).</p> <p>Se observan grietas de anchos de aproximadamente 50mm en la parte superior de la tronera, deterioro del pañete y porosidad superficial (Foto central e inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Pueden generarse por la sobresaturación del material pétreo, efectos del viento sobre la estructura, la humedad, escorrentías de aguas lluvias.</p> <p>Las patologías evidenciadas en las fotografías central e inferior, pueden deberse a la aparición de sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático de zonas cercanas a la estructura, socavación en las cimentaciones, escorrentías de aguas lluvias, agentes climáticos, erosión eólica.</p>																															

FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología		Tronera																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SF-03	0-18																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr><td>Físicas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Leve</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Mecánicas</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Moderado</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Químicas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Grave</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Biológicas</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy Grave</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Seguridad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Estética</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: <p>Grietas de anchos de aproximadamente 50mm en la parte superior de la tronera; deterioro del pañete, pérdida de sillares y caries superficiales (Foto superior).</p> <p>Grieta de un ancho menor a 50mm en la parte superior de la tronera, deterioro del pañete, pérdida de sillares y caries superficiales (Foto central).</p> <p>Pérdida de sillares en la tronera, deterioro del pañete, además se presenta pérdida de junta en el material pétreo, deterioro en la cimentación de la estructura y caries profundas (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Las dos primeras patologías que se presentan obedecen a sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático, escorrentías de agua lluvia, erosión eólica, agentes climáticos.</p> <p>Puede ser causado por factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo y agresión mecánica debido a la fluctuación de las olas.</p>																															

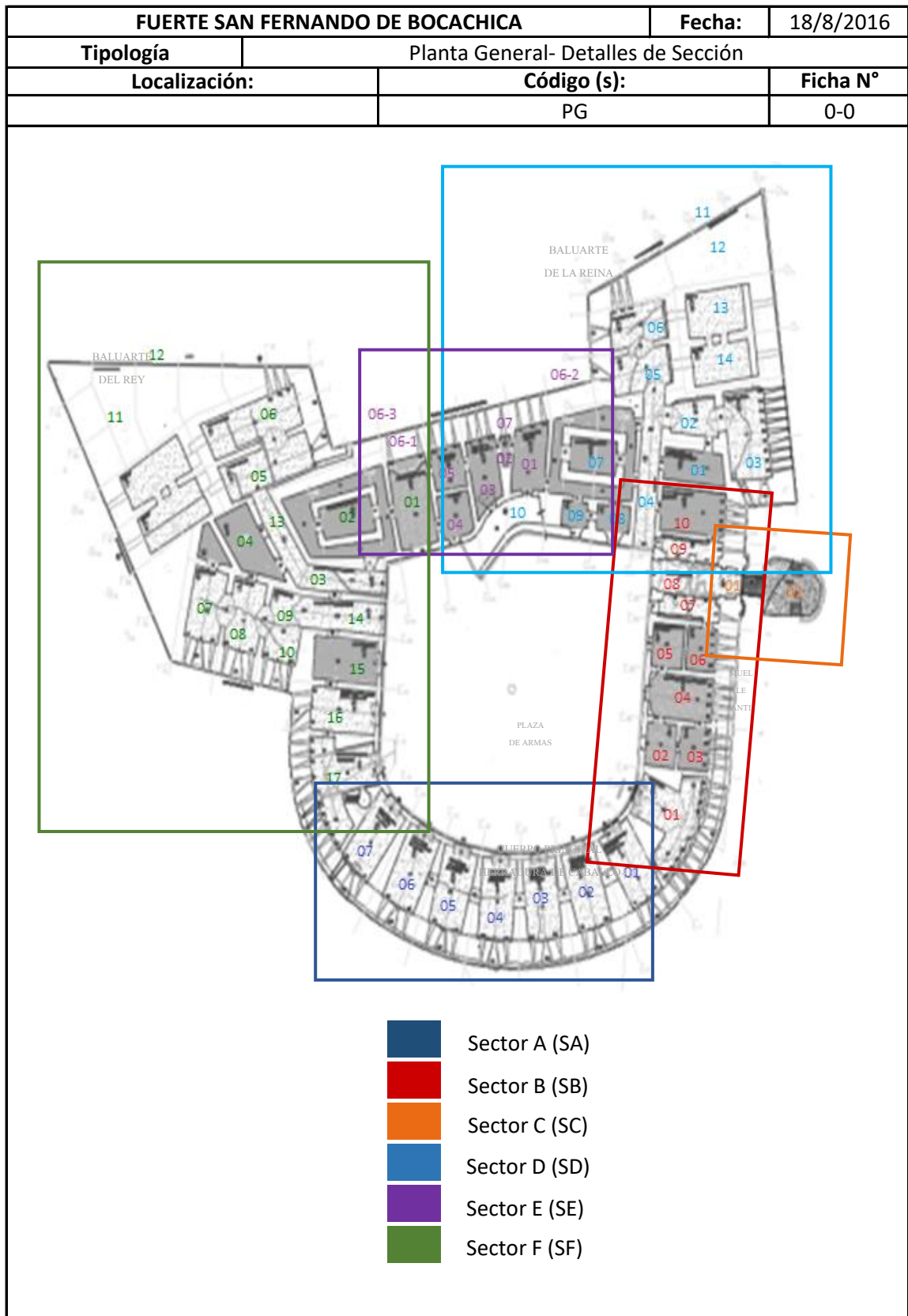
FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología		Rampa																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SF-04	0-19																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																														
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Caries profundas, fracturas del material pétreo en toda la rampa, humedad en la parte inferior de la misma. Evidencia de asentamientos (Foto superior). Fracturas de material pétreo en toda la rampa con espesores de hasta 4 cm, deterioro del pañete y pérdida de material en pequeñas zonas de la rampa (Foto central). Grieta transversal a lo ancho de la rampa de un espesor de hasta 4 cm, deterioro del pañete (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación y disolución de sales, agresión de impacto. Desequilibrio estático de la estructura causado por movimientos del suelo generando sobreesfuerzos, agentes climáticos, vandalismo. Sobreesfuerzos generados en la clave de la bóveda por movimientos del suelo.																															

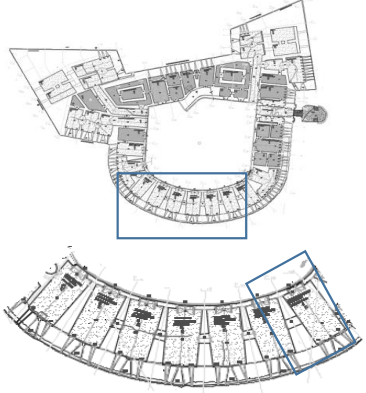


FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología		Rampa																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SF-05	0-20																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																														
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Deterioro y pérdida del pañete en gran parte de la rampa, fracturas en el material pétreo de longitudes y anchos variables (Foto superior). Se observa el espesor más crítico de la grieta mencionada en el arco de la rampa y el deterioro del pañete de la misma zona (Foto central). Se observan fracturas en el material pétreo y deterioro del pañete, caries superficiales (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos, escorrentías de aguas lluvia, sobreesfuerzos generados por el desequilibrio de zonas adyacentes a la rampa. Sobreesfuerzos generados en la clave de la bóveda por movimientos del suelo. Pueden haberse originado por desequilibrio estático en zonas cercanas a la rampa generando sobreesfuerzos, agentes climáticos como humedad, lluvias, temperatura, erosión eólica, agresión de impacto.																															

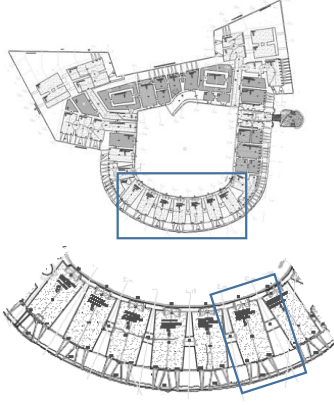
































FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóvedas																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-06	0-21																															
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr><td>Físicas</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Mecánicas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Químicas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Biológicas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr><td>Leve</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Moderado</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Grave</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Muy Grave</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr><td><input type="checkbox"/> Seguridad</td><td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética	 																													
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: <p>Se observa el deterioro del pañete a lo largo de todo el muro y humedad en la base del mismo (Foto superior).</p> <p>La bóveda presenta el deterioro del pañete en un 20% aproximadamente y estancamiento de aguas procedentes del mar. Presencia de hongos y manchas (Foto central).</p> <p>Se presenta el deterioro del pañete en la parte inferior de los muros laterales y en la pared del fondo. Presencia de hongos y manchas, y agua proveniente del mar (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Pueden ser ocasionados por agentes climáticos como la escorrentía de aguas lluvias y la temperatura. Vandalismo.</p> <p>Pueden ser producto de la carencia de drenajes para la evacuación del agua y la humedad producto del constante contacto de la bóveda con el agua de mar. Proliferación de actividad biológica.</p> <p>Ingreso del agua durante la marea alta, falta de ventilación adecuada. Proliferación de actividad biológica.</p>																															

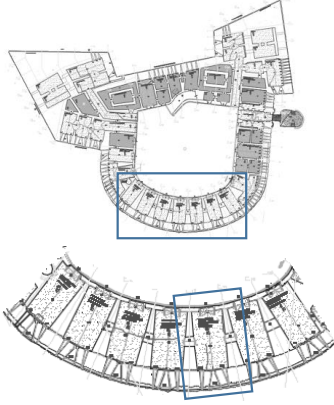



FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Plataforma- Segunda Planta																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-07	0-22																															
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
																																	
																																	
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: <p>El merlón presenta deterioro en el pañete en un 40% aproximadamente. Además padece caries superficiales y porosidad superficial (Foto superior).</p> <p>La estructura en madera presenta un excelente estado. No se observa ningún tipo de patología en ella (Foto central).</p> <p>Pérdida del pañete, porosidad superficial, caries superficiales, pérdida de sillares en pequeñas zonas (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Pueden generarse a partir de las variaciones del clima, las escorrentías de aguas lluvias, erosión de la estructura generada por el viento y exposición al ambiente marino.</p> <p>El entramado de madera no es antiguo.</p> <p>Agresión mecánica y de impacto por parte del viento, agentes climáticos como lluvias y temperatura, el transcurrir del tiempo, la disolución de sales por parte de la piedra caliza.</p>																															

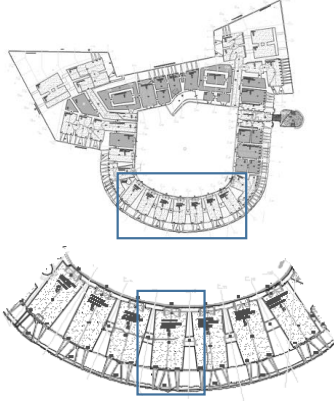

































FUERTE - BATERÍA SAN JOSÉ		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Muro-Patio de Armas																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-08	0-23																															
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Se observa el deterioro y la pérdida del pañete en la mayor parte del muro. Además se observa el estancamiento del agua en la estructura.		POSIBLES CAUSAS: Los agentes climáticos como las lluvias y la temperatura, la falta de drenajes que permitan la completa evacuación del agua. Marea elevada.																															
																																	

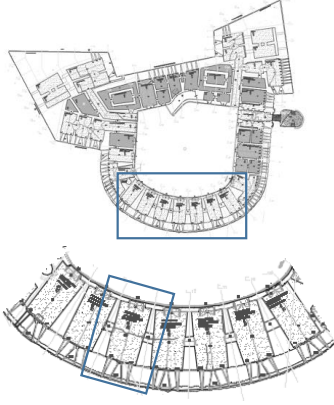





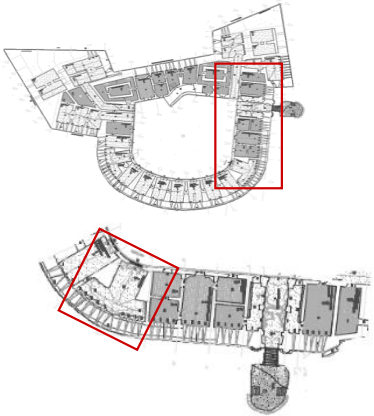



FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-01	0-1																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Se observa caries superficiales, deterioro del pañete, presencia de hongos y eflorescencia (Foto superior) Caries profundas y perdida de material pétreo (Foto Inferior)		POSIBLES CAUSAS: Puede deberse a la disolución de sales por parte del material, la humedad, agentes climáticos y presencia de material biológico. Puede deberse a escorrentías de agua lluvias, el transcurrir del tiempo, la humedad y la disolución de sales.																															

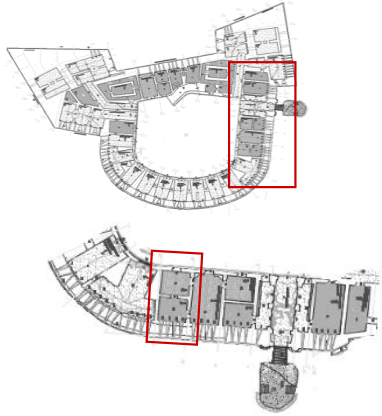

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-02	0-2																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Esflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Esflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Esflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Perdida del material pétreo, caries superficiales y deterioro del pañete. (Foto superior) Proliferación de hongos y material biológico (Foto Inferior)		POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos, la humedad, el transcurrir del tiempo, erosión por acción del viento. Puede deberse a agentes climáticos como la temperatura. Proliferación de actividad biológica, la humedad y la disolución de sales por parte de la piedra caliza.																															

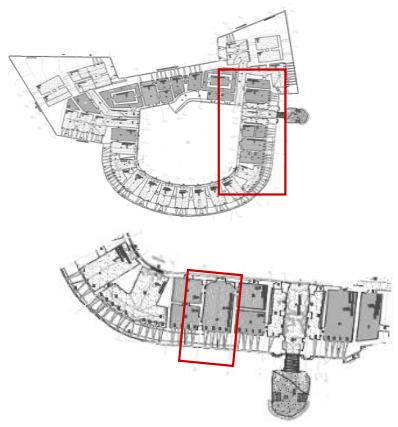



FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-03	0-3																															
																																	
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Grieta en el material pétreo en la parte superior de hasta 2 cm de espesor. (Foto superior) Carie superficial, pérdida del pañete. (Foto central) Deterioro del pañete, presencia de hongos. (Foto Inferior)		POSIBLES CAUSAS: Sobresfuerzos generados en la clave de bóveda por movimientos del suelo. Agresión mecánica y de impacto (oleaje), clima agresivo. La humedad producto del constante contacto de la bóveda con el mar.																															




FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-04	0-4																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>																													
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>																													
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>																													
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																													
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Se observa perdida de sillares en la parte inferior izquierda (Foto superior)</p> <p>Presencia de moho en aproximadamente un 30% de la superficie del muro (Foto central)</p> <p>Presenta degradación del material pétreo, porosidad superficial. (Foto Inferior)</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Posible agresión por impacto.</p> <p>Agentes climáticos como la temperatura o las escorrentías de agua lluvias. Proliferación de actividad biológica.</p> <p>El transcurrir del tiempo , agresión mecánica y de impacto .</p>																															



































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	19/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SA-05	0-5																															
																																	
																																	
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Deterioro en la parte inferior de la puerta, pérdida del pañete y sillares, y caries superficiales. (Foto superior) Porosidad superficial y deterioro del pañete (Foto central) Presencia de moho y deterioro del pañete. (Foto Inferior)		POSIBLES CAUSAS: Agresión mecánica y disolución de sales Agentes climáticos, acción de la humedad y disolución de sales. Humedad producto del constante contacto con el agua del mar. Proliferación de actividad biológica.																															

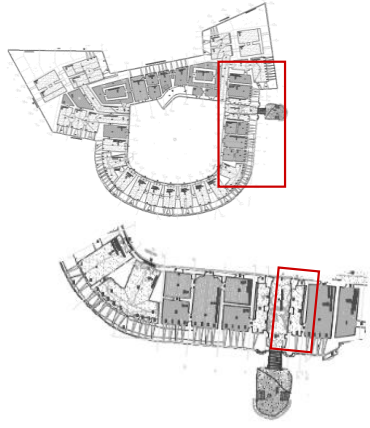
































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Necesaria-Cuarto de baños																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-01	0-6																														
																																	
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES Socavación y deterioro importante del material petro en la base de cuarto de baño. (Foto superior). Grietas en la clave de la ventana tronera del cuarto de baños (Foto central). Presencia de moho y deterioro del pañete.		POSIBLES CAUSAS: Agresión mecánica, disolución de sales e impacto continuo del oleaje. Sobre esfuerzos o asentamientos producidos por perdida de suelo de soporte por acción del oleaje. Humedad, posible agresión mecánica y de impacto. Proliferación de actividad biológica.																															

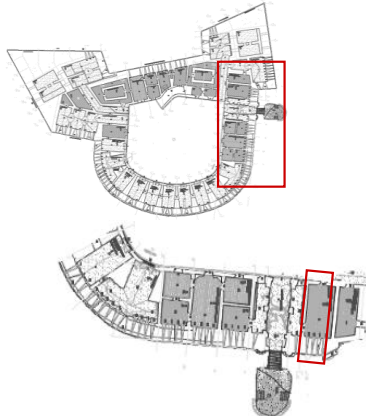


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Bóveda																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-02, SB-03	0-7																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: SB-03, se presenta una agrieta de un 1m de longitud en la parte superior de la entrada. (Foto superior) Perdida de sillares en la parte superior y lateral de la puerta que comunica las dos secciones (Foto central) Deterioro del pañete. (Foto Inferior)		POSIBLES CAUSAS: Desequilibrio estático de la estructura causado por movimientos del suelo que generan sobre esfuerzos. Agresión mecánica, proliferación de material biológico, escorrentía de aguas lluvias. Humedad, posible agresión mecánica.																															



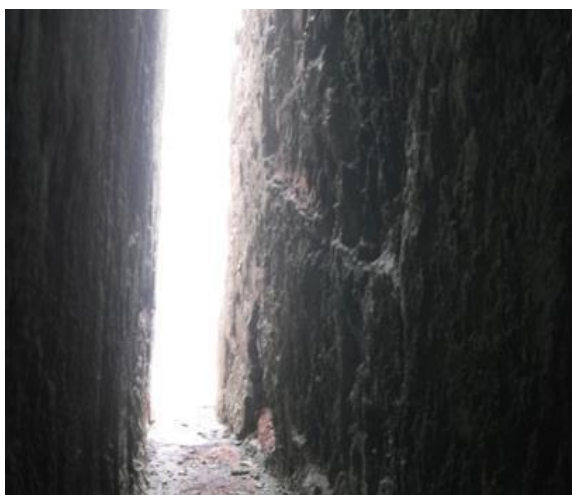
FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Bóveda																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-04	0-8																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Perdida de sillar (Foto superior). Caries superficiales (Foto central). Manchas verdes en las paredes de la bóveda, además de humedades en los pisos (Foto inferior)		POSIBLES CAUSAS: Impacto mecánico. Entre las causas podemos mencionar agentes climáticos como la temperatura y las lluvias, la disolución de sales, la erosión eólica. Entre las causas podemos mencionar agentes climáticos como la temperatura, la escorrentía de aguas lluvias, proliferación de material biológico.																															

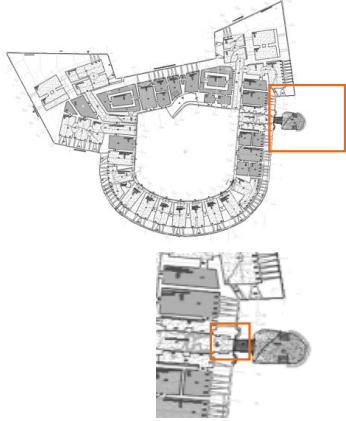



FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																																																
Tipología	Bóveda																																																		
Localización:	Código (s):	Ficha N°																																																	
	SB-05	0-9																																																	
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Tipo de Lesiones Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética	 
	Grietas	<input type="checkbox"/>																																																	
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																																																	
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																																																	
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																																																	
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																																																	
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																																																	
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																																																	
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																																																	
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																																																	
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																																																	
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																																
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																																																
<p>OBSERVACIONES: La pared de la bóveda presenta una gran mancha que cubre aproximadamente el 30% del muro al fondo de la bóveda, deterioro del pañete. (Foto superior).</p> <p>El piso de la bóveda presenta una mancha verde en la mayor parte de este (Foto inferior)</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Humedad producto del constante contacto de la bóveda con el agua del mar. Proliferación de la actividad biológica.</p> <p>Humedad producto del constante contacto de la bóveda con el agua del mar.</p>																																																	

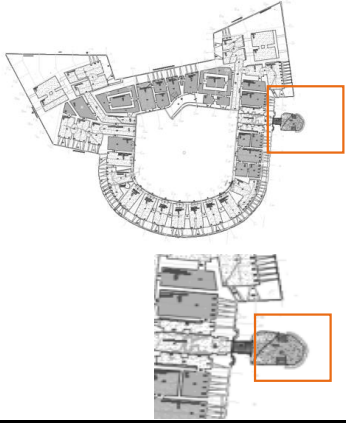
































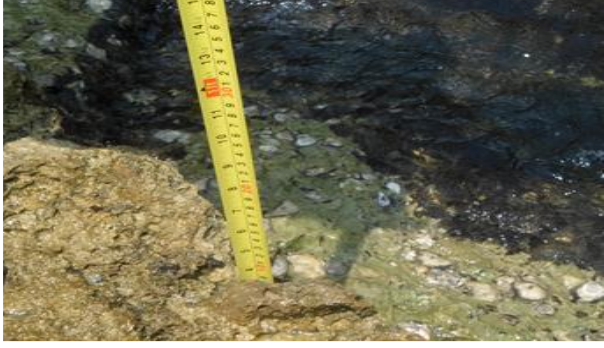
FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Bóveda																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-07	0-10																														
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p>															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Caries profundas , poseen hasta 1 cm de profundidad (Foto superior).</p> <p>Impacto mecánico, pérdida del pañete (Foto central).</p> <p>Pérdida de pañete, manchas sobre la superficie de los muros (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agresión por impacto, desintegración de la piedra por acción biológica .</p> <p>Impacto mecánico, la humedad, transcurrir del tiempo.</p> <p>Humedad producto de la escorrentía de agua, proliferación de actividad biológica.</p>																															

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Bóveda																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-08	0-11																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>		Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>		Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Se encontró fisuramiento en la parte superior de la bóveda, humedad, deterioro del pañete (Foto superior). Desprendimiento de material pétreo y del sillar, pérdida de la pega (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Sobreesfuerzos en la clave o efectos de la retracción del concreto usado en las sucesivas restauraciones. Condiciones climáticas que causa deterioro de la argamasa, desgastando las juntas.																															

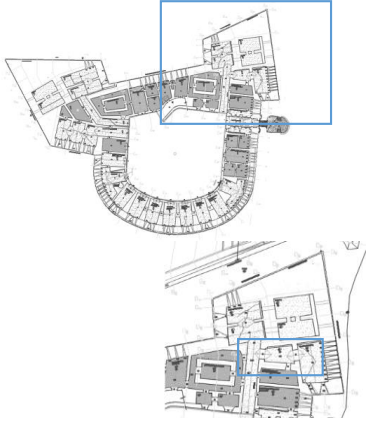



FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																														
Tipología		Bóveda																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SB-09	0-12																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Deterioro del material, porosidad superficial y pérdida de juntas (Foto superficial). Mancha verde, porosidad superficial, pérdida del pañete (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agresión por impacto y deterioro de la argamasa debido a las condiciones climáticas. Humedad que favorece la proliferación de materiales biológicos.																															

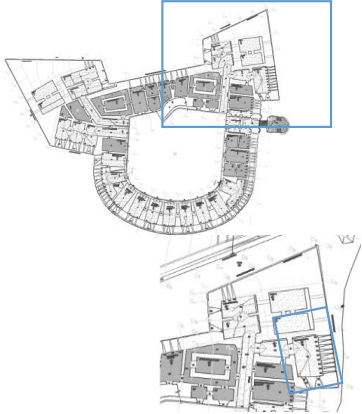


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	22/8/2016																												
Tipología	Bóveda																														
Localización:	Código (s):	Ficha N°																													
	SB-10	0-13																													
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	
	Grietas	<input type="checkbox"/>																													
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																													
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																													
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																													
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																													
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																													
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																													
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																													
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																													
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																													
<table border="0"> <tr> <td>Tipo de Lesiones</td> <td></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>											
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																												
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																												
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																												
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																												
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																											
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<p>OBSERVACIONES: Pérdida del pañete (Foto superior).</p> <p>Deterioro del material pétreo, porosidad superficial, humedad, manchas verdes. (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Puede deberse a agresión mecánica, fracturas por efectos térmicos.</p> <p>Puede deberse a agentes climáticos como la temperatura o la escorrentías de aguas lluvias. Proliferación de actividad biológica.</p>																													

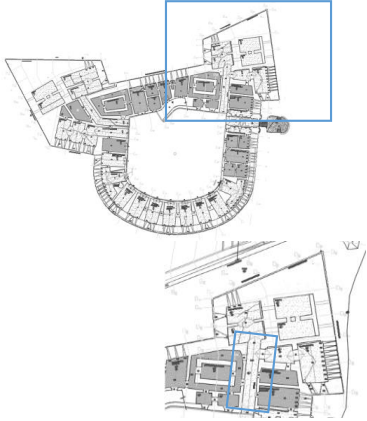


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	23/8/2016																													
Tipología	Bóveda																															
Localización:	Código (s):	Ficha N°																														
	SC-01	0-14																														
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																														
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																														
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																														
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																														
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																														
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																														
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																														
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																														
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																														
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																														
<table border="0"> <tr> <td>Tipo de Lesiones</td> <td>Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas <input type="checkbox"/></td> <td>Moderado <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas <input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado	Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>	Mecánicas <input type="checkbox"/>	Moderado <input checked="" type="checkbox"/>	Químicas <input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>	Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																						
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado																															
Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>																															
Mecánicas <input type="checkbox"/>	Moderado <input checked="" type="checkbox"/>																															
Químicas <input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>																															
Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																															
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																														
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																															
<p>OBSERVACIONES: Pérdida de argamasa en las juntas (Foto superior). Caries profundas mayores a 2 cm, pérdida del pañete desintegración de la estructura pétreo (Foto central). Se observa fracturamiento y desprendimiento de material pétreo de la estructura (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agua de escorrentía y factores químicos que han desintegrado la argamasa. Corrosión de la piedra calcárea, agresión mecánica o de impacto, erosión eólica y agua lluvia. Agresión de impacto, desintegración natural y agentes climáticos.</p>																														

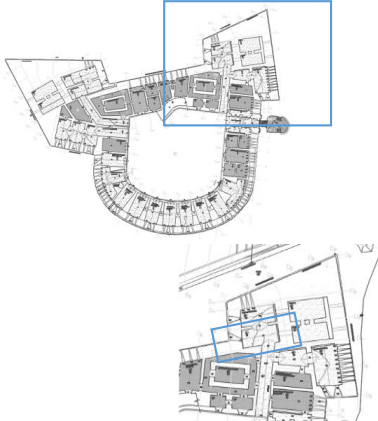












FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	23/8/2016																														
Tipología		Muelle																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SC-02	0-15																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: <p>La parte inferior del muelle presenta caries profundas y se evidencian fracturas del material pétreo lo largo del mismo (Foto superior).</p> <p>Perdida de material pétreo (Foto Central).</p> <p>Socavación del material pétreo (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Agresión de impacto debido al oleaje y erosión eólica.</p> <p>Desintegración natural, agentes climáticos, acción del oleaje y vandalismo.</p> <p>Desintegración natural, agentes climáticos, agresión de impacto</p>																															

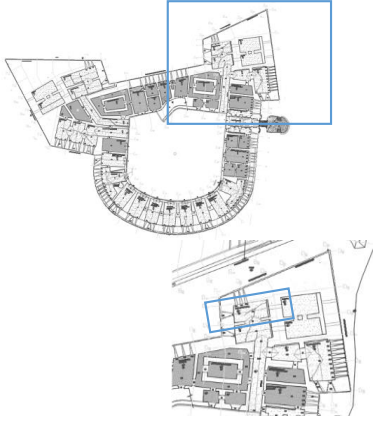

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-01	0-15																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Desprendimientos de material pétreo en la zona inferior del muro, machas verdes		POSIBLES CAUSAS: Pueden deberse a agresión mecánica, humedad, agentes climáticos.																															

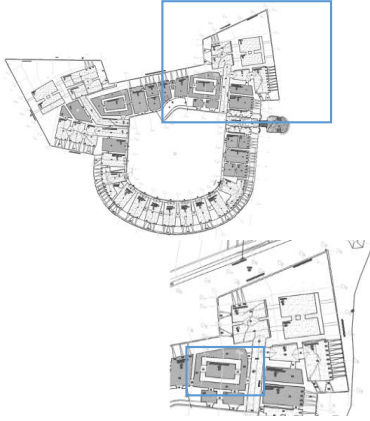













FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-02	0-16																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>	  											
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>																													
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>																													
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>																													
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Se observa un alto grado de humedad en el piso de la bóveda (Foto superior). Pérdida del material pétreo, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto central). Desprendimientos de material pétreo en la zona inferior del muro (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Escorrentías y el estancamiento de aguas lluvias. Pueden deberse a agresión mecánica, fracturas por efectos térmicos, la humedad. Pueden deberse a agresión de impacto, humedad, agentes climáticos.</p>																															

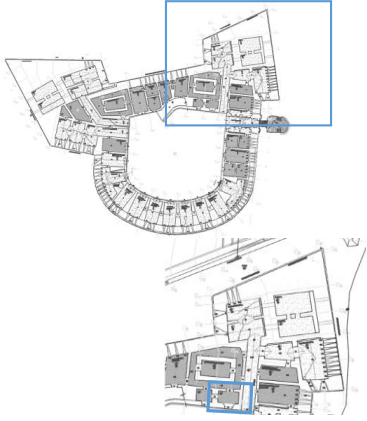
































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-03	0-17																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Deterioro del pañete, porosidad superficial manchas de humedades, manchas negras (Foto superior). Se observa deterioro del pañete, eflorescencia, porosidad superficial, humedad, machas verdes en la aspillera (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Humedad producto de la escorrentía de agua, Proliferación de actividad biológica. Pueden deberse a las escorrentías de aguas lluvias, el transcurrir del tiempo, la humedad, la disolución de sales por parte del material pétreo, proliferación biológica.																															

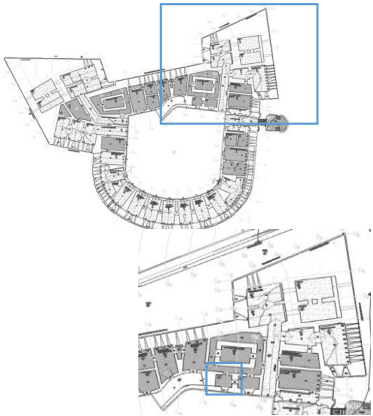
































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-04	0-18																															
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Deterioro del material pétreo , caries profundas (Foto superior). Deterioro del pañete, machas verdes e la pared de la bóveda, humedades en el piso (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Puede ser causado por la agresión de impacto, meteorización, transcurrir del tiempo, efecto térmico. Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica.																															
																																	

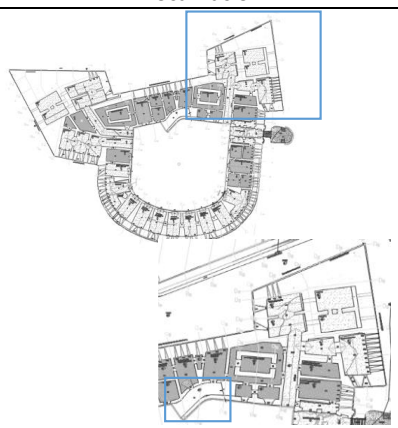











FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016
Tipología	Bóveda		
Localización:	Código (s):	Ficha N°	
	SD-05	0-19	
			
			
Patologías Encontradas			
	Grietas	<input type="checkbox"/>	
	Fisuras	<input type="checkbox"/>	
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>	
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>	
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>	
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Porosidad Superficial	<input type="checkbox"/>	
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>	
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado	
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>
Aspecto Afectado			
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética
<p>OBSERVACIONES: Se presenta alrededor del 10% la presencia de moho y hongos en las paredes, además deterioro del pañete (Foto superior).</p> <p>Se presenta alrededor del 30% la presencia de moho y hongos en las paredes, además deterioro del pañete (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Para ambas fotografías las causas posibles son: agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica.</p>	

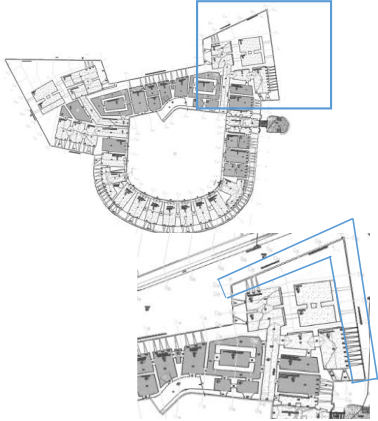













FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-06	0-20																															
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>		Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>		Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: <p>Se presenta alrededor del 20% la presencia de moho y hongos en las paredes, además deterioro del pañete (Foto superior).</p> <p>Deterioro del pañete, eflorescencia, fracturas en el material pétreo, caries superficiales (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Pueden ser producto la humedad del constante contacto de la bóveda con el agua de mar, proliferación de actividad biológica.</p> <p>Pueden deberse a las escorrentías de aguas lluvias, el transcurrir del tiempo, la humedad, la disolución de sales por parte del material pétreo.</p>																															

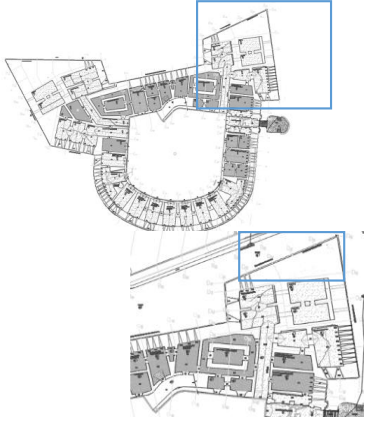

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016
Tipología	Bóveda		
Localización:	Código (s):	Ficha N°	
	SD-07	0-21	
Patologías Encontradas  Grietas <input type="checkbox"/>  Fisuras <input type="checkbox"/>  Caries Superficiales <input type="checkbox"/>  Caries Profundas <input type="checkbox"/>  Pérdida de Sillares <input type="checkbox"/>  Deterioro del pañete <input checked="" type="checkbox"/>  Porosidad Superficial <input checked="" type="checkbox"/>  Pérdida de Juntas <input checked="" type="checkbox"/>  Humedad <input type="checkbox"/>  Eflorescencia <input type="checkbox"/>			
Tipo de Lesiones Físicas <input checked="" type="checkbox"/> Mecánicas <input type="checkbox"/> Químicas <input checked="" type="checkbox"/> Biológicas <input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado Leve <input checked="" type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Grave <input type="checkbox"/> Muy Grave <input type="checkbox"/>		
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética			
OBSERVACIONES: Las fotografías evidencian perdida generalizada del pañete, porosidad superficial, lavado y perdida de juntas		POSIBLES CAUSAS: Intemperismo, el transcurrir del tiempo, agresión mecánica y de impacto.	

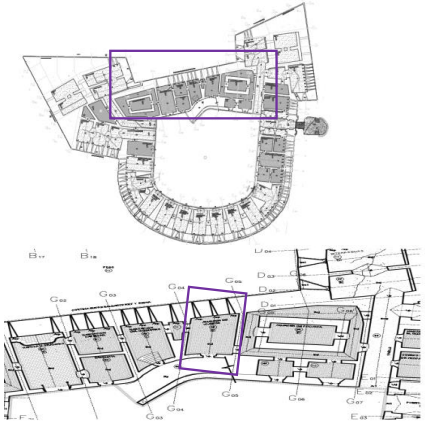












FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-08	0-22																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>		Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>		Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>		 											
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Perdida de piezas de ladrillo , caries superficiales (Foto superior). Desprendimiento del material pétreo, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Pueden deberse a agresión por impacto, fracturas por efectos térmicos, Debido al desgaste producido por efectos de tiempo. El transcurrir del tiempo, agresión mecánica y de impacto, humedad.</p>																															

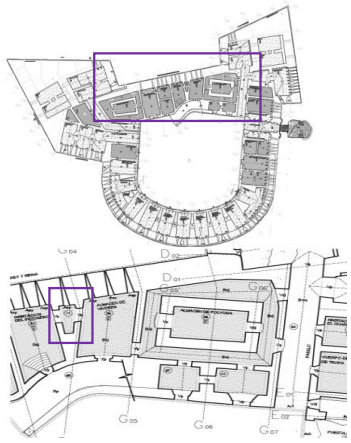


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SD-09	0-23																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>	 											
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado		<input type="checkbox"/>																													
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave		<input type="checkbox"/>																													
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave		<input type="checkbox"/>																													
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Se presenta alrededor del 10% la presencia de moho y hongos e las paredes, además deterioro del pañete (Foto superior). Deterioro del pañete, porosidad superficial e irregularidades en la superficie interna de la bóveda (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica. El transcurrir del tiempo, agresión por impacto, humedad.</p>																															

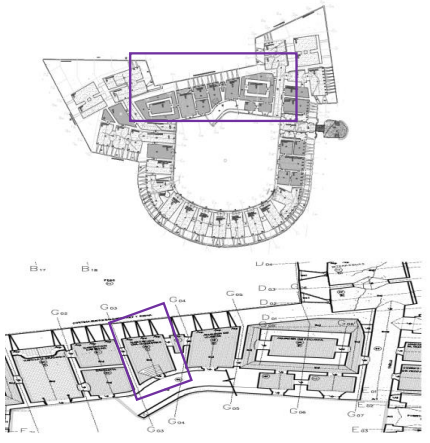

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016
Tipología	Rampa		
Localización:	Código (s):	Ficha N°	
	SD-10	0-24	
Patologías Encontradas			
 Grietas <input type="checkbox"/>			
 Fisuras <input checked="" type="checkbox"/>			
 Caries Superficiales <input checked="" type="checkbox"/>			
 Caries Profundas <input type="checkbox"/>			
 Pérdida de Sillares <input type="checkbox"/>			
 Deterioro del pañete <input checked="" type="checkbox"/>			
 Porosidad Superficial <input checked="" type="checkbox"/>			
 Pérdida de Juntas <input type="checkbox"/>			
 Humedad <input type="checkbox"/>			
 Eflorescencia <input type="checkbox"/>			
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado		
Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input checked="" type="checkbox"/>		
Mecánicas <input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>		
Químicas <input type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>		
Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>		
Aspecto Afectado			
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética		
OBSERVACIONES:		POSIBLES CAUSAS:	
Fisura a lo largo del muro, caries superficiales, deterioro del pañete (Foto superior).		Para todos los casos, las posibles causas son: agresión mecánica y por impacto por parte del viento, el transcurrir del tiempo, vandalismo, agentes climáticos.	
Caries superficiales, deterioro del pañete, (Foto inferior).		Agresión por impacto de agentes climáticos como el viento, el transcurrir del tiempo, vandalismo.	

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016
Tipología	Escarpa		
Localización:	Código (s):	Ficha N°	
	SD-11	0-25	
			
			
			
Patologías Encontradas			
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Humedad	<input type="checkbox"/>	
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado	
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>
Aspecto Afectado			
<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética
OBSERVACIONES:		POSIBLES CAUSAS:	
<p>Se observan una grieta de ancho de aproximadamente 50mm en la parte inferior de la tronera (Foto superior).</p> <p>Se observa la pérdida de sillares, deterioro del pañete, pérdida de junta en el material pétreo, deterioro en la cimentación de la estructura y caries profundas (Foto central).</p> <p>Se observan plantas parasitas, deterioró del pañete, porosidad superficial. Perdida del sillar (Foto inferior).</p>		<p>Sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático, escorrentías de agua lluvia, erosión eólica, agentes climáticos.</p> <p>Puede ser causado por factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo y agresión mecánica debido a la fluctuación de las olas.</p> <p>Puede ser causado por factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo vacíos en</p>	

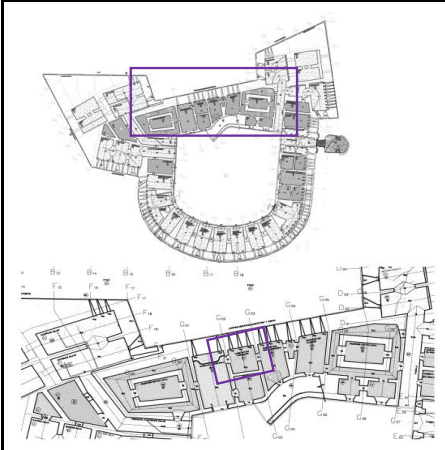






























FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	25/8/2016																														
Tipología		Merlones																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SD-12	0-26																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	  	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Riesgo Estimado</td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>		Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>		Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>													
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo Estimado	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																												
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: <p>Fracturamiento de la estructura rígida, deterioro del pañete, plantas parasitas (Foto superior).</p> <p>Presenta porosidad superficial, caries superficiales, degradación del material pétreo, pérdida de juntas (Foto central).</p> <p>Se observa en lo fisuramiento y deterioro del piso (Foto inferior).</p>		POSIBLES CAUSAS: <p>Factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo.</p> <p>Agentes climáticos, erosión eólica, sobresaturación del material pétreo debido a la acumulación de aguas lluvias, agresión por impacto.</p> <p>Sobresaturación del material pétreo, efectos del viento sobre la estructura, la humedad, escorrentías de aguas lluvia.</p>																															

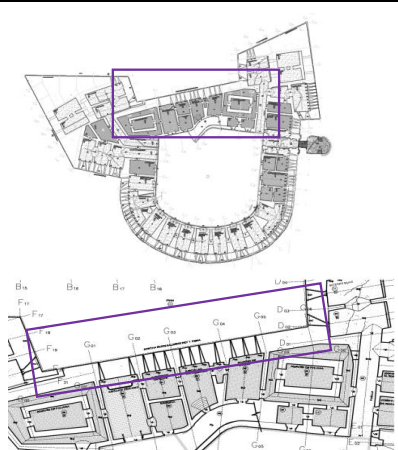




















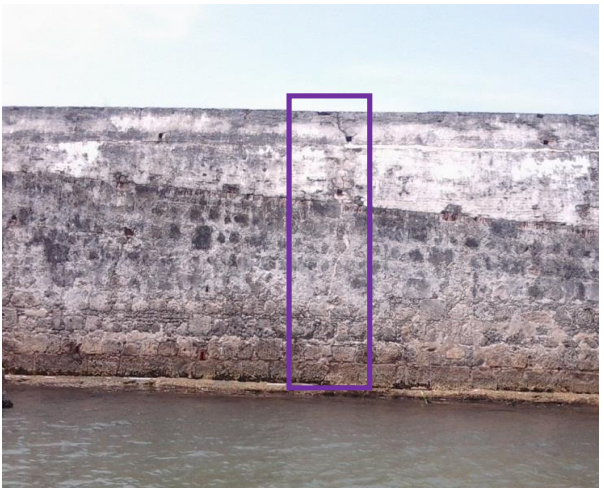











FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-01	0-27																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <th colspan="2">Tipo de Lesiones</th> <th colspan="2">Riesgo Estimado</th> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Se presenta deterioro del peñete, moho y hongos en el 40% de la superficie (Foto superior).</p> <p>Se observa deterioro, pérdida de pañete y sillares, caries profundas (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y humedad.</p> <p>Sobre saturación del material pétreo, agresión de impacto y agentes climáticos.</p>																															
																																	

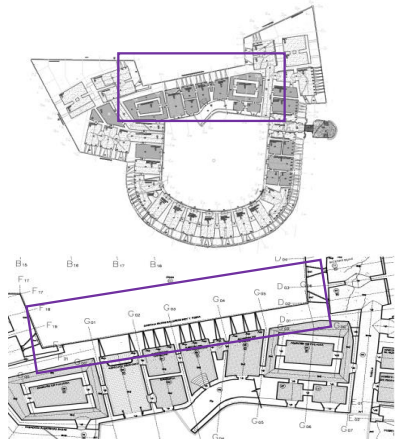
































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muelle																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-02	0-28																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <th colspan="2">Tipo de Lesiones</th> <th colspan="2">Riesgo Estimado</th> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Perdida del material petreo, caries superficiales y humedad (Foto superior). Deterioro del pañete (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: La causa podría radicar en agresiones mecánicas, fracturas por efectos térmicos y proliferación de biológica . Humedad causada por la escorrentía de aguas lluvias.																															
																																	

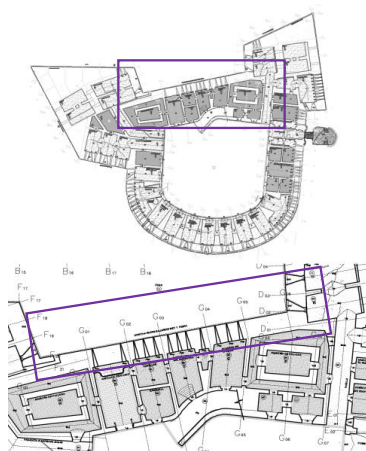

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muelle																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-03	0-29																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
																																	
																																	
<p>OBSERVACIONES: Presencia de moho y hongos en el 30% de la superficie del muro (Foto superior).</p> <p>Caries superficiales (Foto central).</p> <p>Desprendimiento del material pétreo que conforma las escaleras, caries superficiales (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de agua lluvia, que favorece la proliferación biológica.</p> <p>Desgastes producido por el tiempo y proliferación biológica.</p> <p>Agresión por impacto.</p>																															

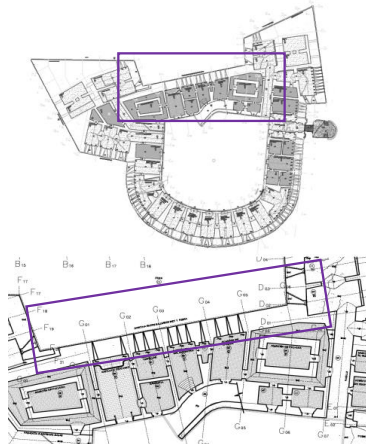

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muelle																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-04	0-30																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Riesgo Estimado <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
OBSERVACIONES: Se observa deterioro y pérdida del pañete en el muro, pérdida de sillares, caries profundas (Foto superior). Caries superficiales, deterioro del material pétreo (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Vandalismo, el paso del tiempo y la sobresaturación del material pétreo, agresión por impacto. Pueden deberse a fracturas por efectos térmicos, Debido al desgaste producido por el uso y el tiempo.																															

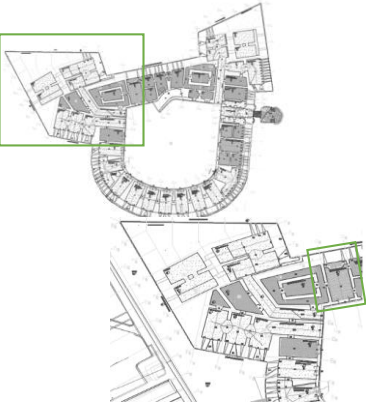


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Muelle																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-05	0-31																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Mancha verde, porosidad superficial, pérdida del pañete.</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Humedad, agentes climáticos, proliferación biológica.</p>																															

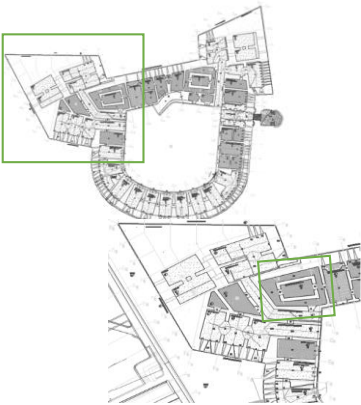
FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología		Escarpa																															
Localización:		Código (s):	Ficha N°																														
		SE-06-1	0-32																														
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>	 	
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones Físicas <input type="checkbox"/> Mecánicas <input checked="" type="checkbox"/> Químicas <input type="checkbox"/> Biológicas <input type="checkbox"/>		Riesgo Estimado Leve <input type="checkbox"/> Moderado <input checked="" type="checkbox"/> Grave <input type="checkbox"/> Muy Grave <input type="checkbox"/>																															
Aspecto Afectado <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Ambas fotografías evidencian el agrietamiento a lo largo de la escarpa sobre el muro perimetral. Además de la anterior patología, de forma general la escarpa en sus diferentes zonas presenta porosidad superficial, caries profundas y superficiales así como pérdida parcial de juntas (Ver Ficha N° 0-33).		POSIBLES CAUSAS: Sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático, favorecido por el lavado de juntas. Las posibles causas de las otras patologías mencionadas se explican en la Ficha N° 0-33.																															

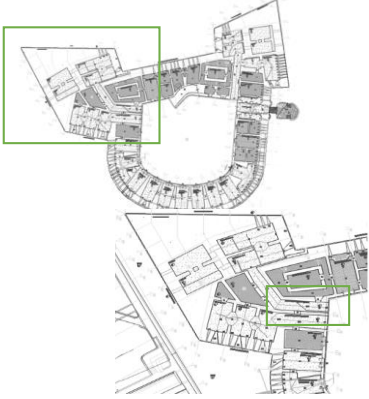


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Escarpa																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-06-2	0-33																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input checked="" type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Crecimiento de vegetación entre las juntas que forman los sillares (Foto superior).</p> <p>Deterioro del material pétreo, presencia de caries superficiales y profundas, al igual que porosidad superficial (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Deterioro y lavado de la argamasa que une los sillares a favorecido el crecimiento de vegetación.</p> <p>Humedad, agentes climáticos, proliferación biológica. Los diferentes agentes climáticos (lluvia, y viento) han deteriorado evidentemente los primeros centímetros de los sillares.</p>																															
 																																	




FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-06-3	0-34																															
Patologías Encontradas	  																																
<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
				Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																												
				Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																												
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado																																
Físicas <input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>																																
Mecánicas <input checked="" type="checkbox"/>	Moderado <input checked="" type="checkbox"/>																																
Químicas <input type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>																																
Biológicas <input type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																																
Aspecto Afectado																																	
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
OBSERVACIONES: Se observan grietas de anchos de aproximadamente 50mm en la parte superior de la Aspillera, deterioro del pañete y porosidad superficial (Foto superior). Se observa la pérdida de sillares en la tronera, deterioro del pañete, además se presenta pérdida de junta en el material pétreo, deterioro en la base del muro (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático, escorrentías de agua lluvia, erosión eólica, agentes climáticos. Puede ser causado por factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo y agresión mecánica debido a la fluctuación de las olas.																															

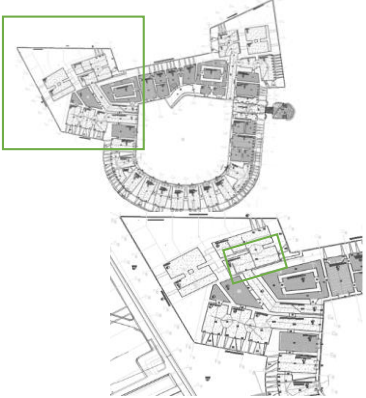


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	26/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SE-07	0-35																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input type="checkbox"/>																																
Leve	<input type="checkbox"/>																																
Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Fracturamiento del material pétreo, crecimiento de vegetación (Foto superior).</p> <p>Presenta porosidad superficial, pérdida de las tabletas de ladrillo, caries superficiales, degradación del material pétreo, pérdida de juntas (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Puede ser causado por factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo, vacíos en la estructura, agresión mecánica.</p> <p>Agentes climáticos, erosión eólica, sobresaturación del material pétreo debido a la acumulación de aguas lluvias, agresión por impacto.</p>																															
																																	
																																	

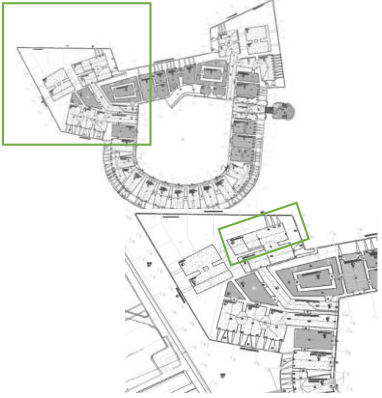
































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-01	0-36																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Se puede apreciar diferentes manchas verdes por toda la pared de la bóveda, deterioro del pañete (Foto superior). Deterioro del material pétreo del el suelo de la bóveda, caries profundas. (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica. Pueden deberse a agresión mecánica, fracturas por efectos térmicos, Debido al desgaste producido por efectos de tiempo																															

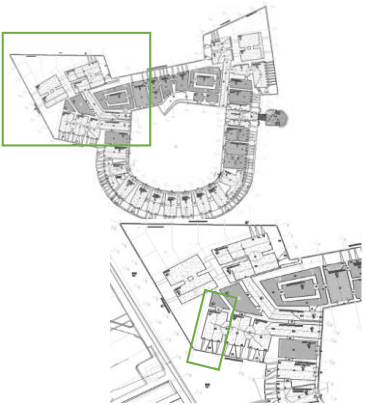

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-02	0-37																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Las tres fotografías evidencian la pérdida general del pañete, porosidad superficial, pérdida de piezas de ladrillo y de juntas, deterioro del material pétreo.</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Intemperismo, el transcurrir del tiempo, agresión por impacto.</p>																															

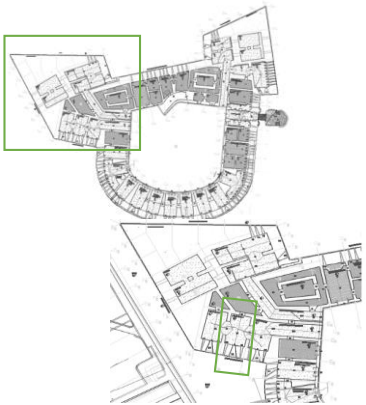


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-03	0-38																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>	 		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <th>Tipo de Lesiones</th> <th colspan="2">Riesgo Estimado</th> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy <input type="checkbox"/>																		
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado																																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input checked="" type="checkbox"/>																															
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>																															
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>																															
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy <input type="checkbox"/>																															
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética	<p>OBSERVACIONES: La pared de la bóveda presenta una mancha verde la cual representa el 30% de la superficie, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto superior). Se observa en la parte superior de la bóveda humedades y material biológico.</p>																														
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica. Escorrentía de aguas lluvias, el transcurrir del tiempo, actividad de organismos (bacterias).</p>																															

























FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-04	0-39																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Perdida del material de pega y piezas de ladrillo (Foto superior). La pared dela bóveda presenta una mancha verde la cual representa el 10% de la superficie, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Intemperismo, vandalismo, el paso del tiempo, agresión de impacto Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica.																															



































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-05	0-40																															
																																	
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ouímicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Ouímicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Ouímicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Deterioro y pérdida del pañete, porosidad superficial, humedad en la base del muro (Foto superior). Deterioro del material pétreo en el suelo de la bóveda, alto grado de humedad (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias. La humedad producto del constante contacto de la bóveda con el agua de mar, agresión de impacto.</p>																															
																																	

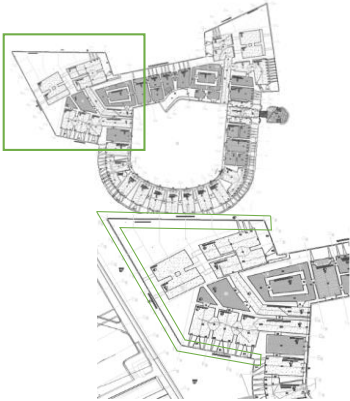


FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-06	0-41																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Fracturamiento del material, manchas verdes. Porosidad superficial (Foto superior). Material biológico, deterioro del pañete, porosidades superficiales, material biológico (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: Agresión por impacto, vandalismos y proliferación de material biológico. Humedad producto de la escorrentía de agua, Proliferación de actividad biológica.																															

































FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-07	0-42																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
																																	
<p>Tipo de Lesiones</p> <table border="0"> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Riesgo Estimado</p> <table border="0"> <tr> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>														
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Mecánicas	<input type="checkbox"/>																																
Químicas	<input type="checkbox"/>																																
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																																
Moderado	<input type="checkbox"/>																																
Grave	<input type="checkbox"/>																																
Muy Grave	<input type="checkbox"/>																																
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: La pared de la bóveda presenta una mancha verde la cual representa el 10% de la superficie, deterioro del pañete.</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica.</p>																															

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-08	0-43																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr><td></td><td>Grietas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Fisuras</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Superficiales</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Caries Profundas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Sillares</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Deterioro del pañete</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Porosidad Superficial</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Pérdida de Juntas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Humedad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td></td><td>Eflorescencia</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>		Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>	 		
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <th>Tipo de Lesiones</th> <th colspan="2">Riesgo Estimado</th> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																		
Tipo de Lesiones	Riesgo Estimado																																
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve <input checked="" type="checkbox"/>																															
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>																															
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/>																															
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave <input type="checkbox"/>																															
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																															
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
<p>OBSERVACIONES: La pared dela bóveda presenta una mancha verde la cual representa el 20% de la superficie, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto superior). Se observa un alto grado de humedad en el piso de la bóveda (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica. Escorrentías y el estancamiento de aguas lluvias.</p>																															

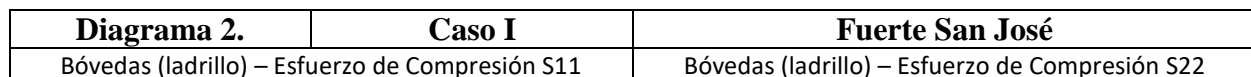
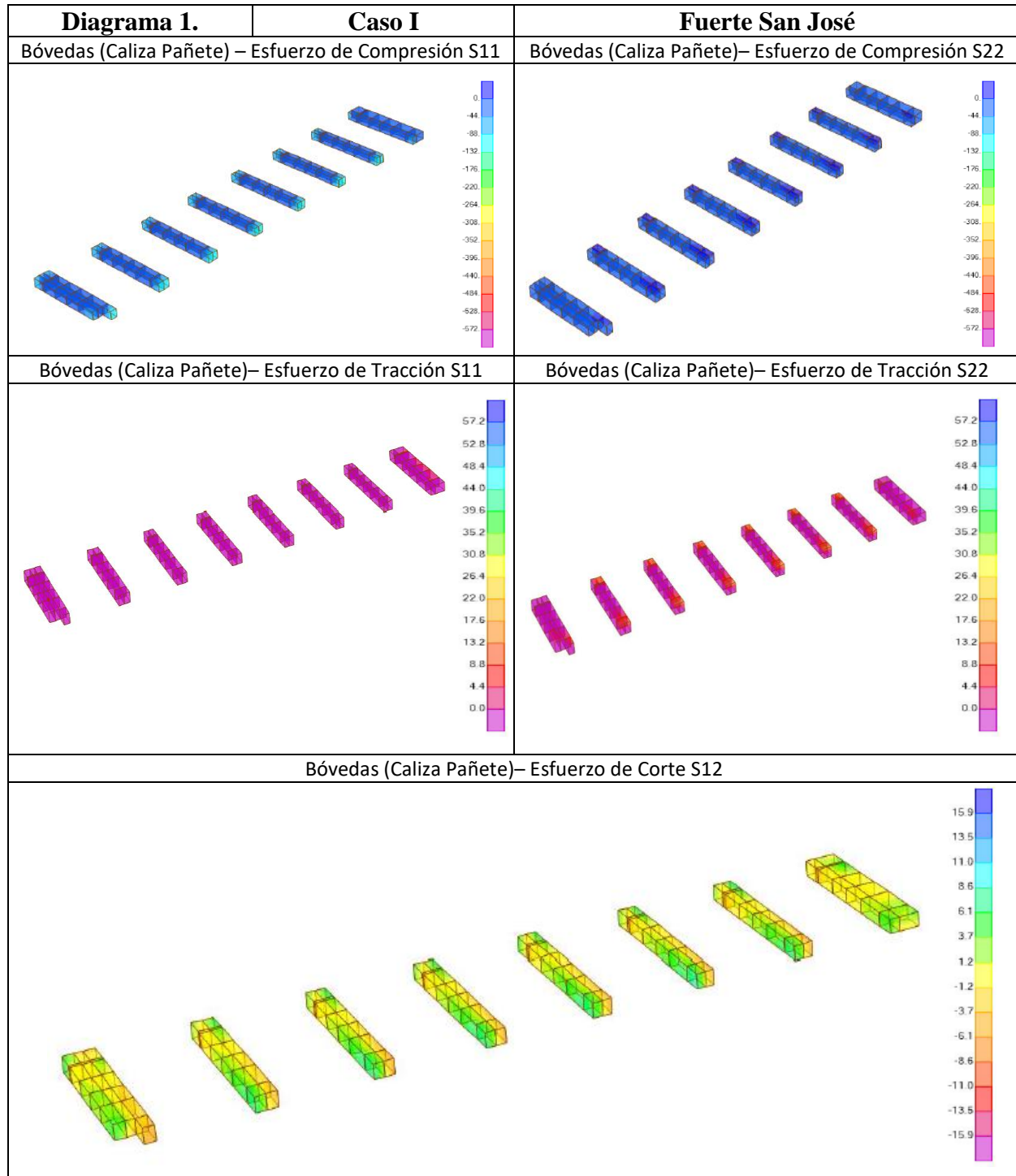
FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-09	0-44																															
																																	
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Ambas fotografías evidencian que las paredes de la bóveda presentan manchas verdes, deterioro del pañete, porosidad superficial</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: Agentes climáticos como la temperatura y las escorrentías de aguas lluvias, proliferación biológica.</p>																															
																																	

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Bóveda																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-10	0-45																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input type="checkbox"/>		Fisuras	<input type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>		Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Grietas	<input type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input checked="" type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>																														
Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Estética</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																										
<input type="checkbox"/>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estética																														
<p>OBSERVACIONES: Eflorescencia e la parte superior de la ventana, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto superior). Se observa un alto grado de humedad en el piso de la bóveda (Foto central). Se presenta alrededor del 20% la presencia de moho y hongos e las paredes, además deterioro del pañete (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS: El transcurrir del tiempo, la humedad, la disolución de sales por parte del material pétreo . Escorrentías y el estancamiento de aguas lluvias. Humedad, proliferación de actividad biológica.</p>																															
																																	
																																	

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Escarpa																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-11	0-46																															
																																	
																																	
Patologías Encontradas <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
Aspecto Afectado <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Estética																																	
OBSERVACIONES: Se observa una grieta de aproximadamente 45 grados de inclinación, deterioro del pañete y caries superficiales (Foto superior). Se observan dos grietas de ancho de aproximadamente 50mm en la parte inferior de la tronera; además del deterioro del pañete (Foto inferior).		POSIBLES CAUSAS: En ambas fotografías se evidencia la aparición de grietas ocasionadas por esfuerzos de tracción presentados en el ladrillo que conforma la batería alta, lo anterior ocasionado por asentamientos diferenciales. Estas concentraciones de esfuerzos se pueden evidenciar en los diagramas de sobreesfuerzos, Anexos.																															

FUERTE SAN FERNANDO DE BOCACHICA		Fecha:	27/8/2016																														
Tipología	Merlones																																
Localización:	Código (s):	Ficha N°																															
	SF-12	0-47																															
<p>Patologías Encontradas</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Grietas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fisuras</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Superficiales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caries Profundas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Sillares</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Deterioro del pañete</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Porosidad Superficial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pérdida de Juntas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Humedad</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eflorescencia</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>		Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>		Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>		Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>		Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>		Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>		Humedad	<input type="checkbox"/>		Eflorescencia	<input type="checkbox"/>
	Grietas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Caries Profundas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Sillares	<input type="checkbox"/>																															
	Deterioro del pañete	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Porosidad Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Pérdida de Juntas	<input checked="" type="checkbox"/>																															
	Humedad	<input type="checkbox"/>																															
	Eflorescencia	<input type="checkbox"/>																															
<table border="0"> <tr> <td colspan="2">Tipo de Lesiones</td> <td colspan="2">Riesgo Estimado</td> </tr> <tr> <td>Físicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mecánicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Químicas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Biológicas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Muy Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado		Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>										
Tipo de Lesiones		Riesgo Estimado																															
Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>																														
Mecánicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Químicas	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>																														
Biológicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Grave	<input type="checkbox"/>																														
<p>Aspecto Afectado</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Estética</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																												
<input checked="" type="checkbox"/> Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> Estética																																
																																	
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Los merlones presentan grietas, deterioro del pañete, fracturamiento del material (Foto superior).</p> <p>Fracturamiento de la estructura rígida, deterioro del pañete y pérdida de material (Foto central).</p> <p>Crecimiento de plantas parasitas, deterioro del pañete, porosidad superficial (Foto inferior).</p>		<p>POSIBLES CAUSAS:</p> <p>Las dos primeras patologías mostradas pueden ser causadas por sobreesfuerzos generados por desequilibrio estático o cambios de rigideces (por tratarse de la zona de unión de dos materiales, concreto y ladrillo), escorrentías de agua lluvia, erosión eólica, agentes climáticos</p> <p>Factores climáticos, escorrentías de aguas lluvias, sobresaturación del material pétreo, vacíos en la estructura.</p>																															

Anexo C-1. Diagramas de sobreesfuerzo- Casos de Análisis Fuerte San José.



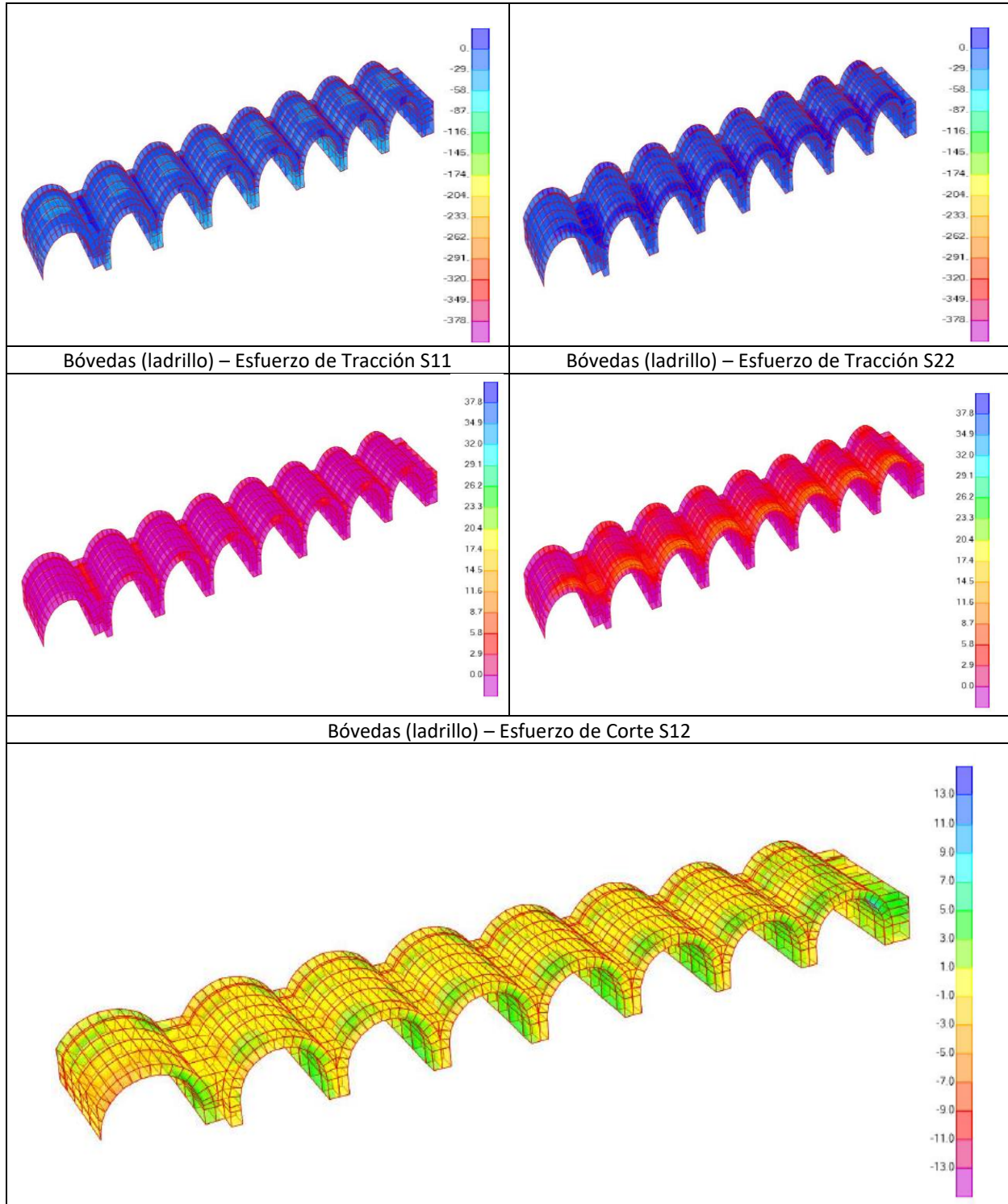
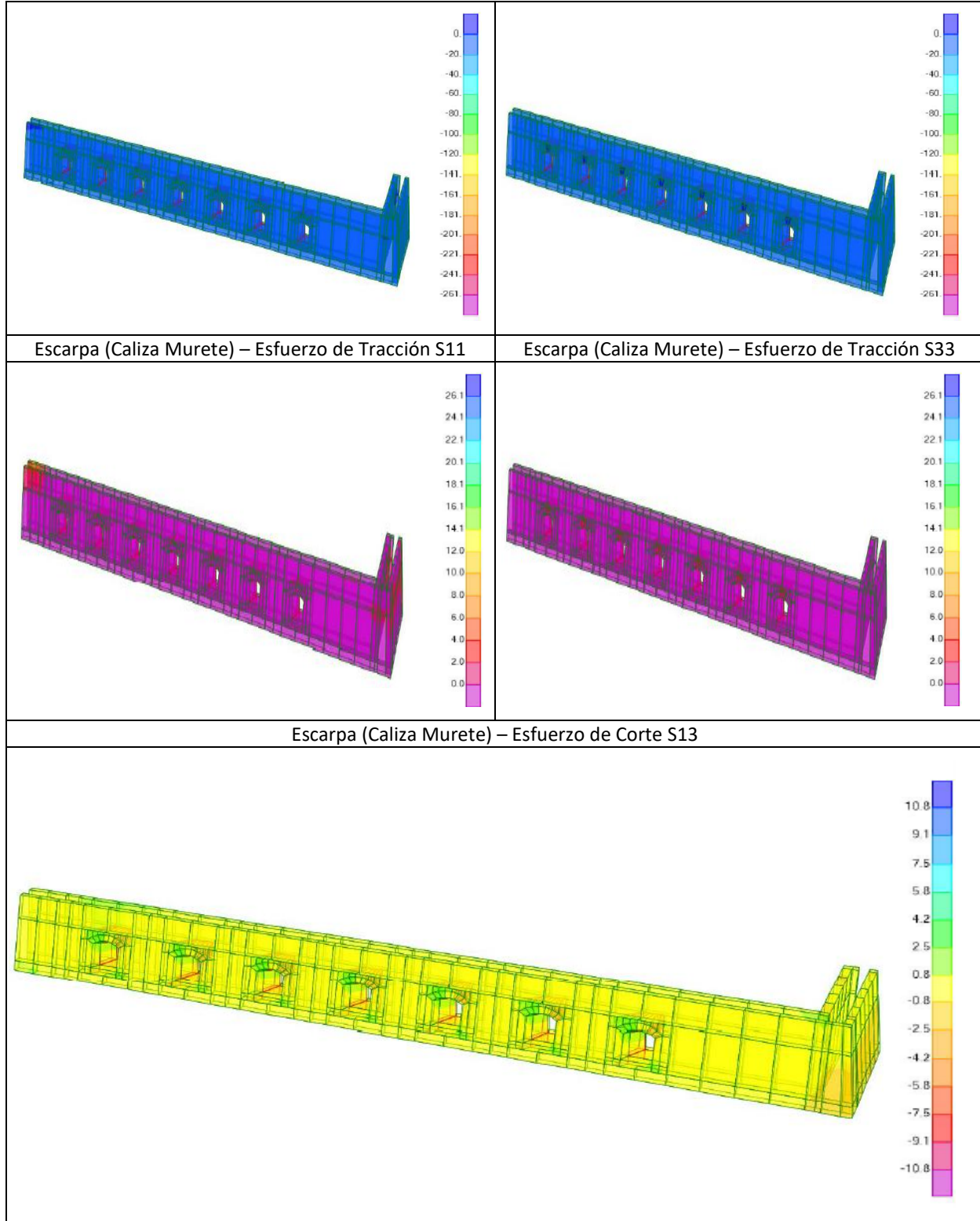
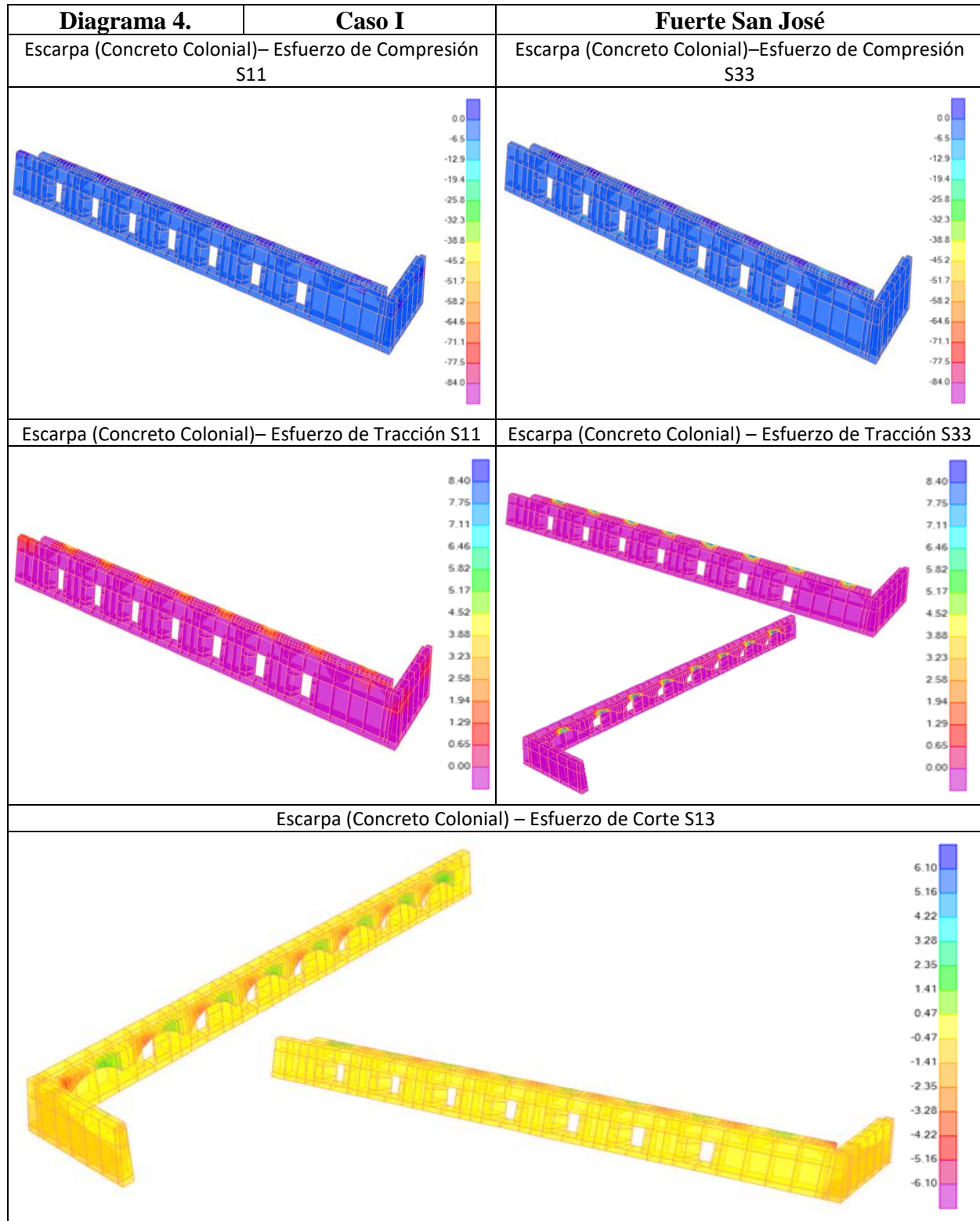
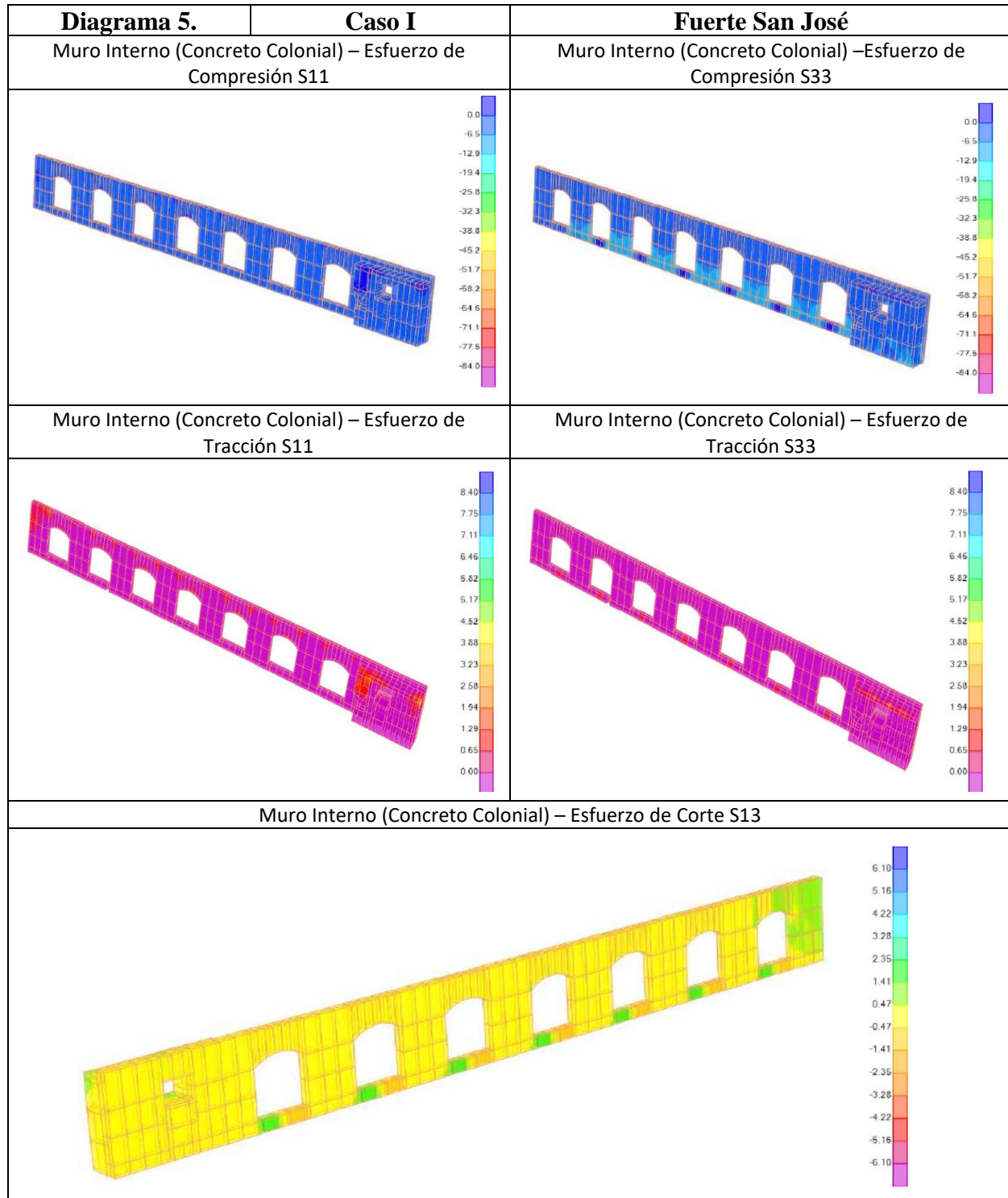
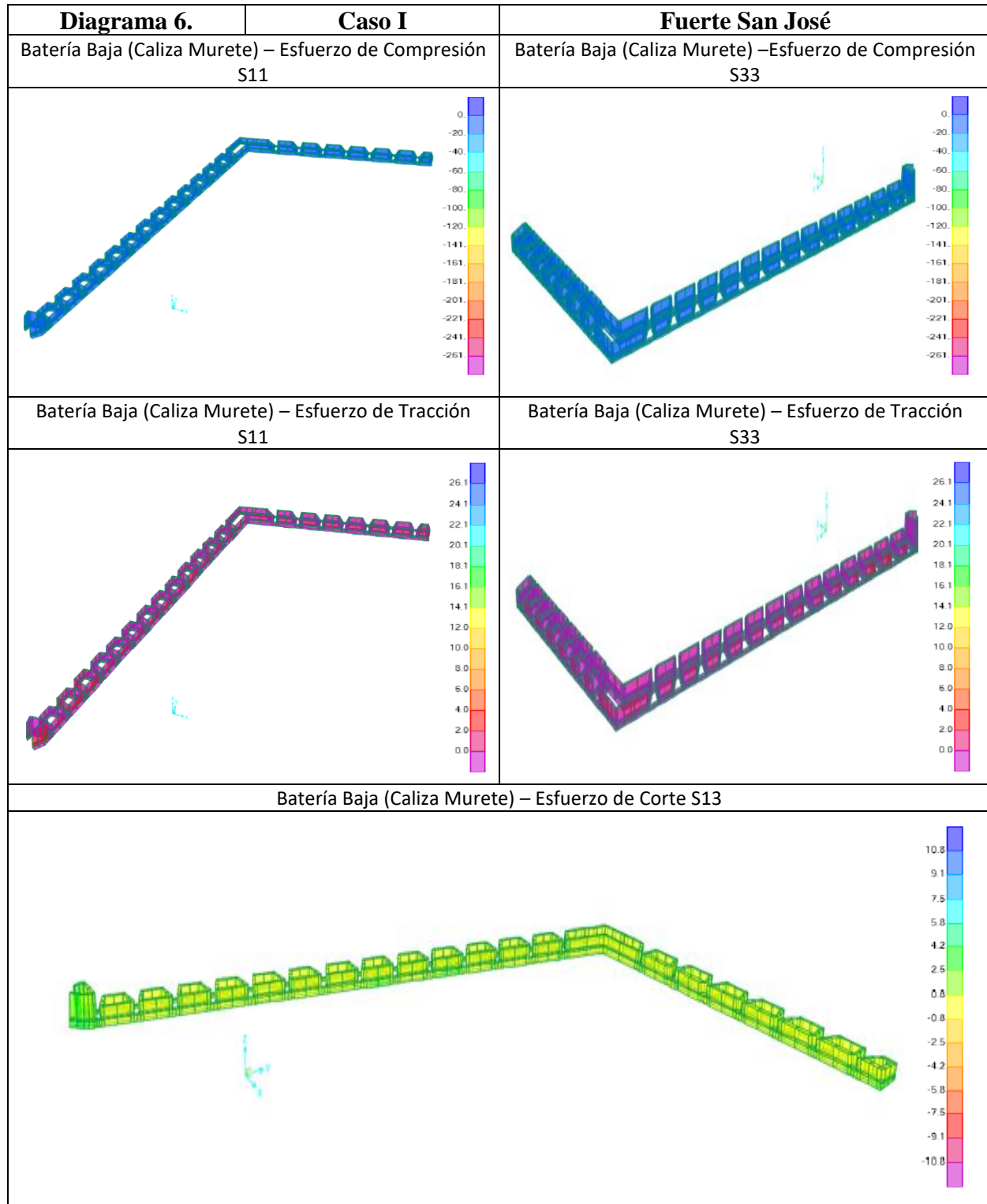


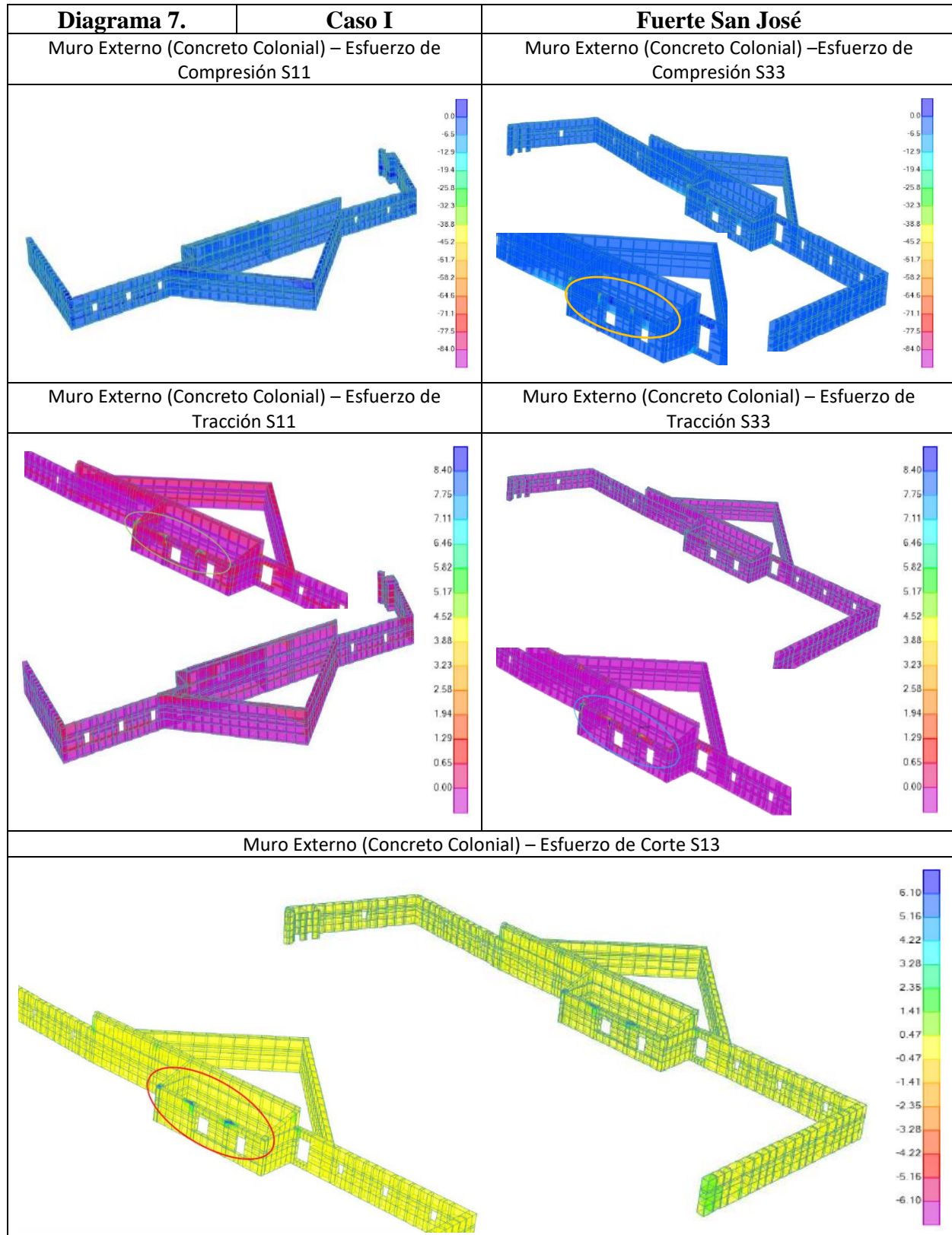
Diagrama 3.	Caso I	Fuerte San José
Escarpa (Caliza Murete) – Esfuerzo de Compresión S11		Escarpa (Caliza Murete) –Esfuerzo de Compresión S33

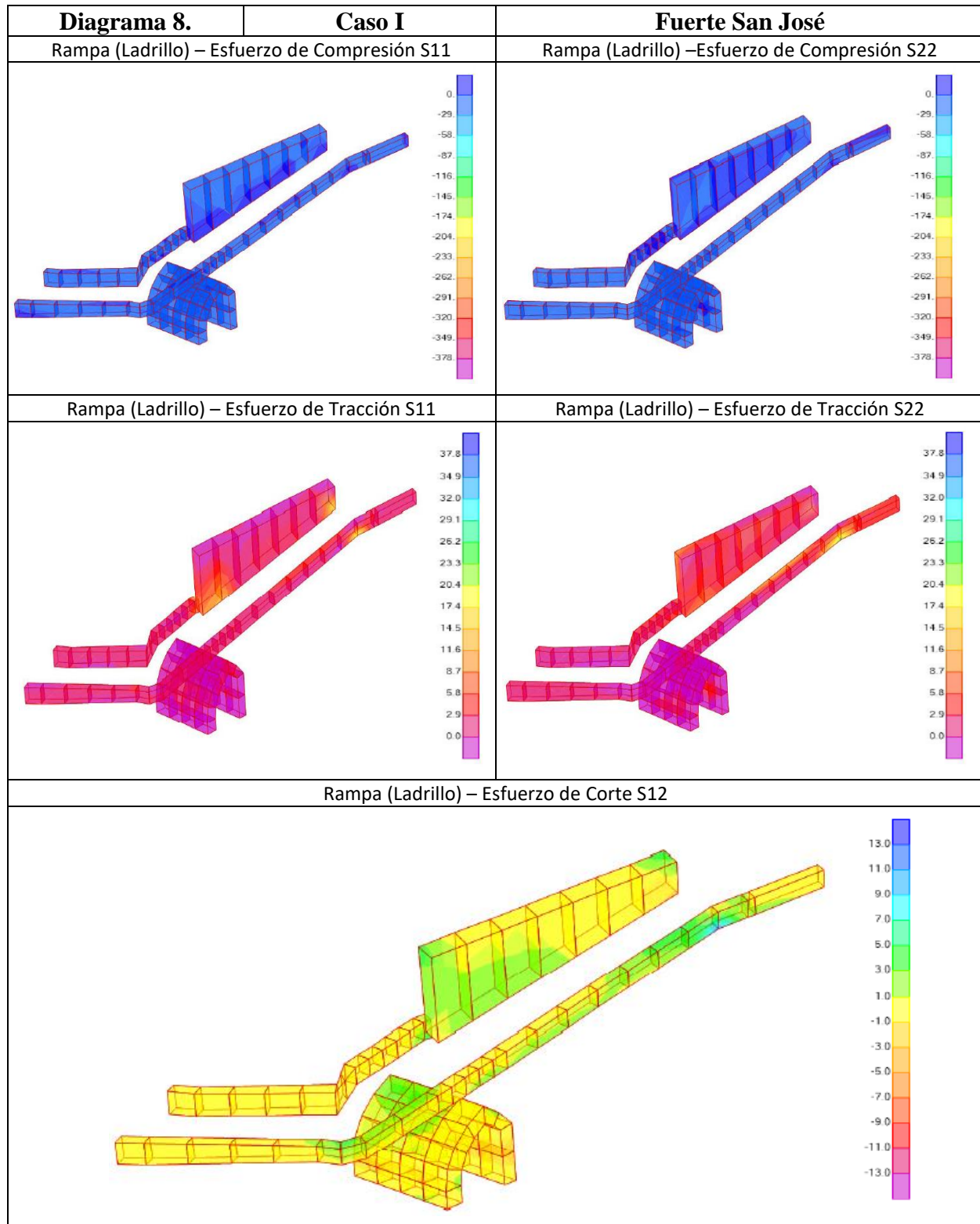


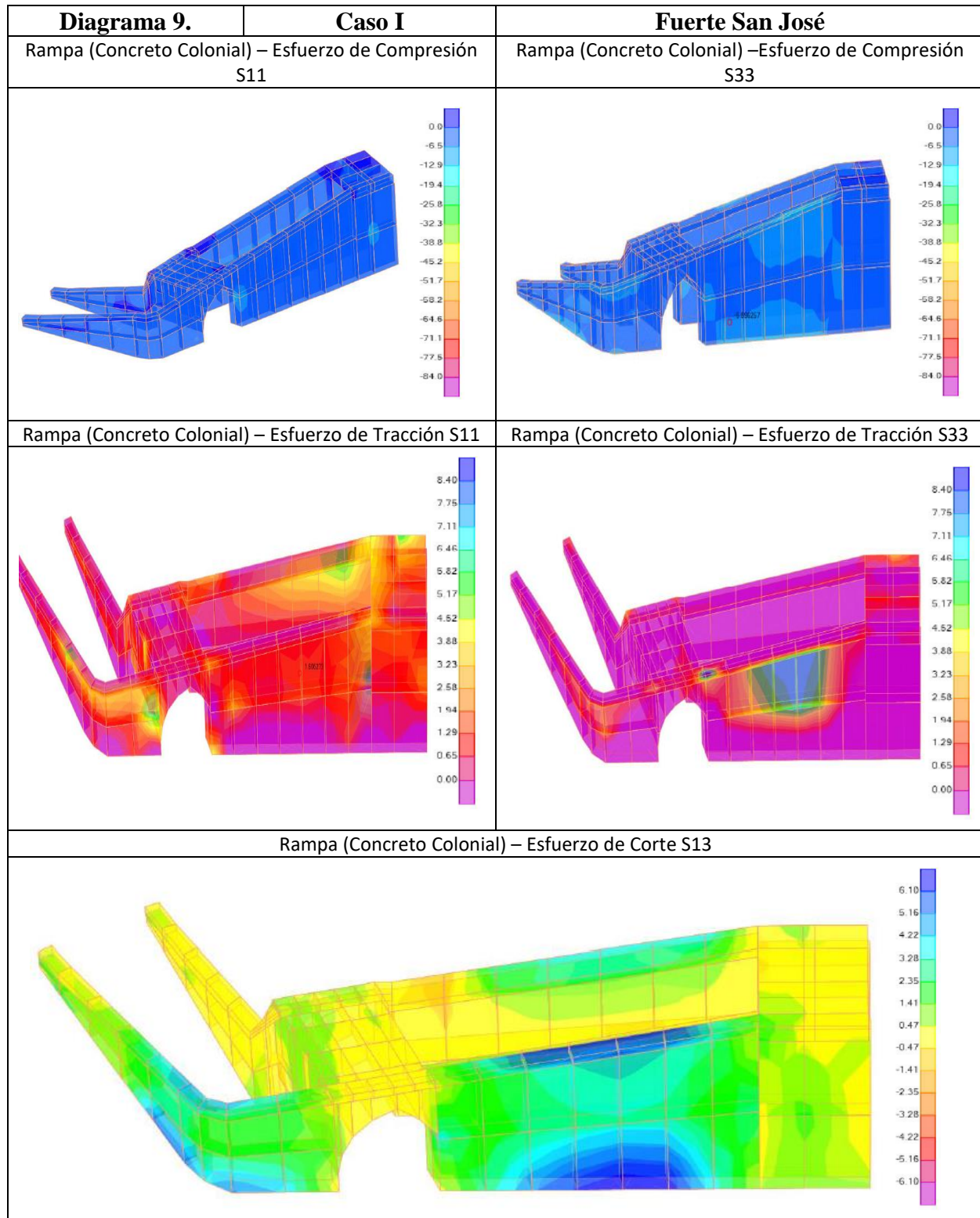


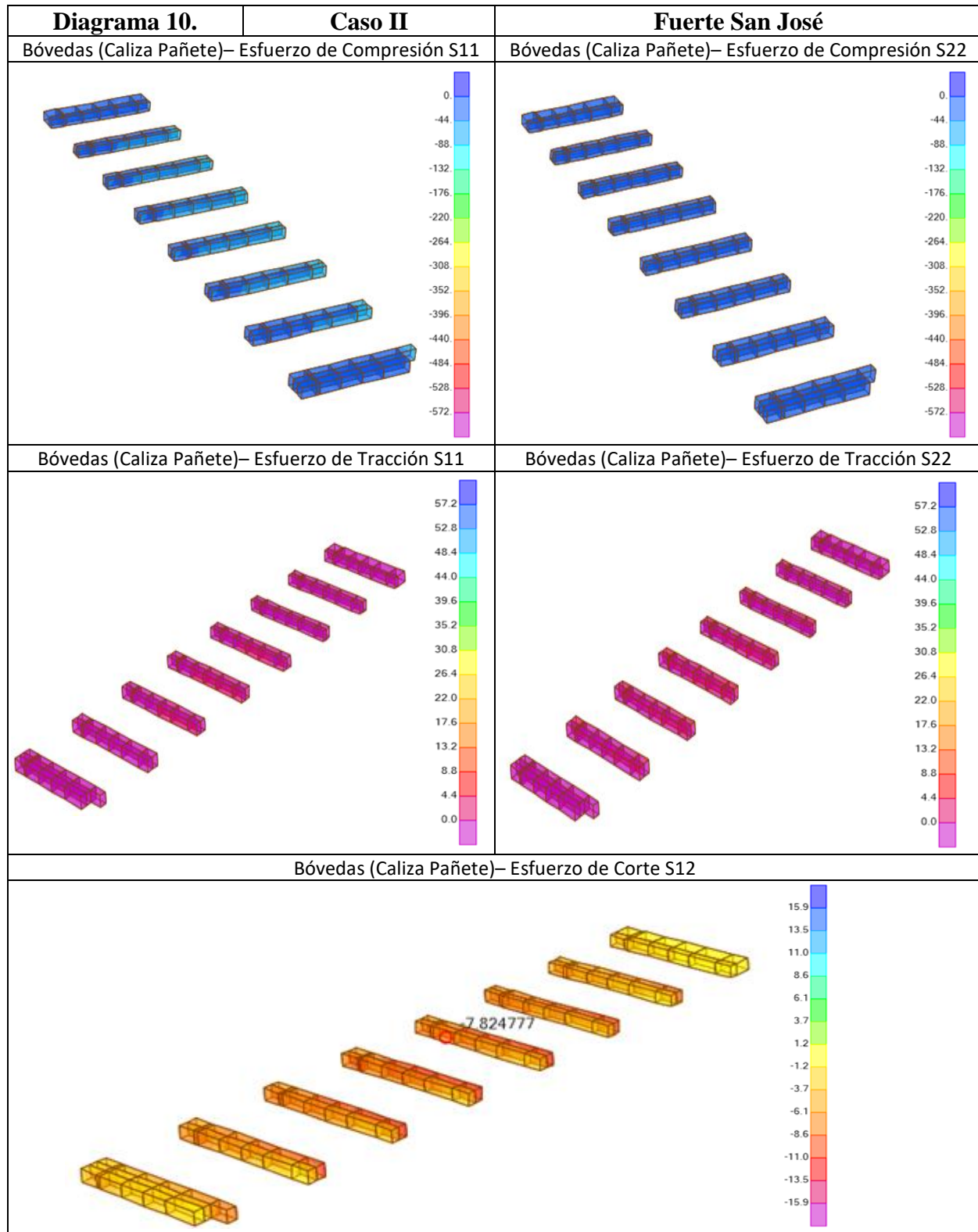


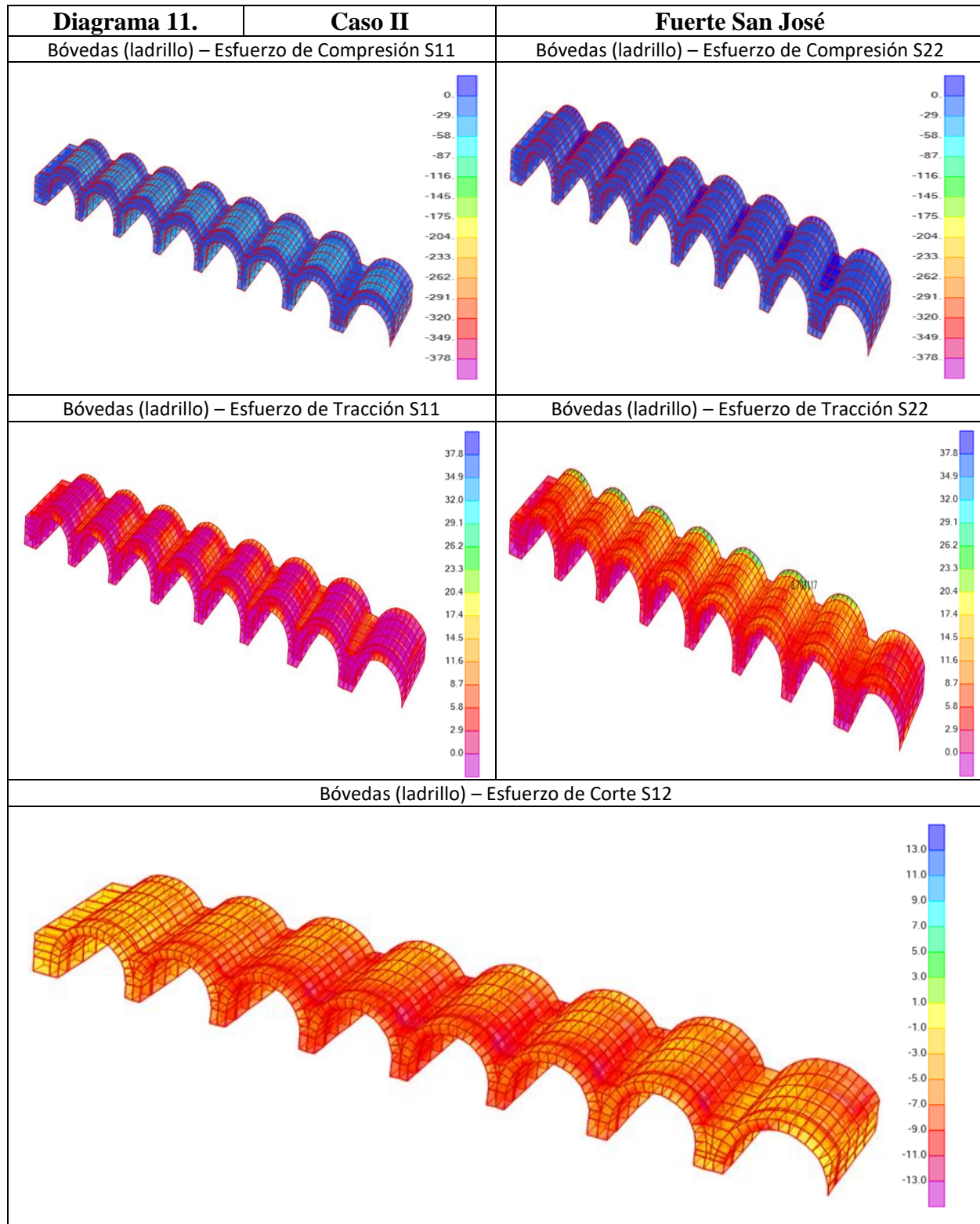


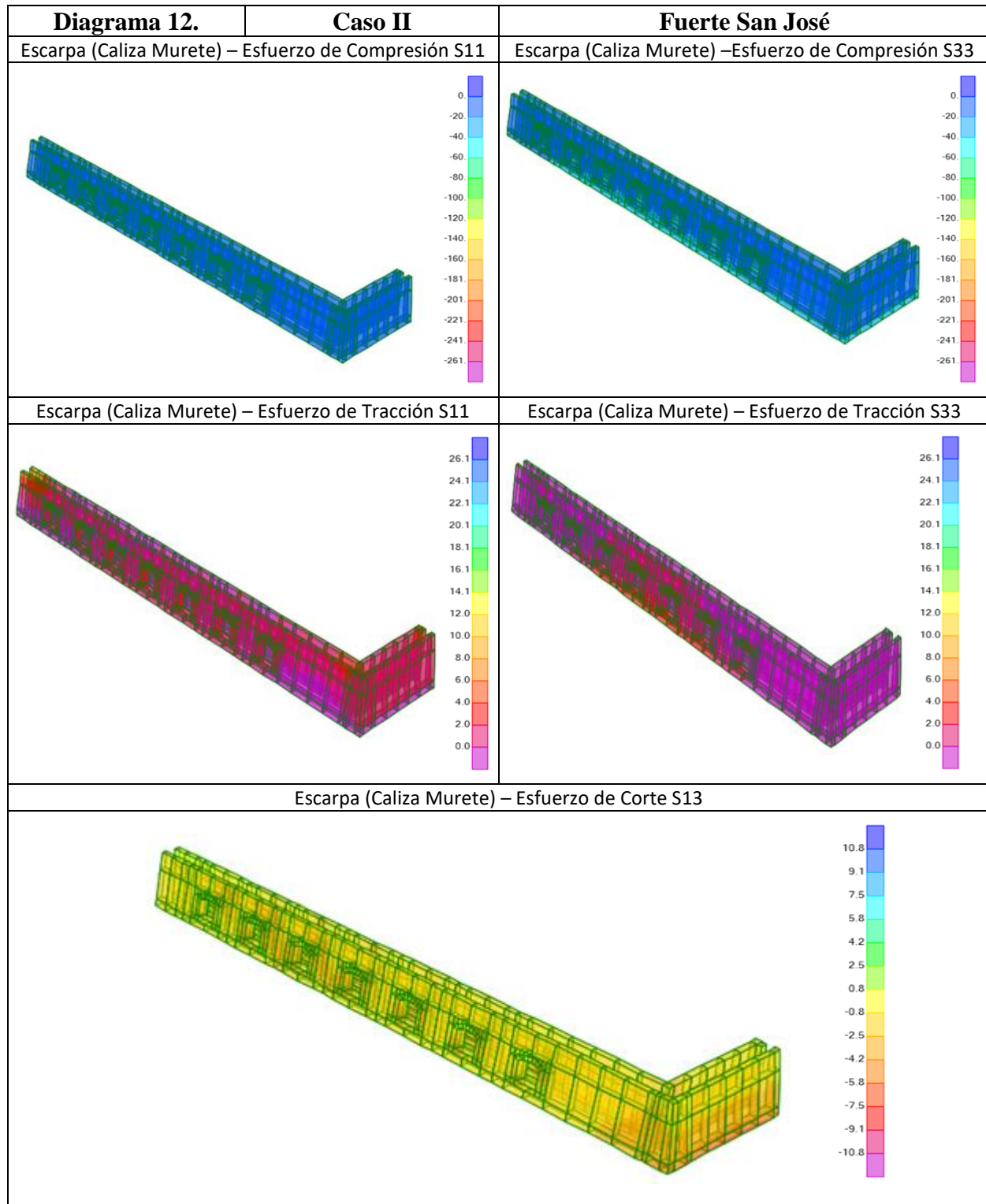


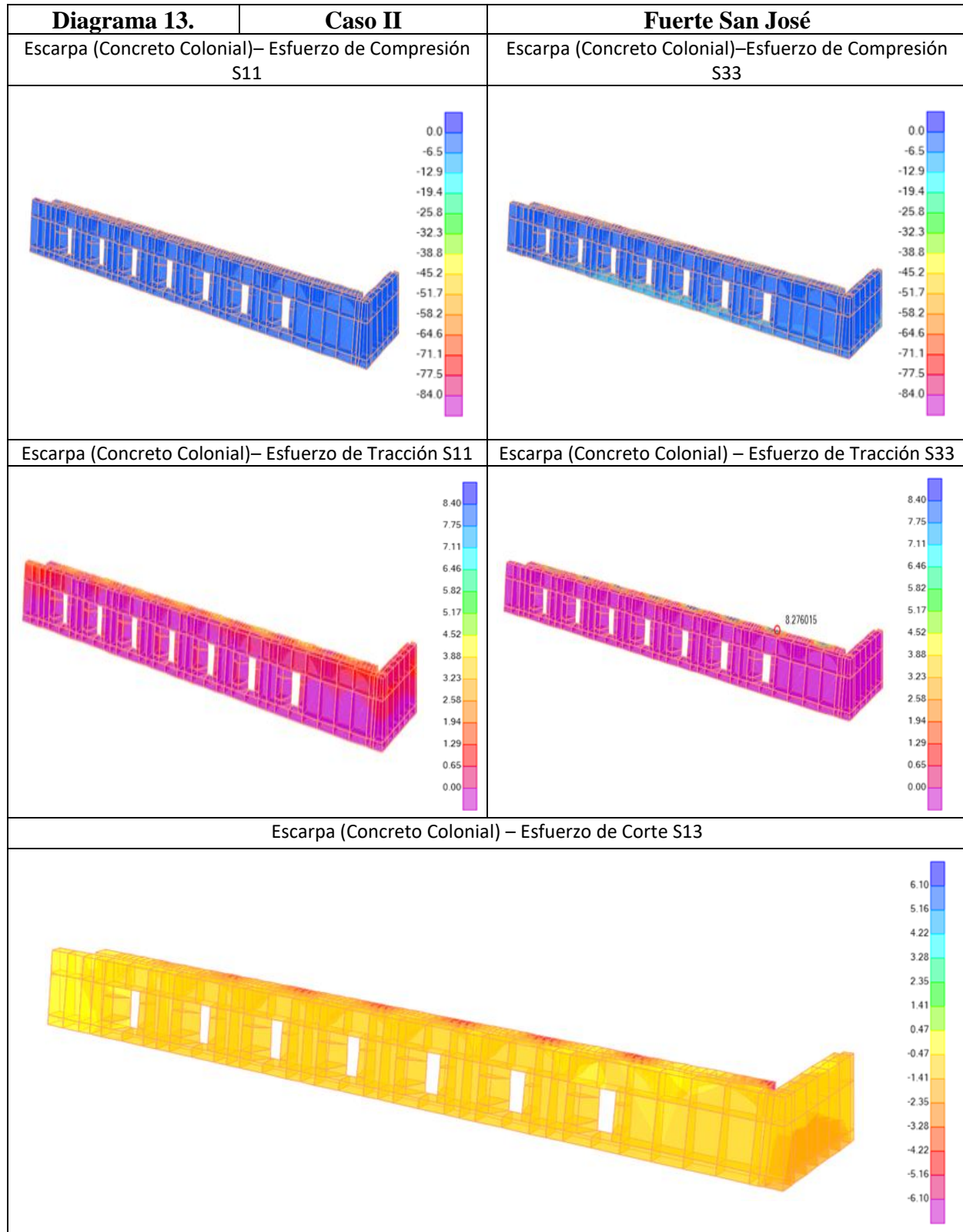


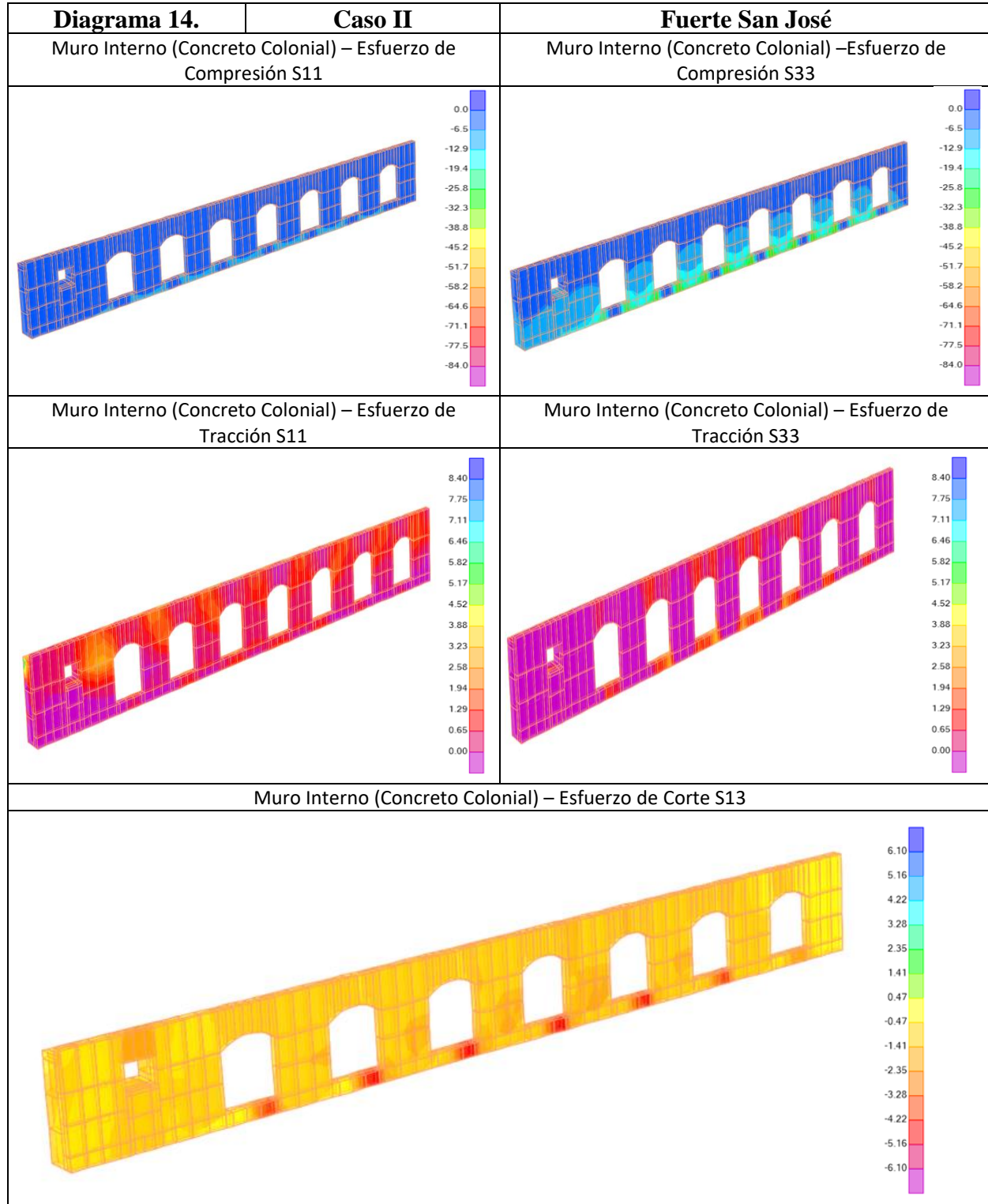


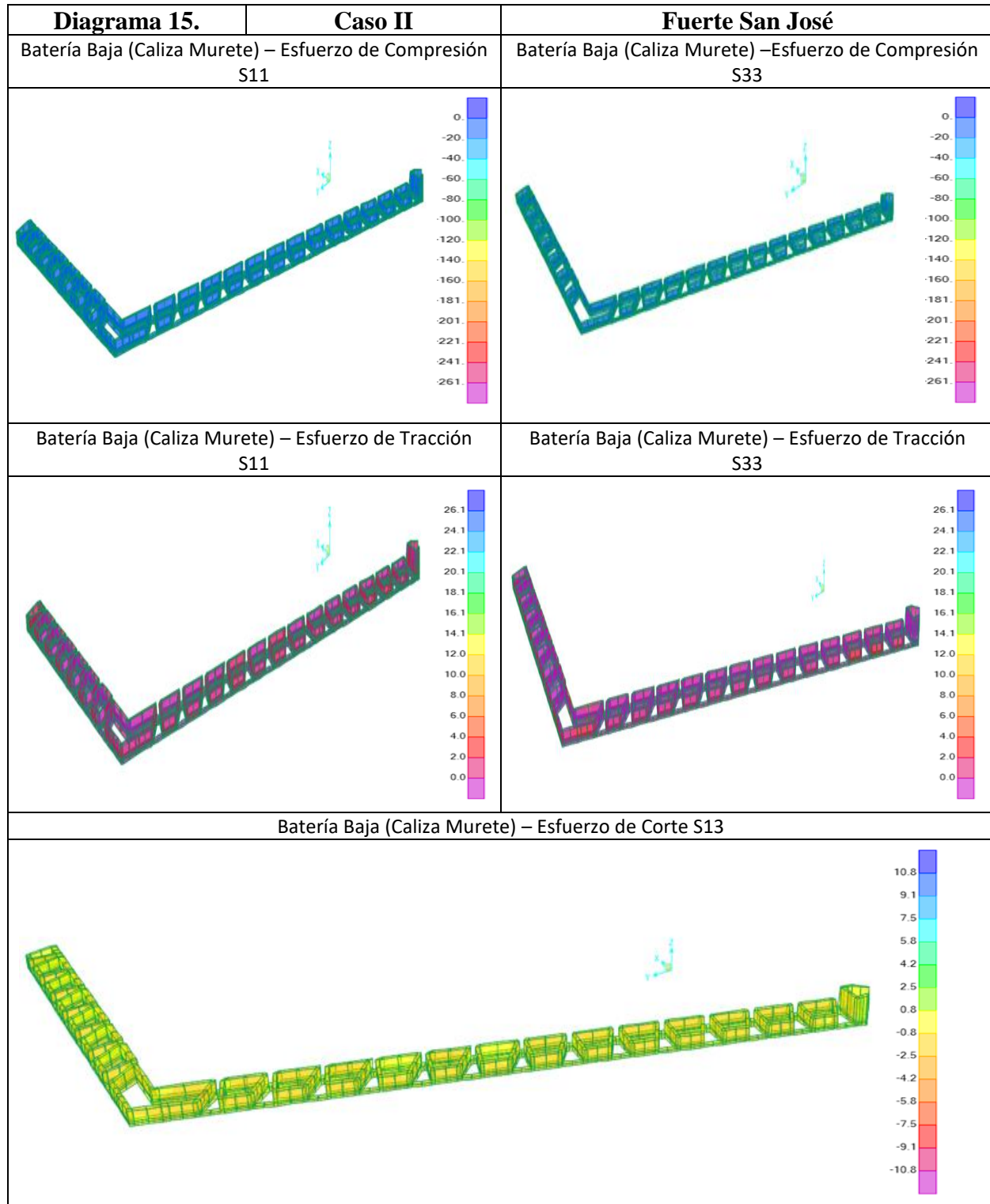


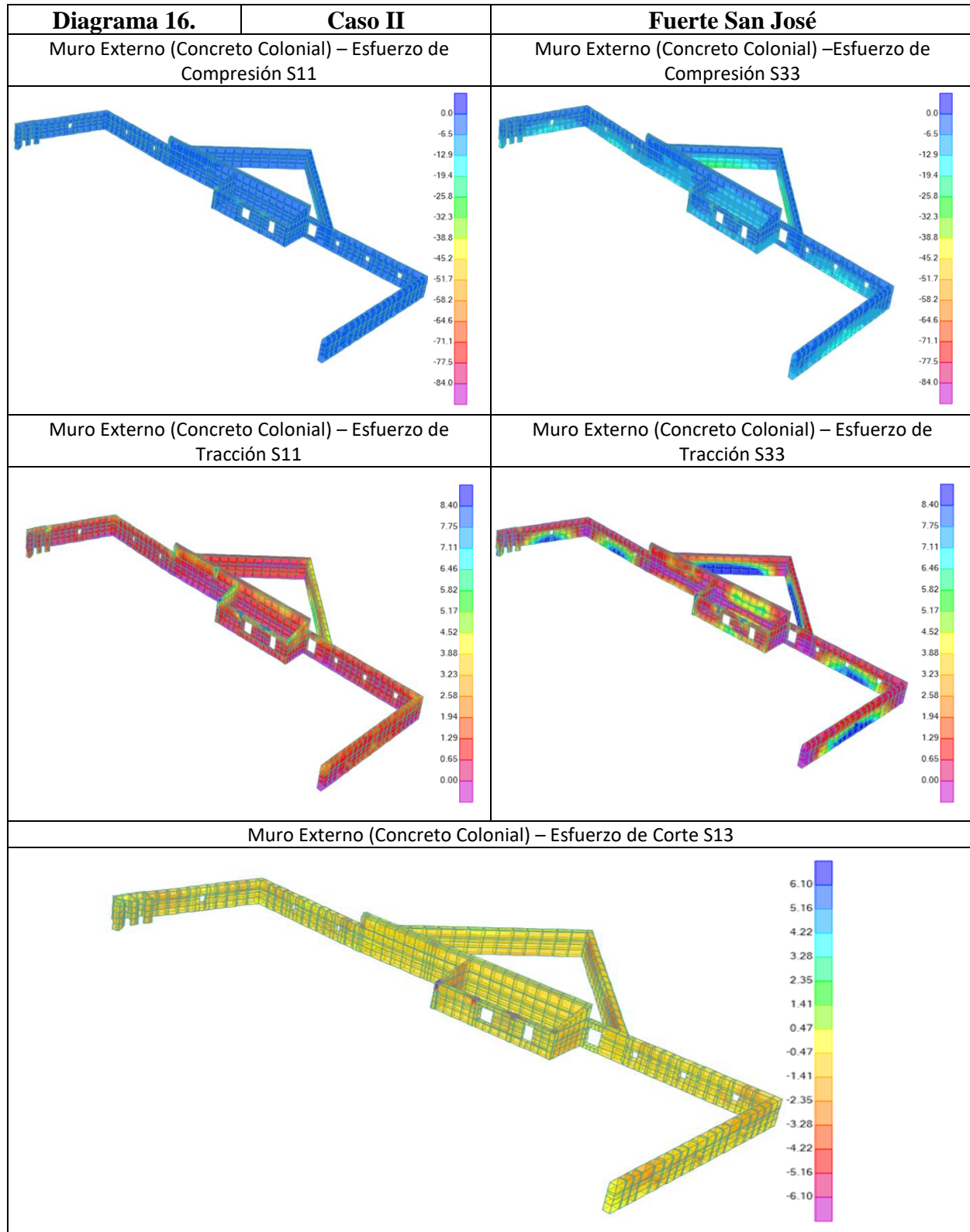


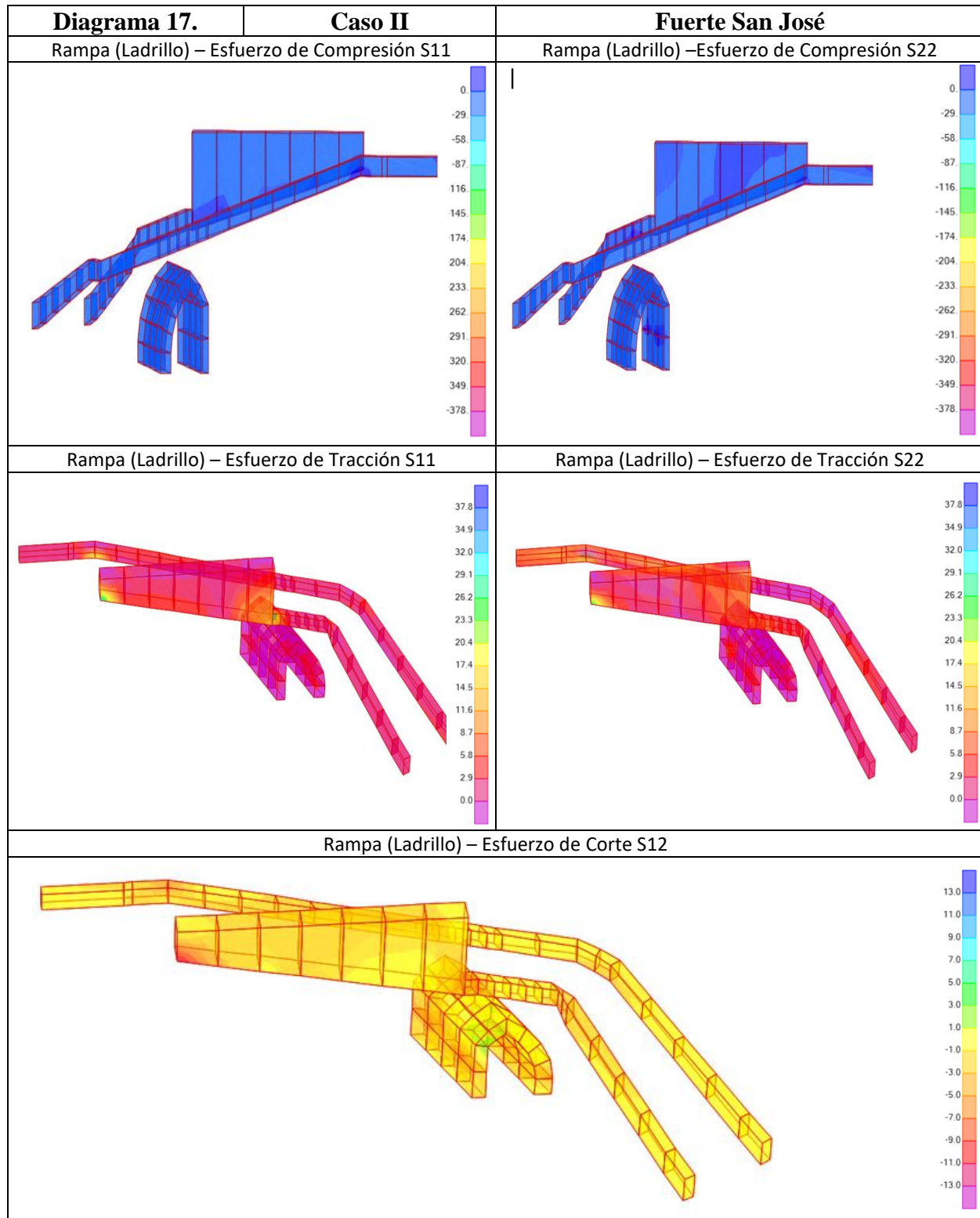


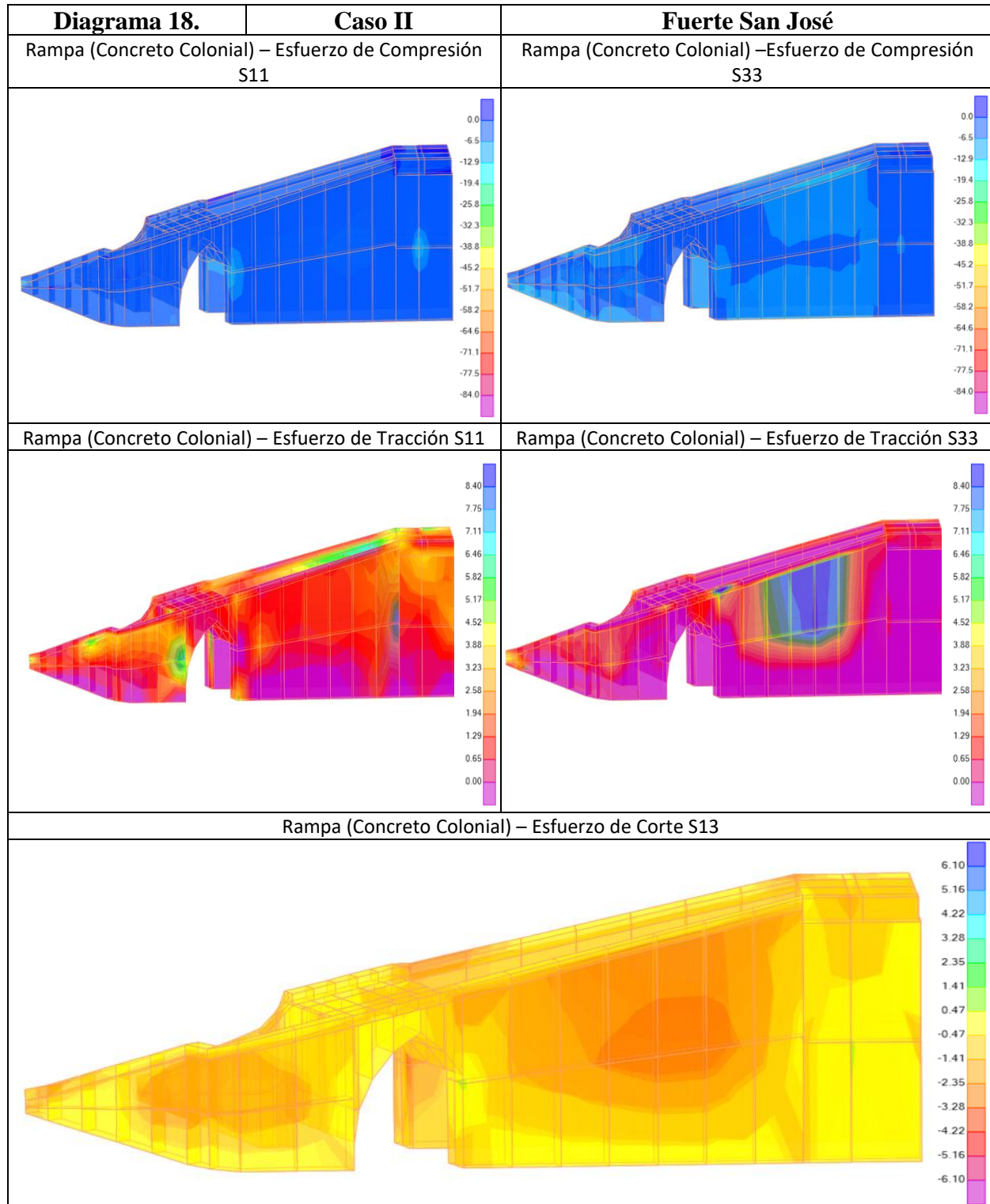


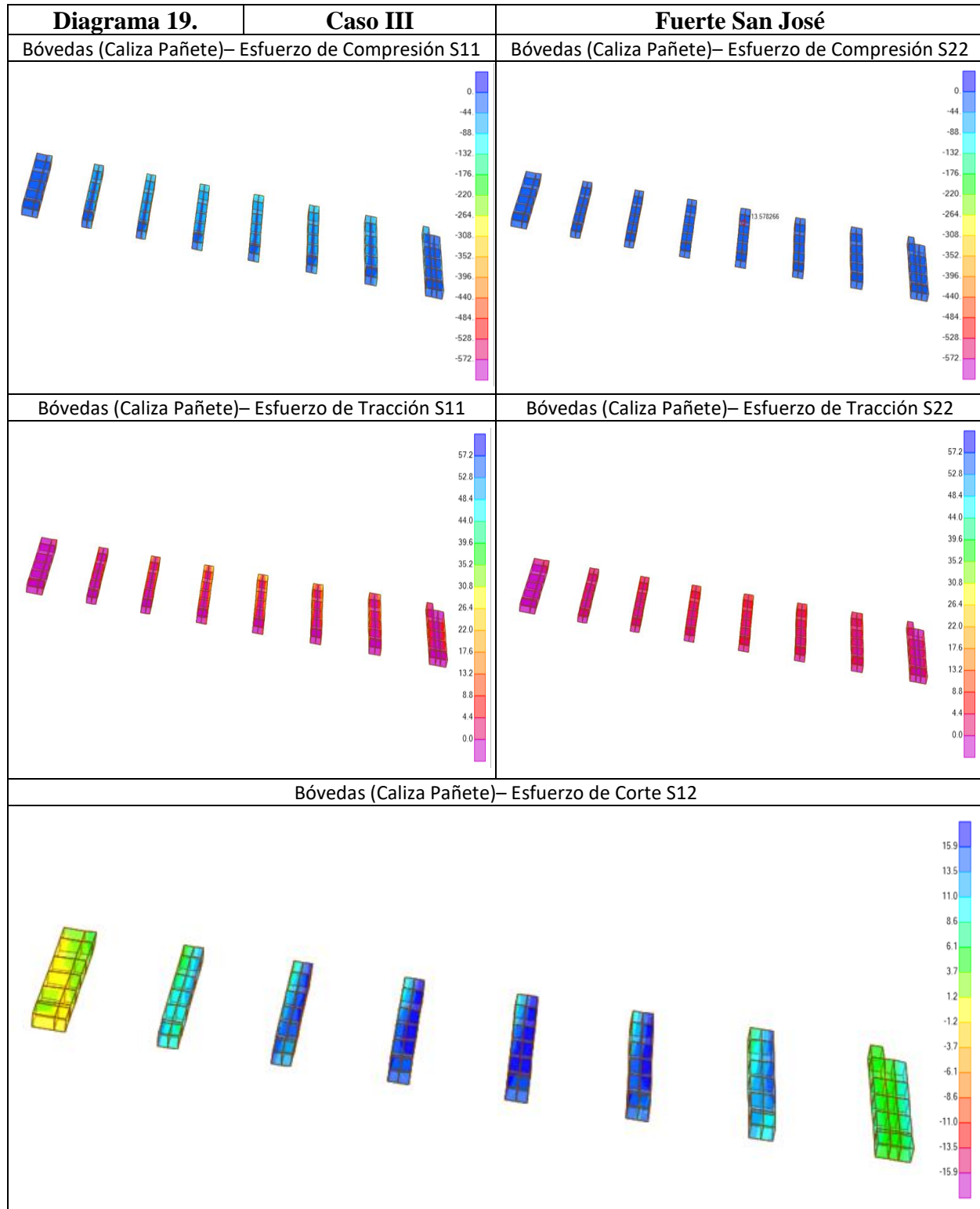


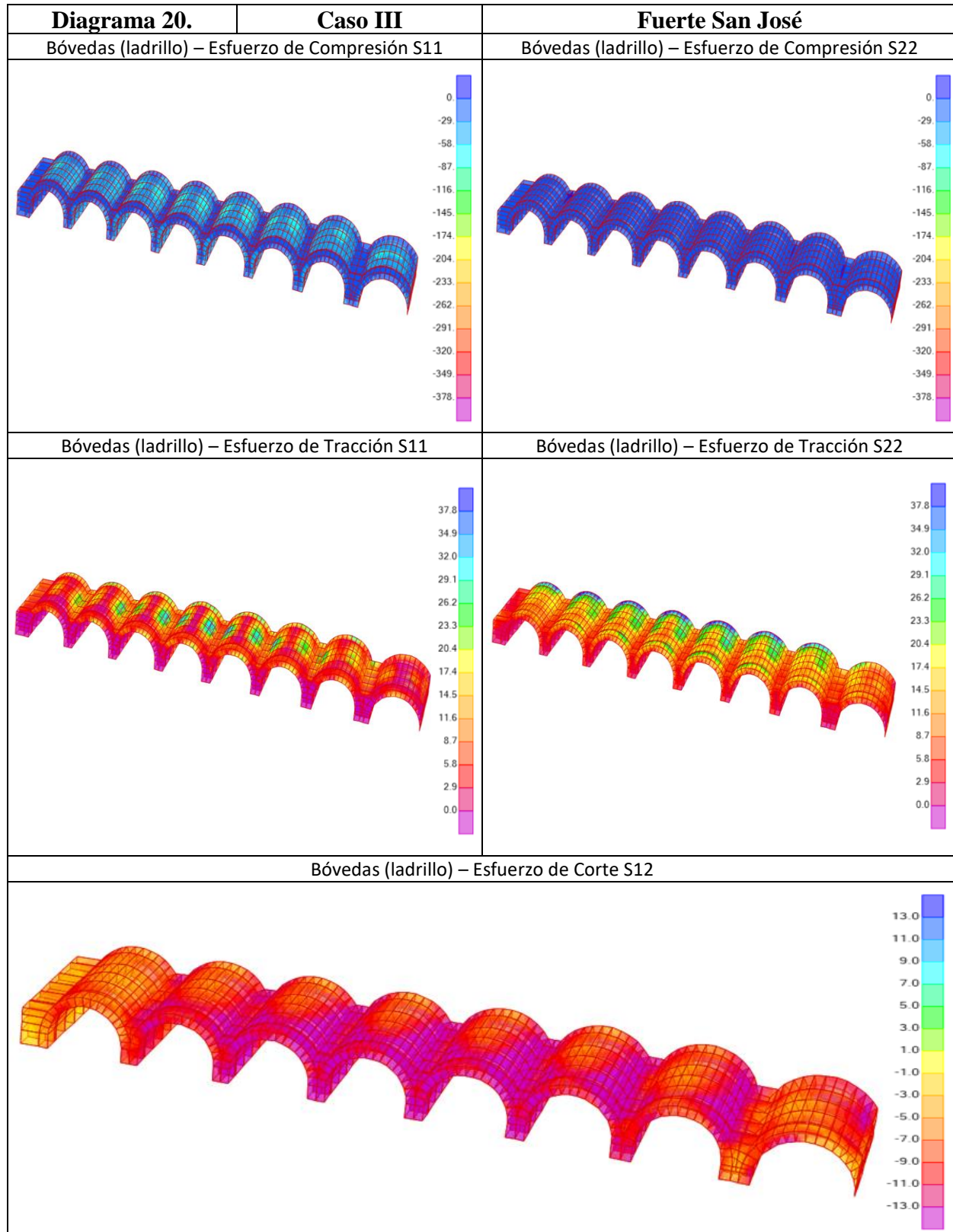


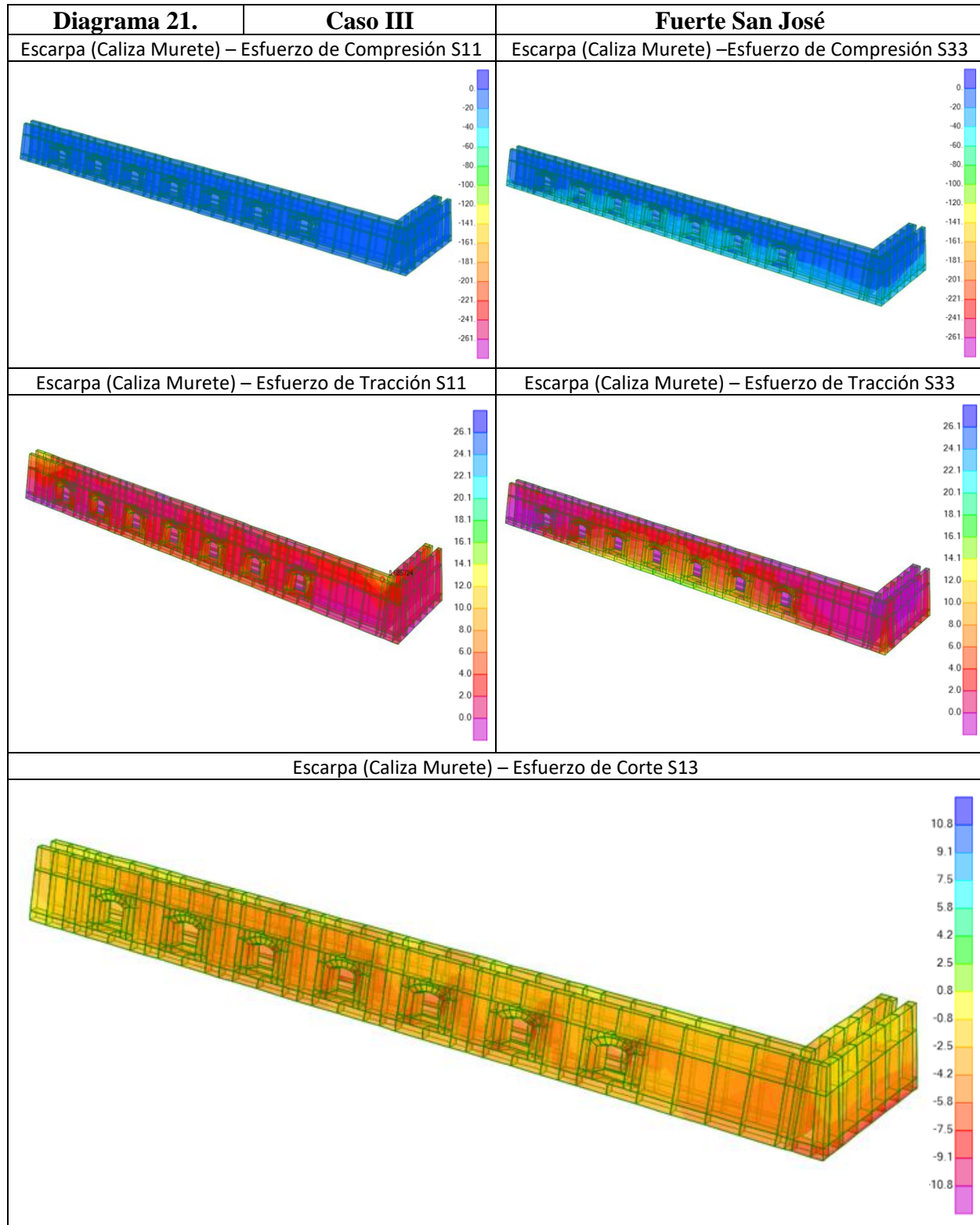


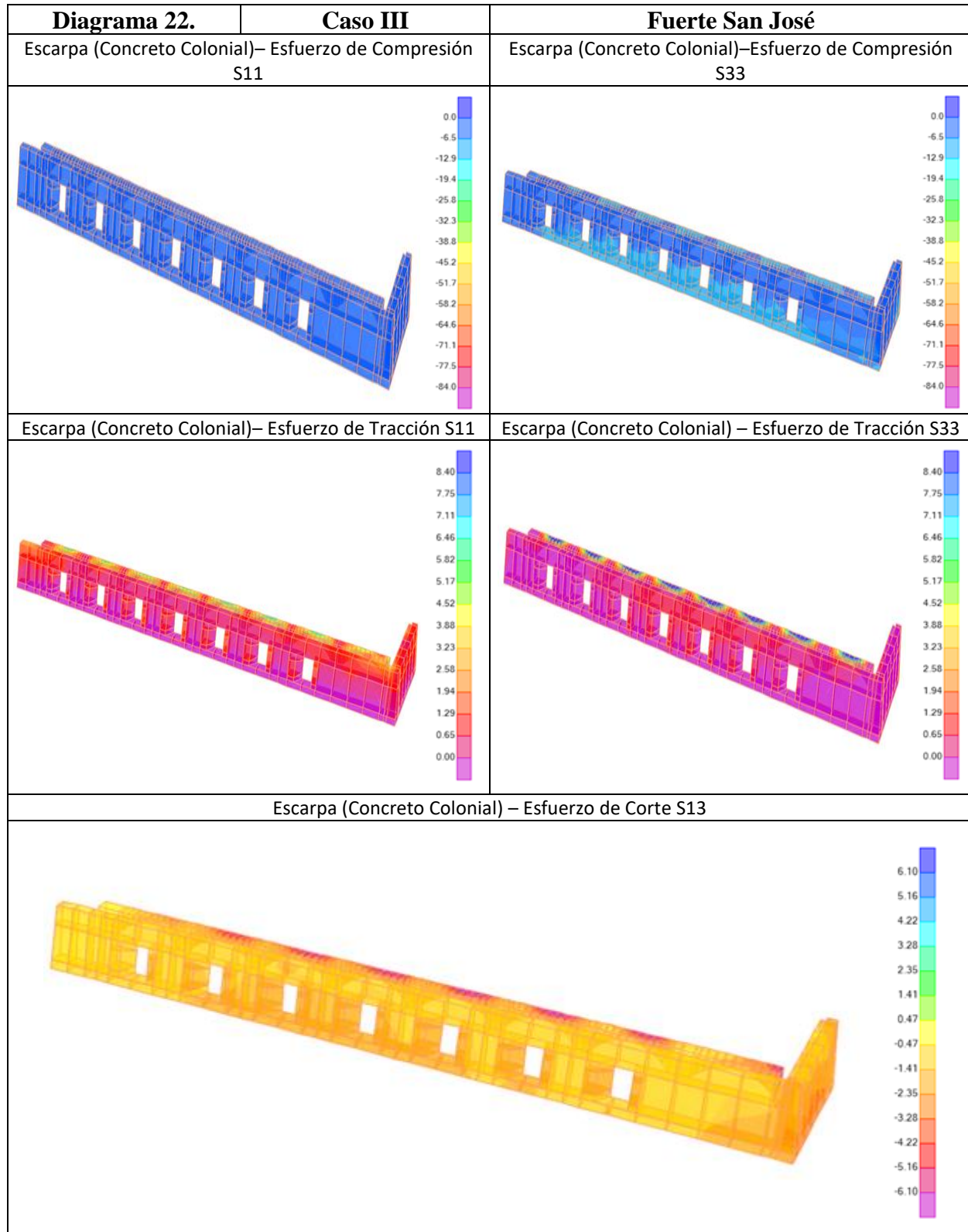


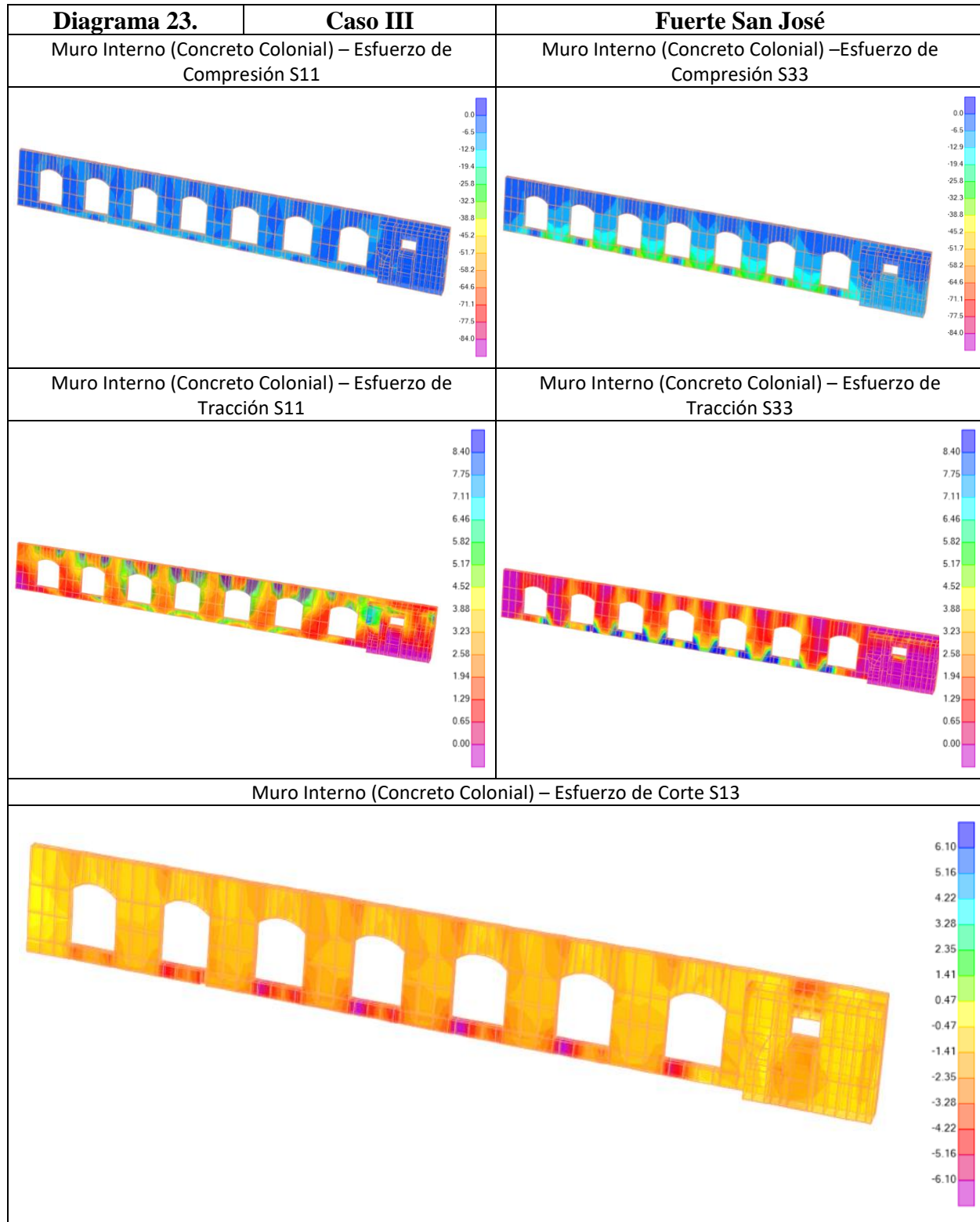


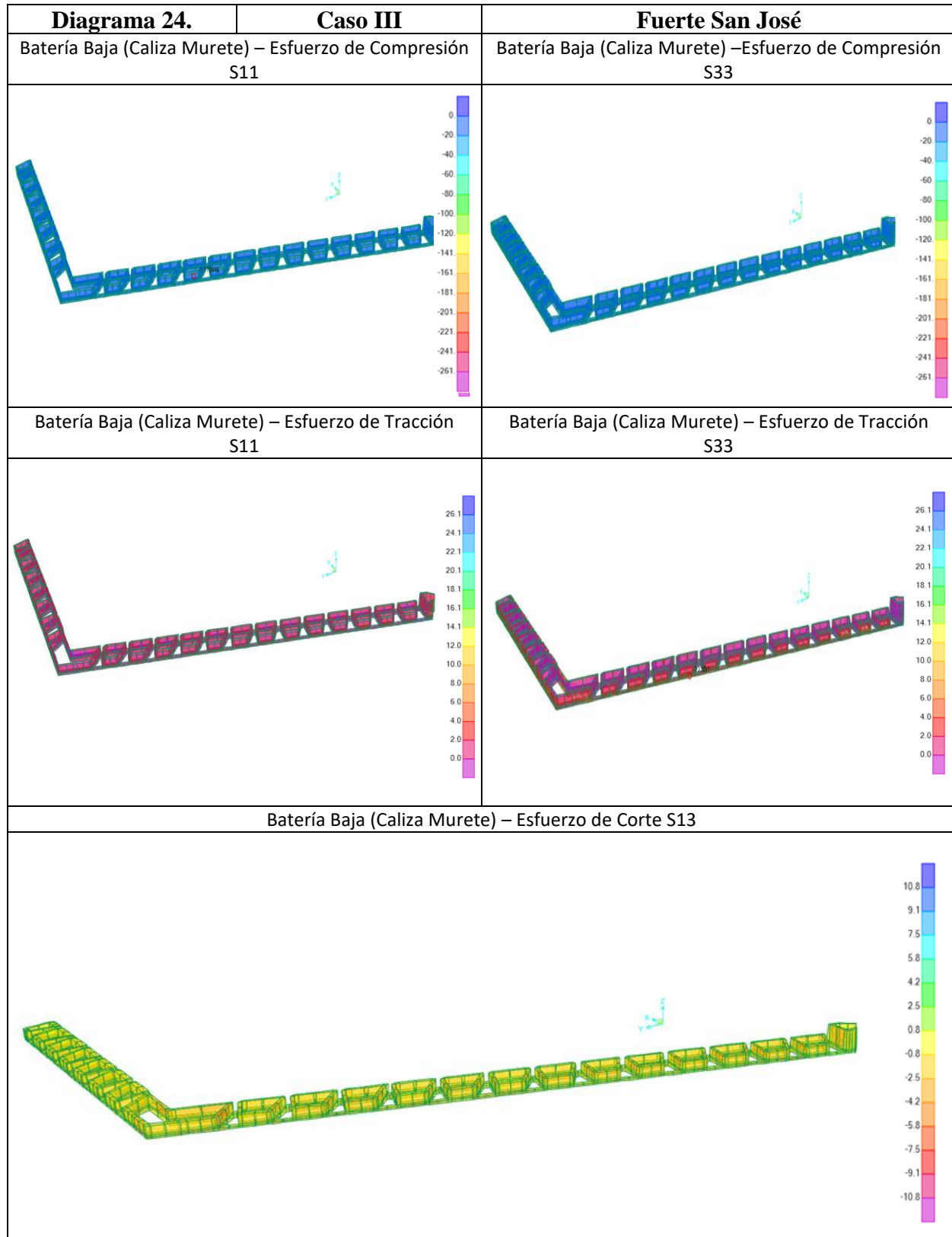


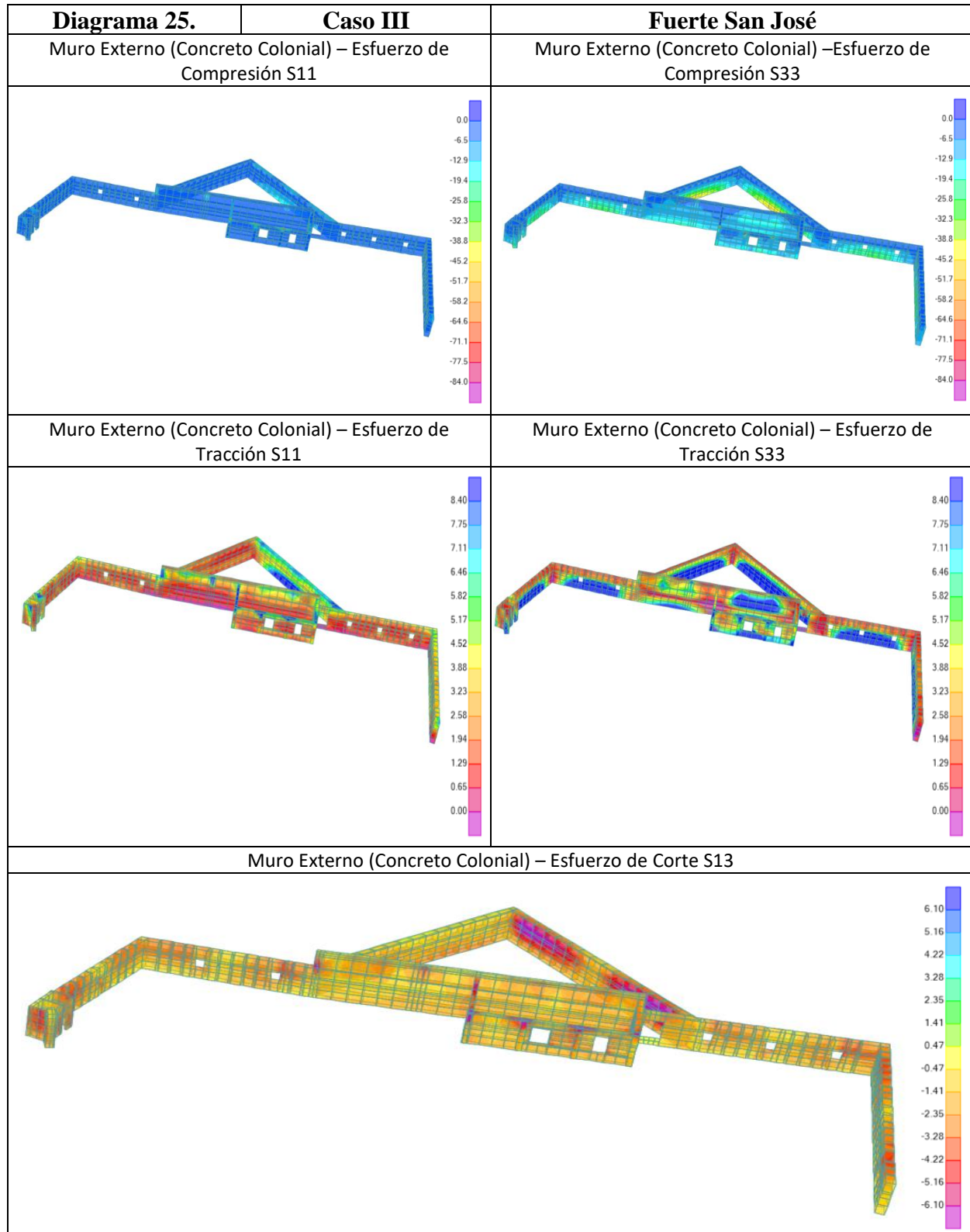


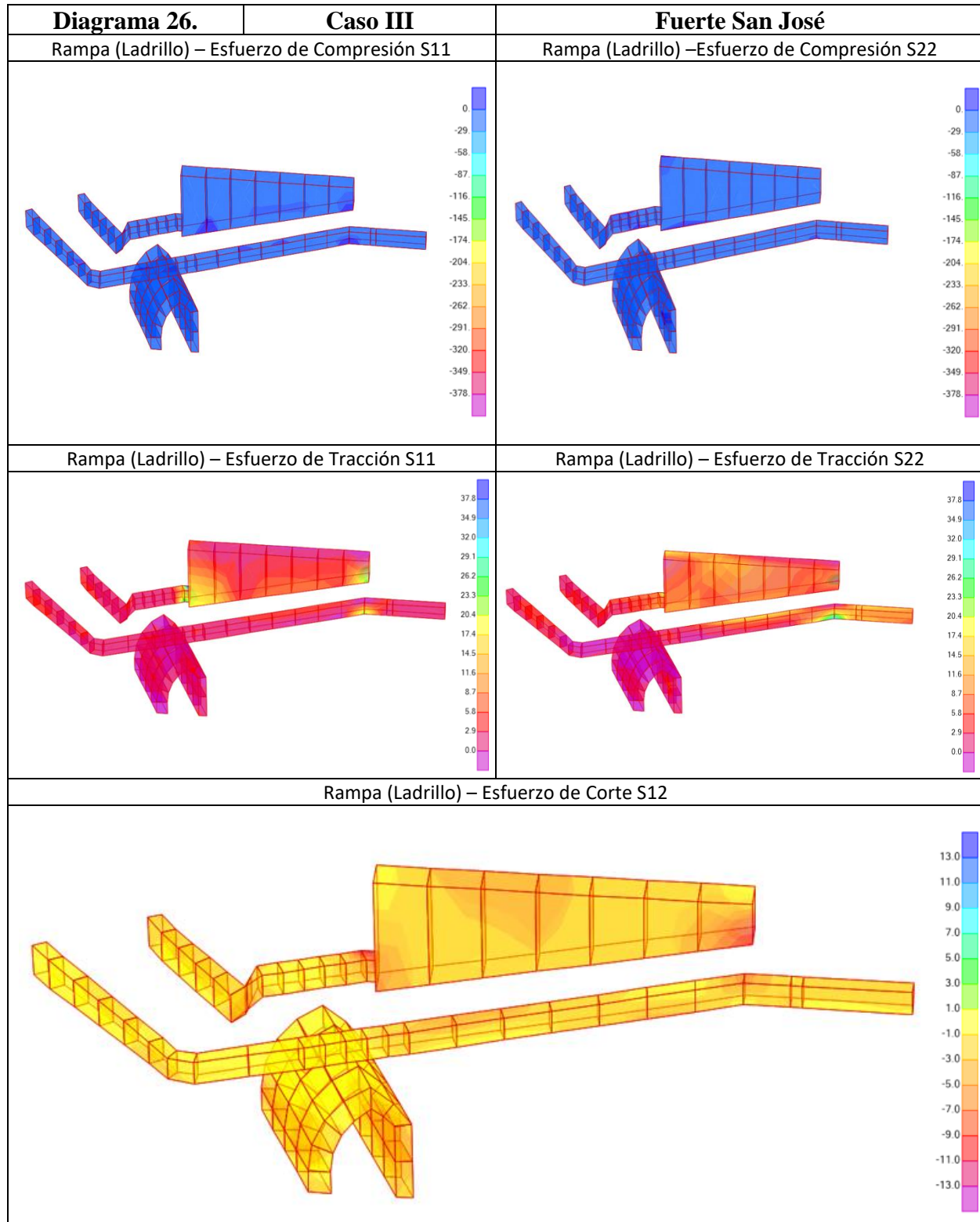


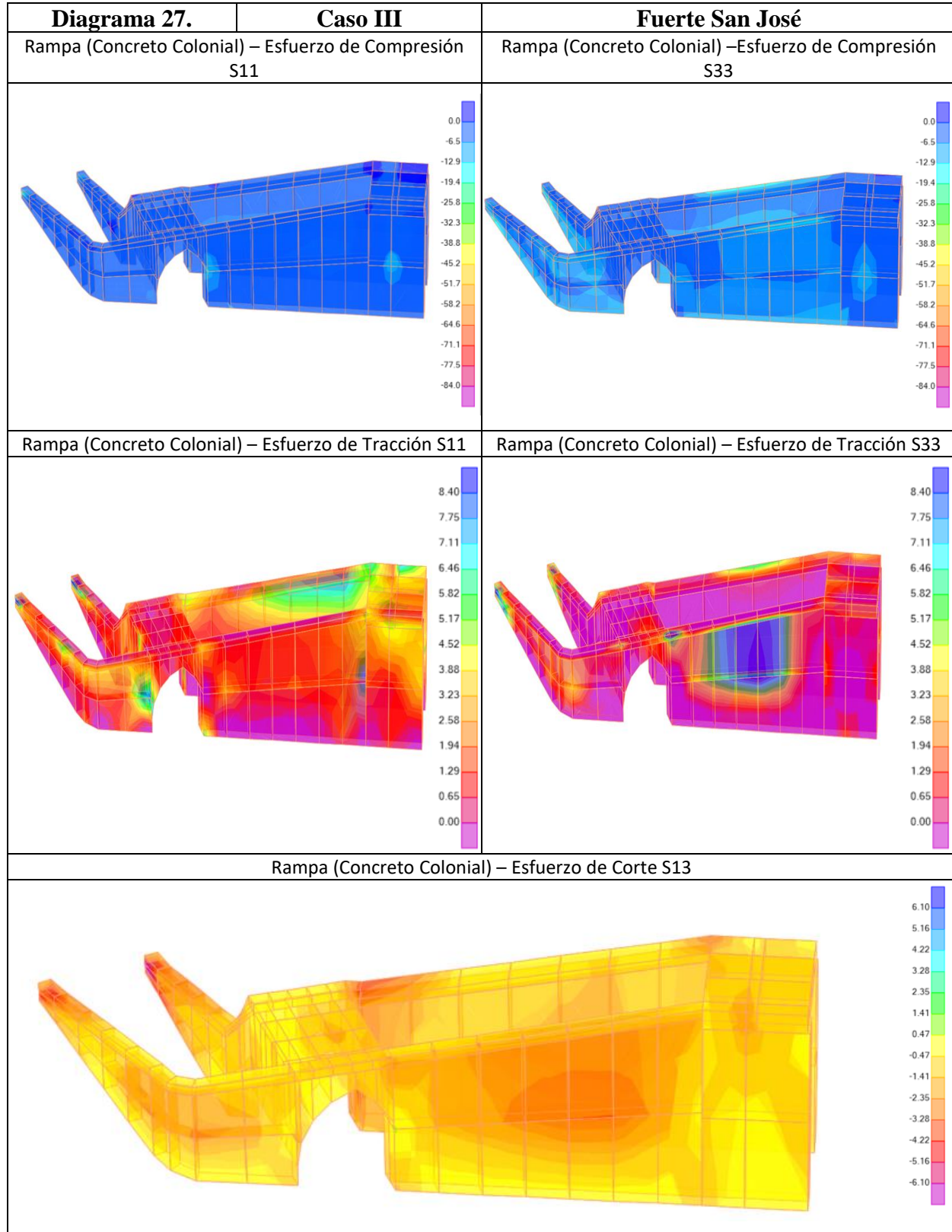


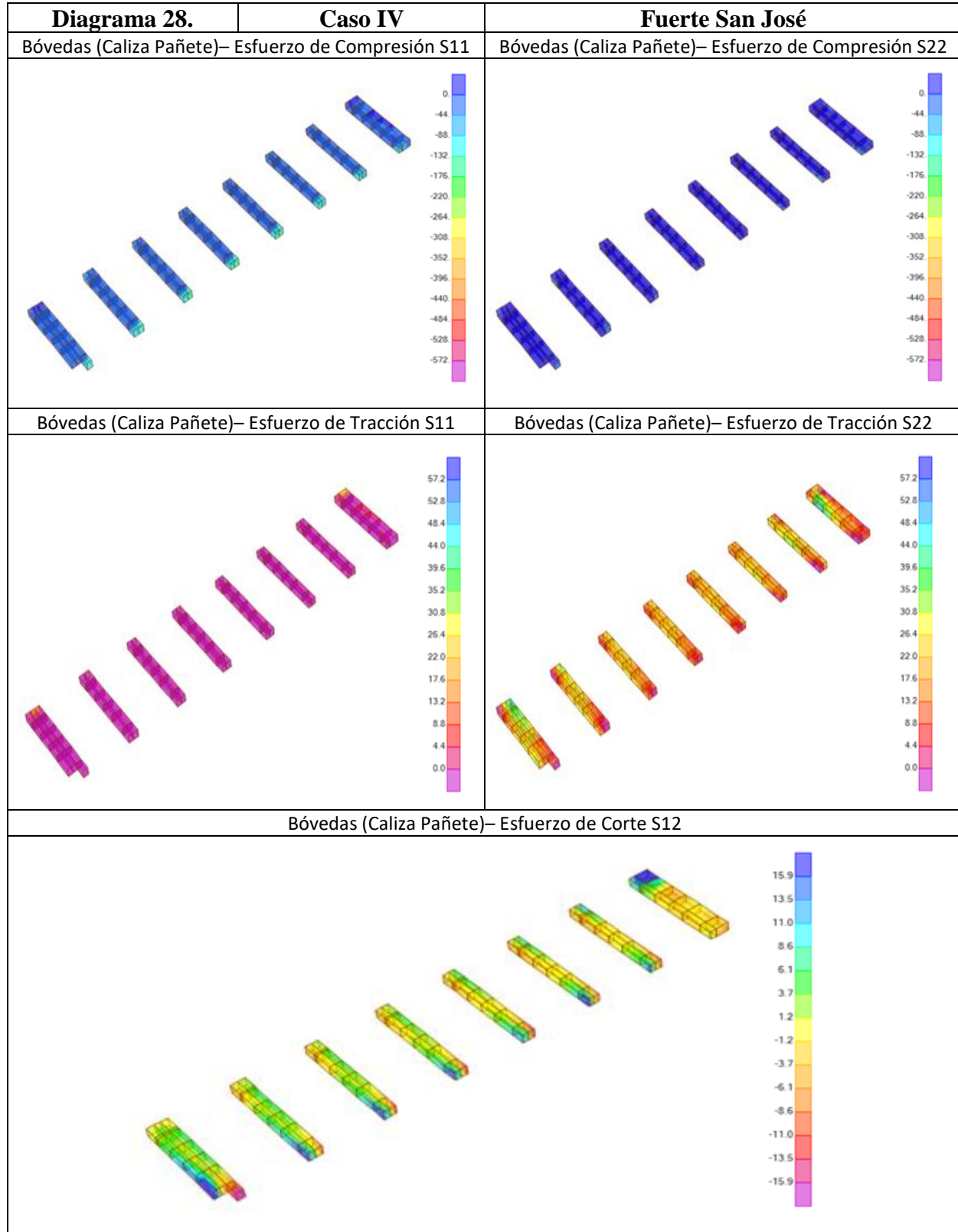


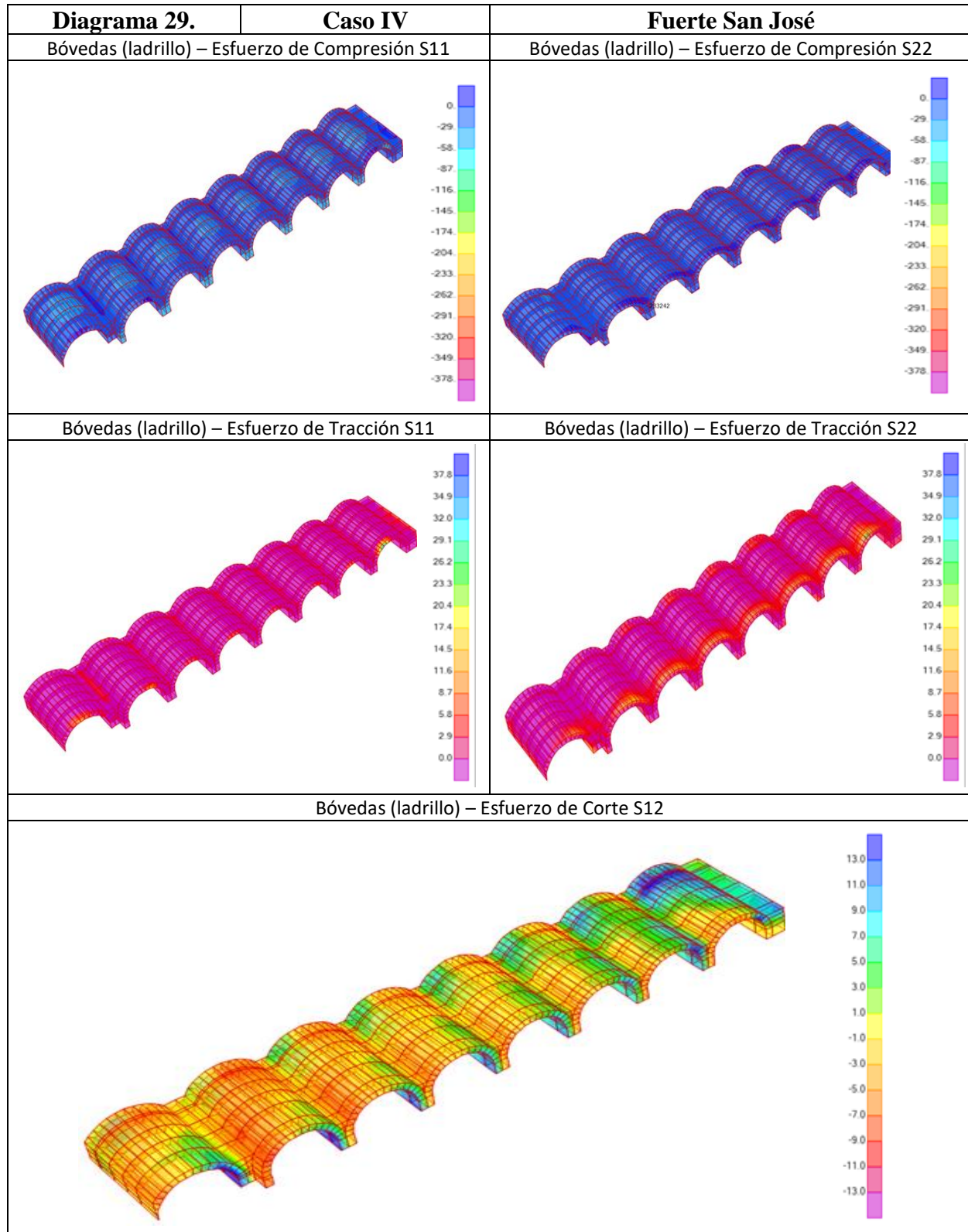


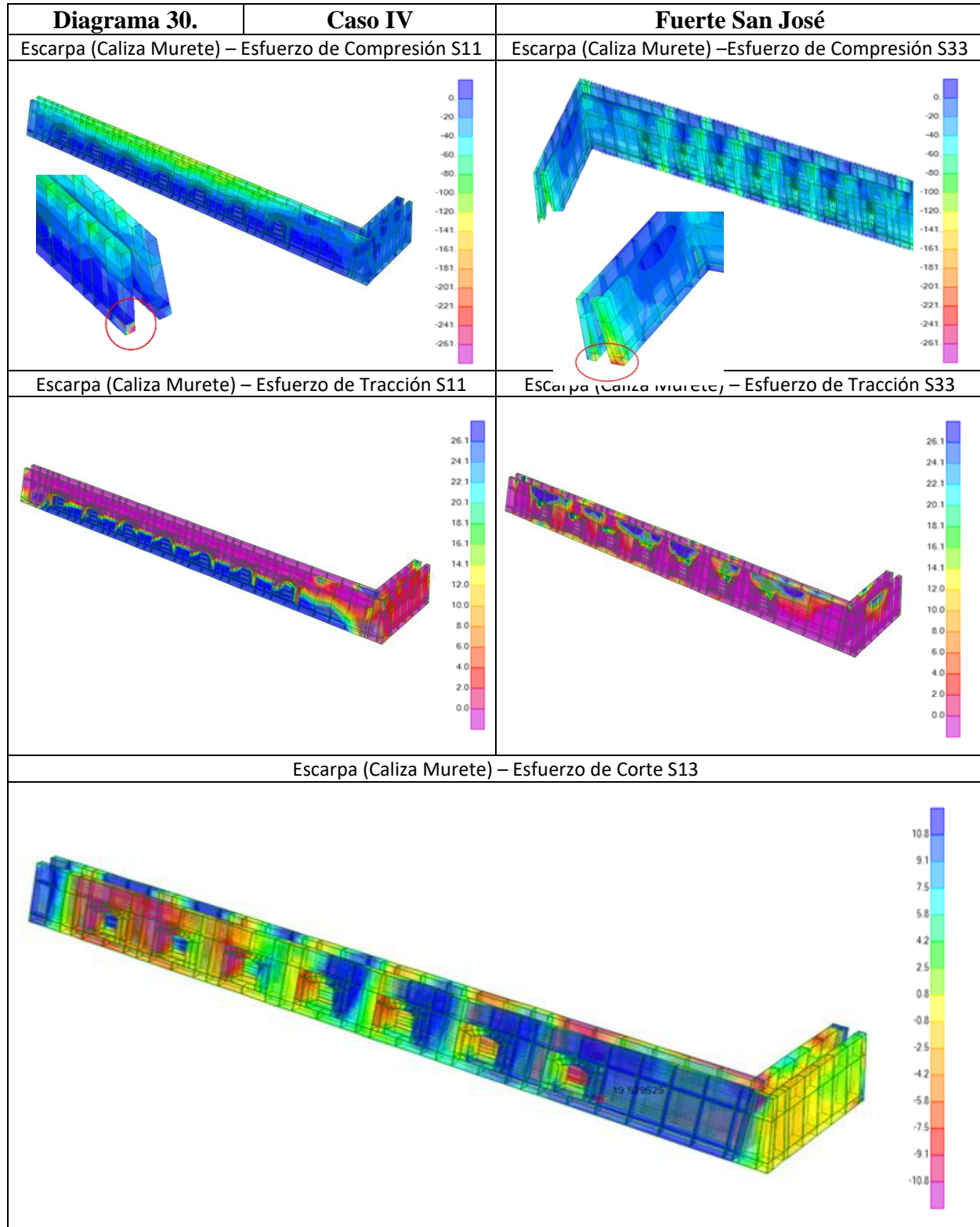


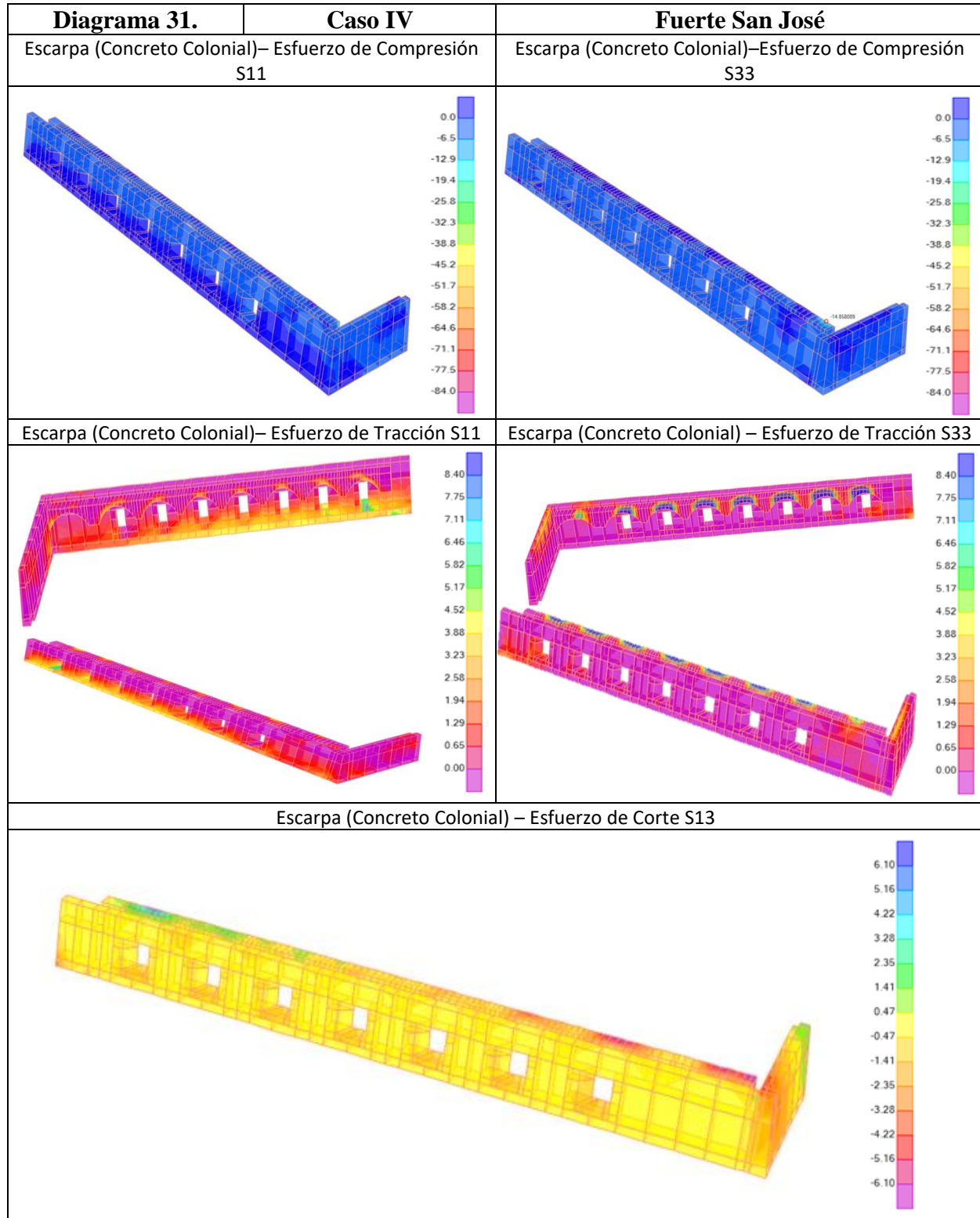


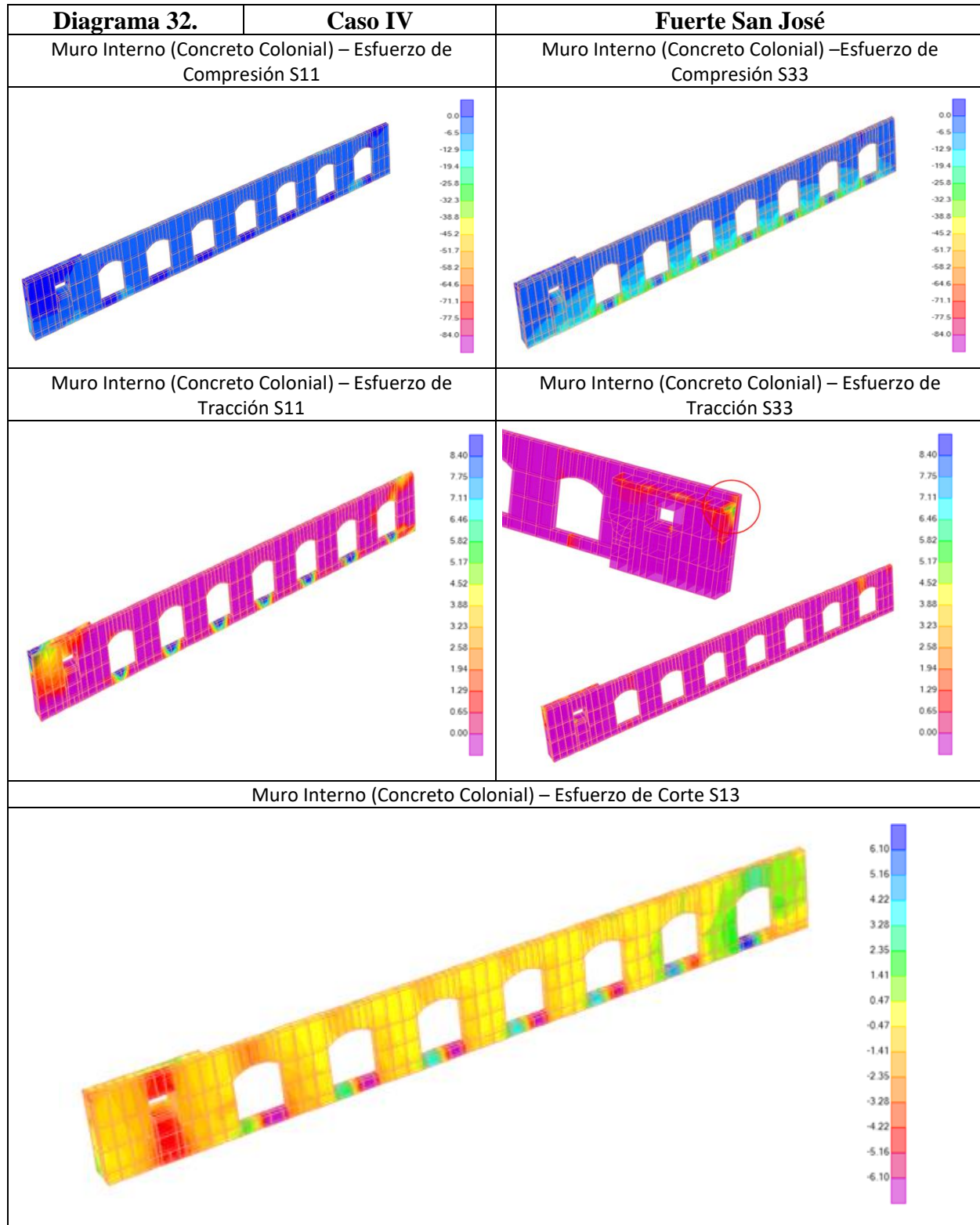


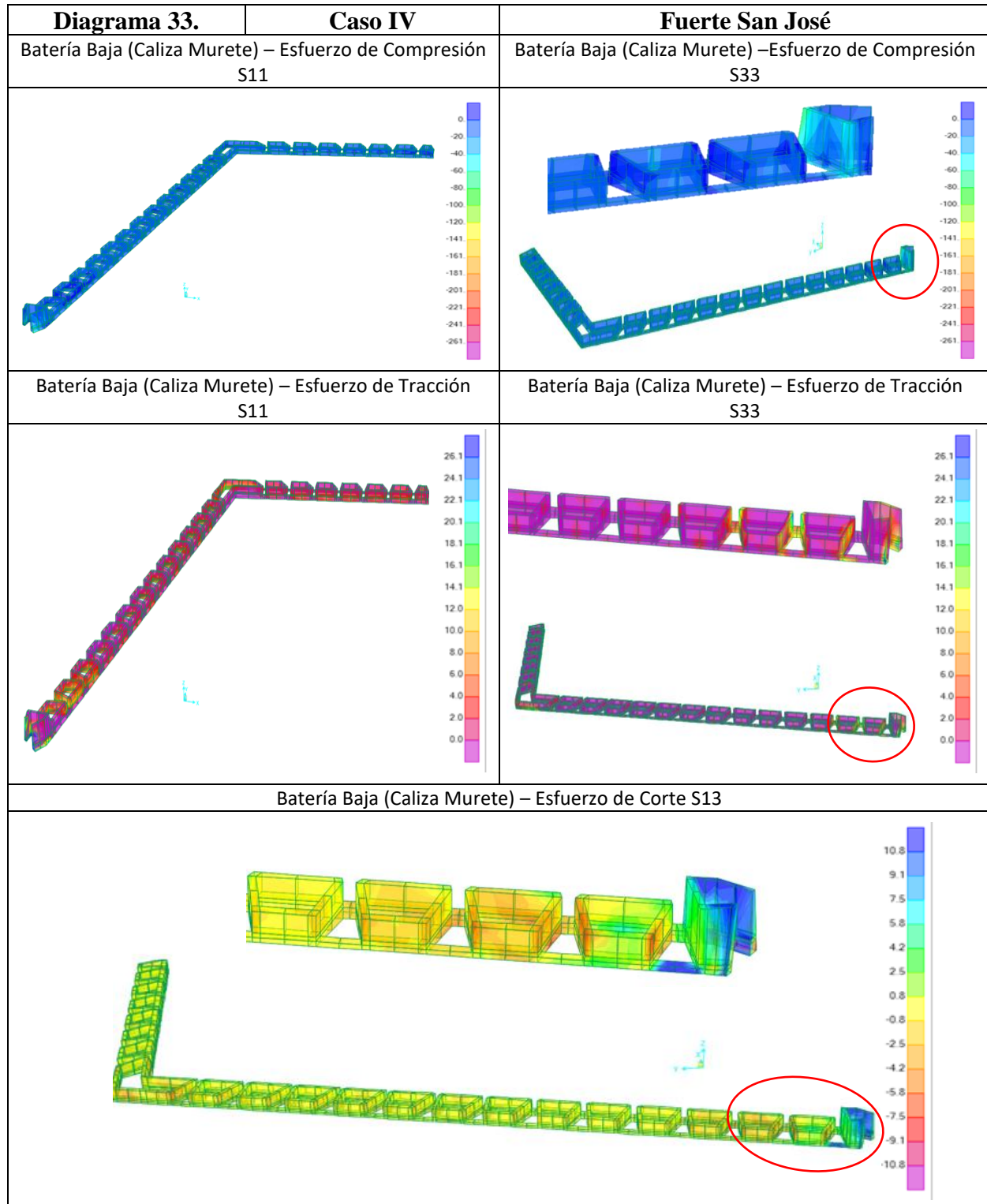


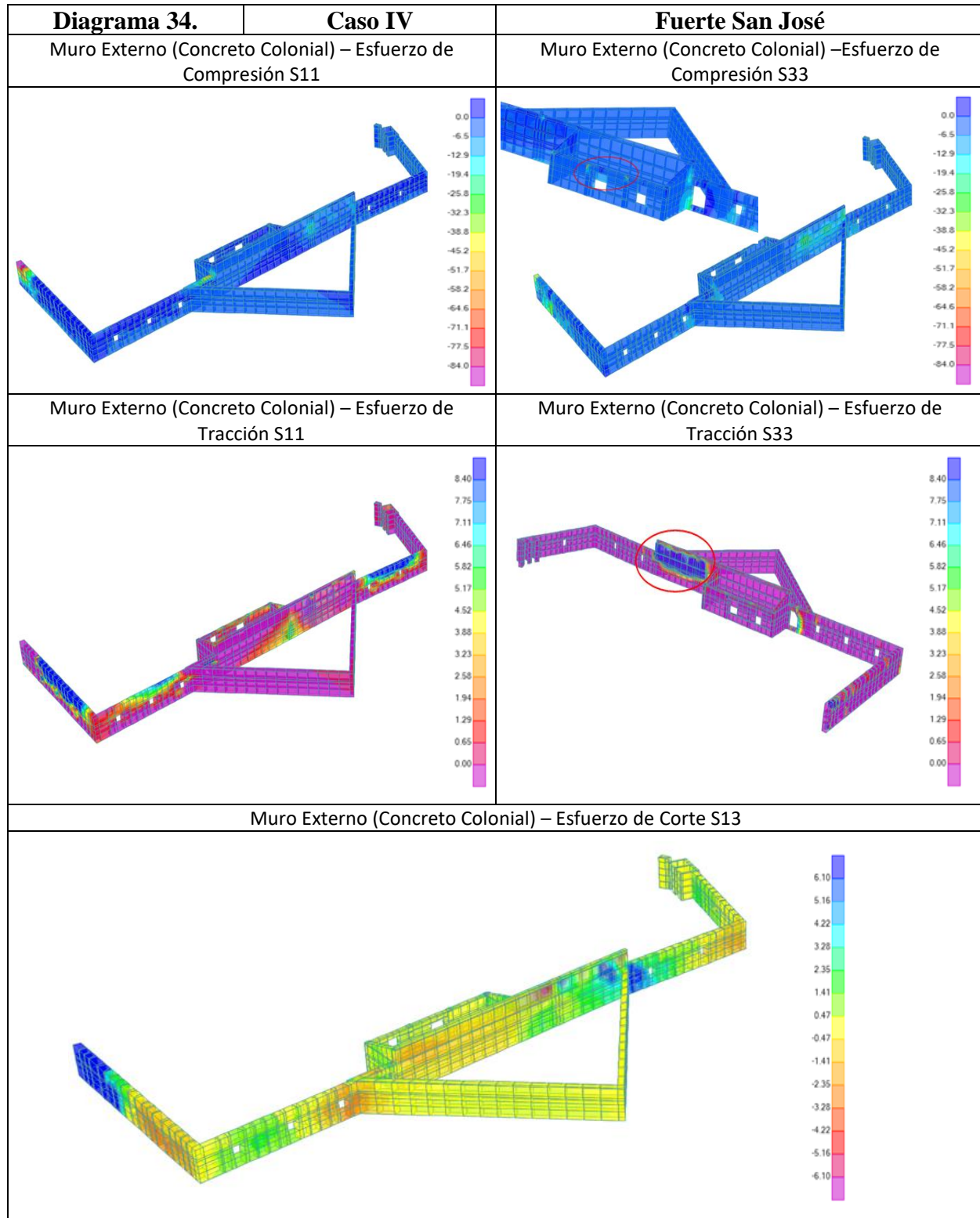


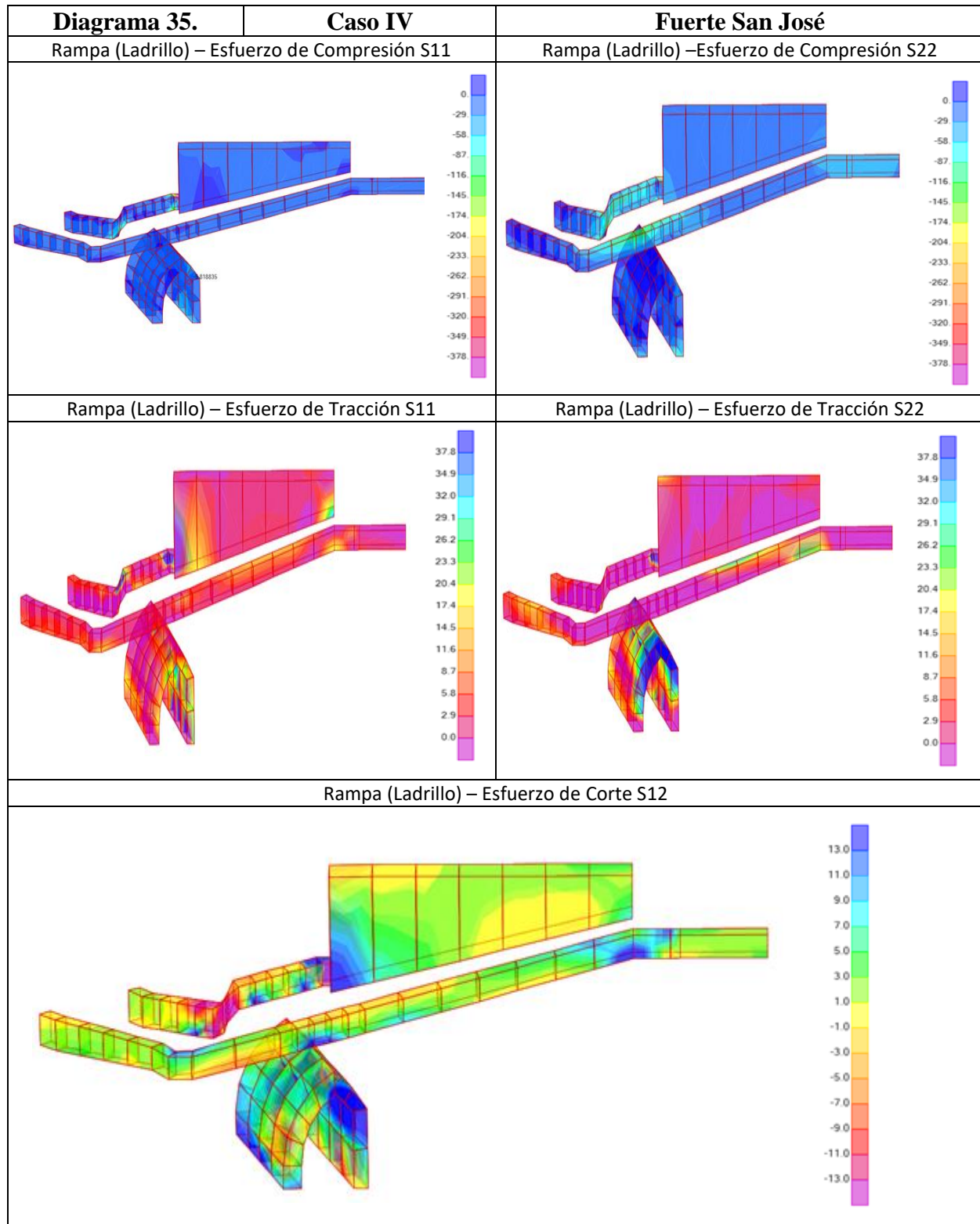


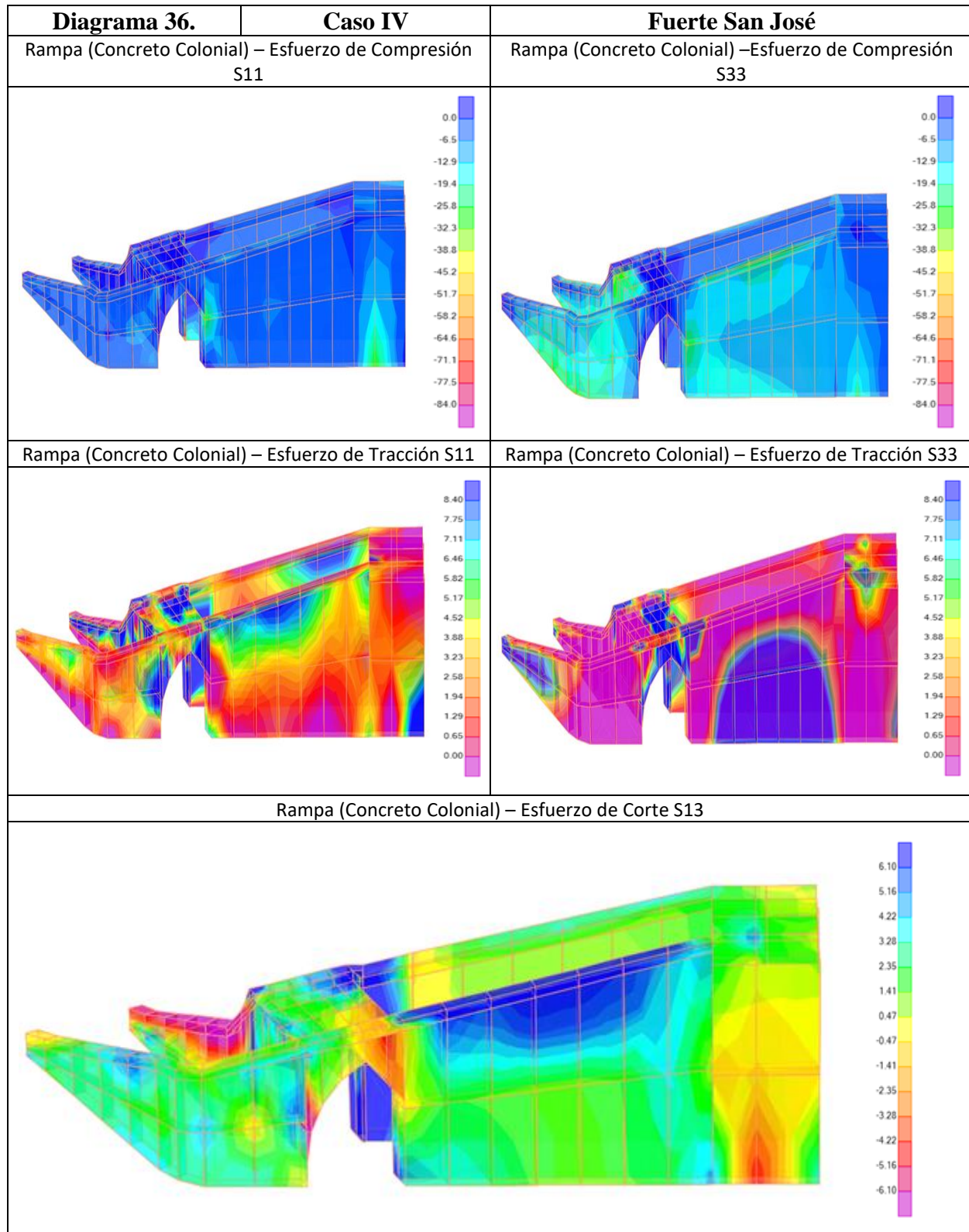


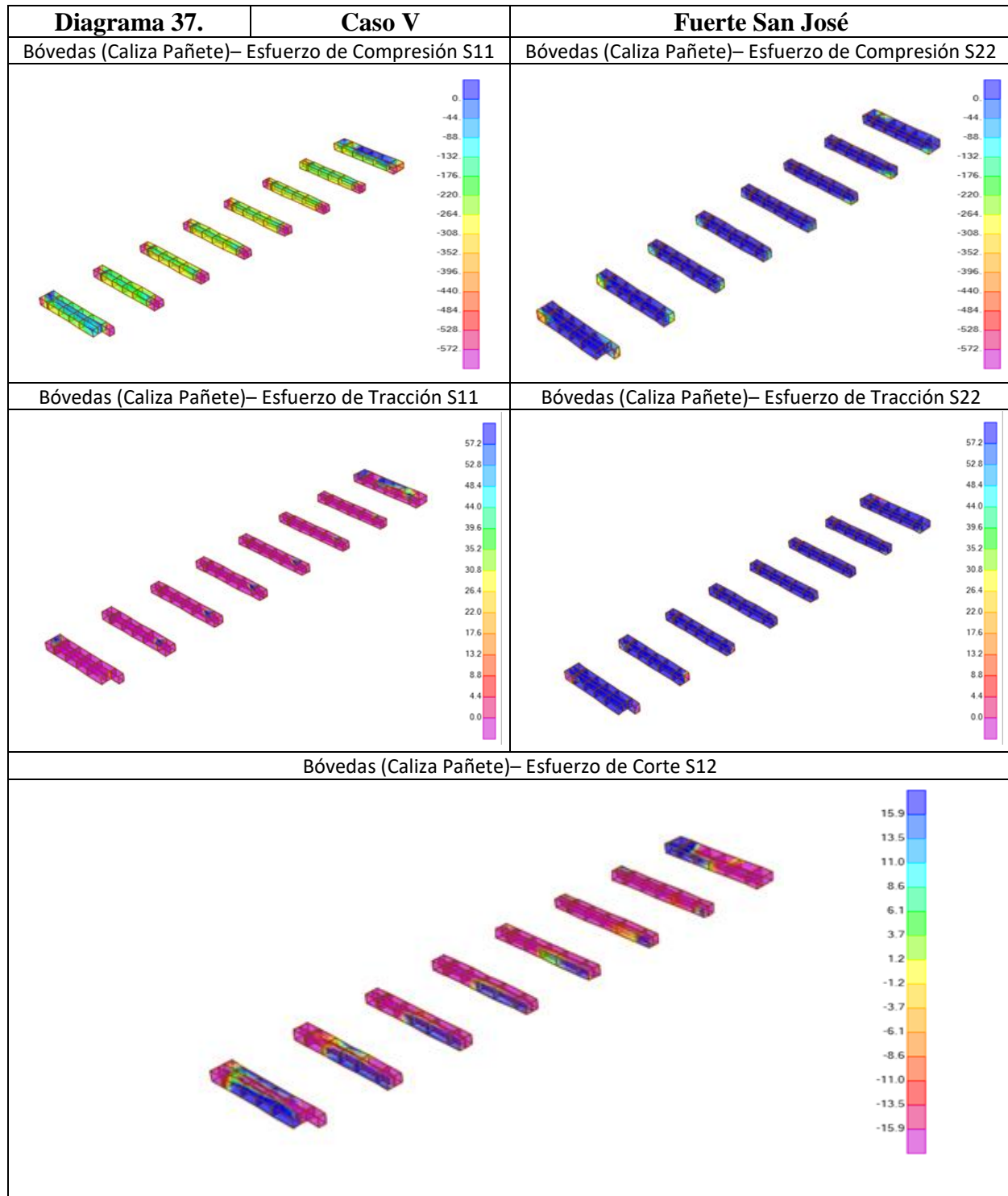


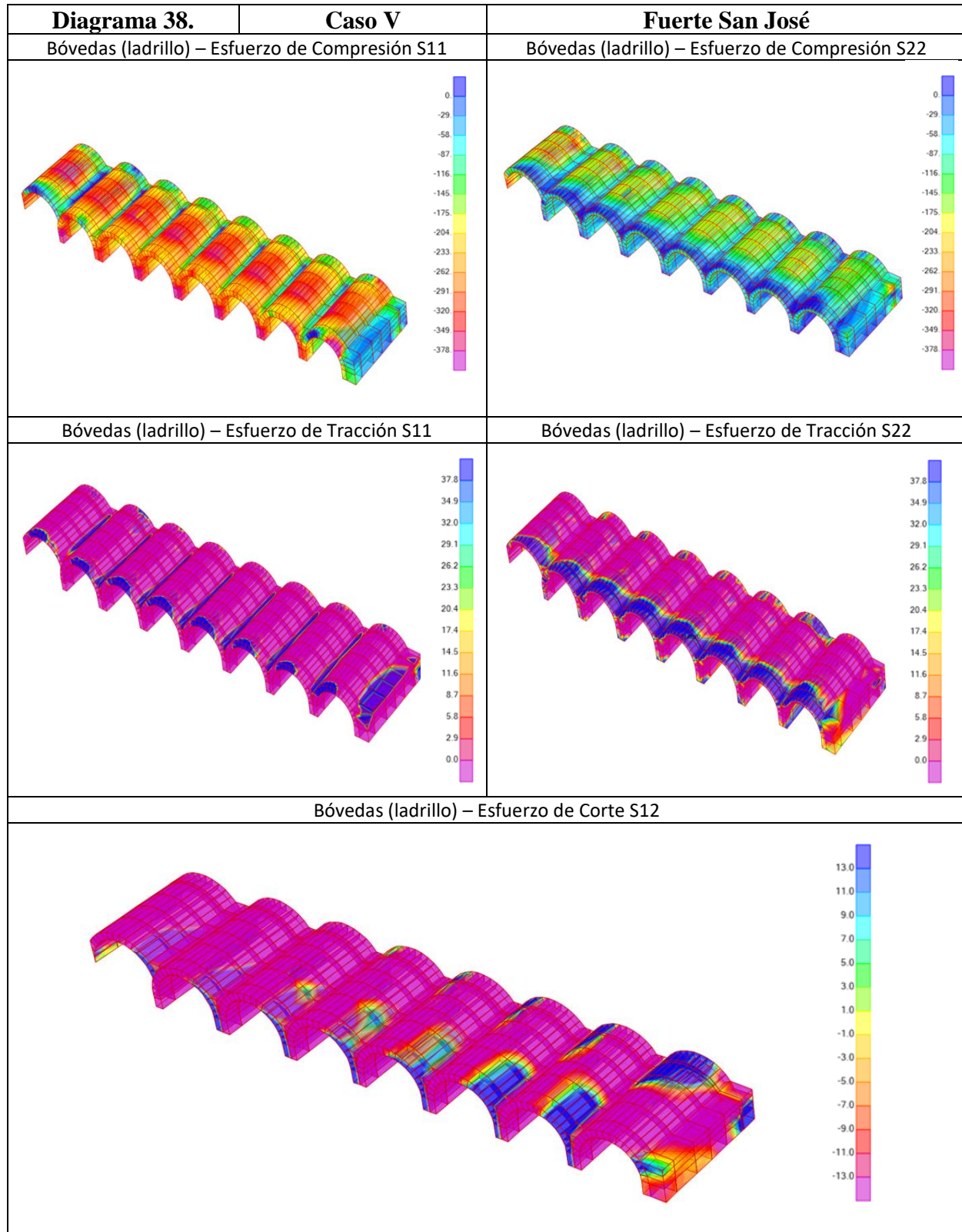


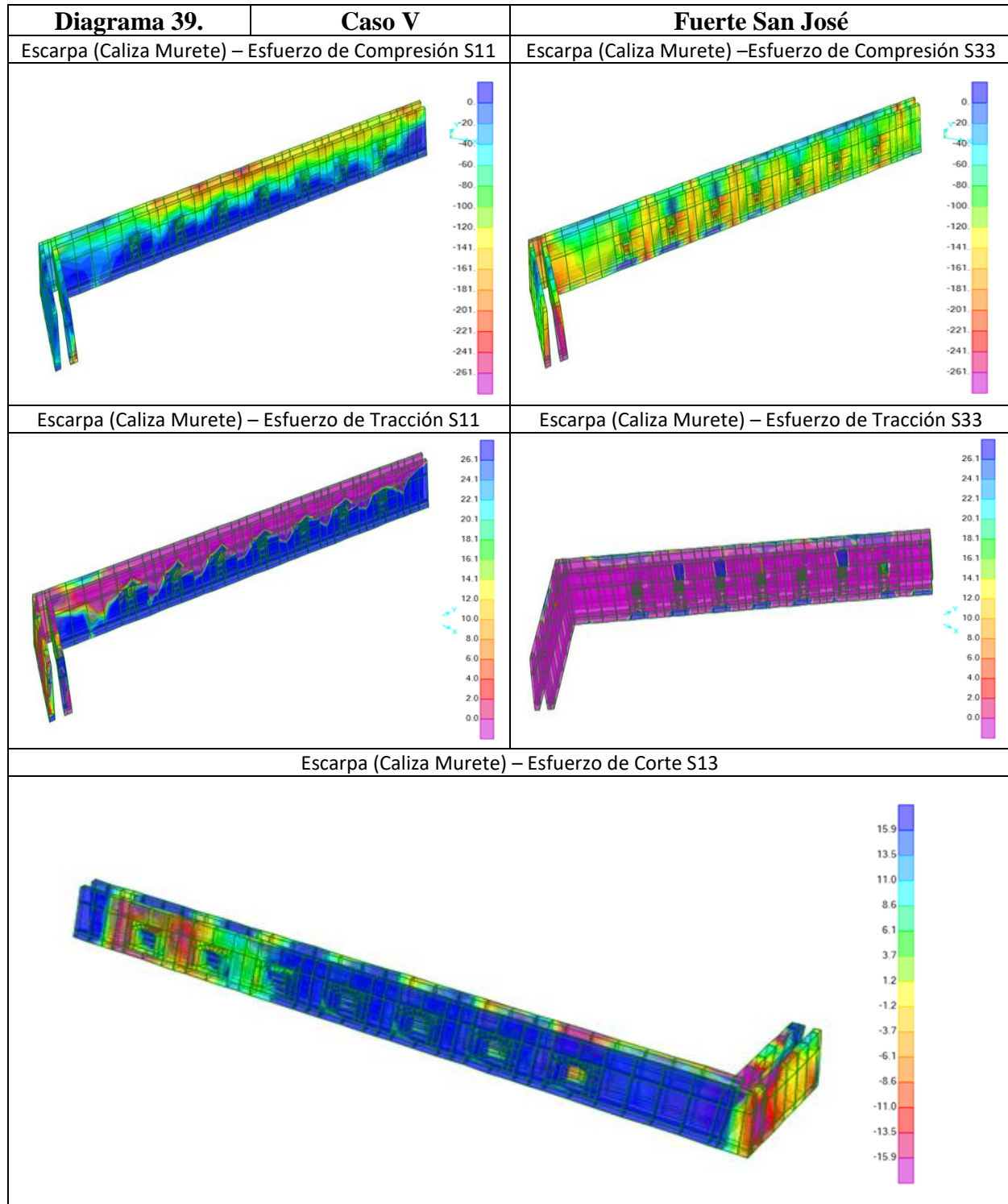


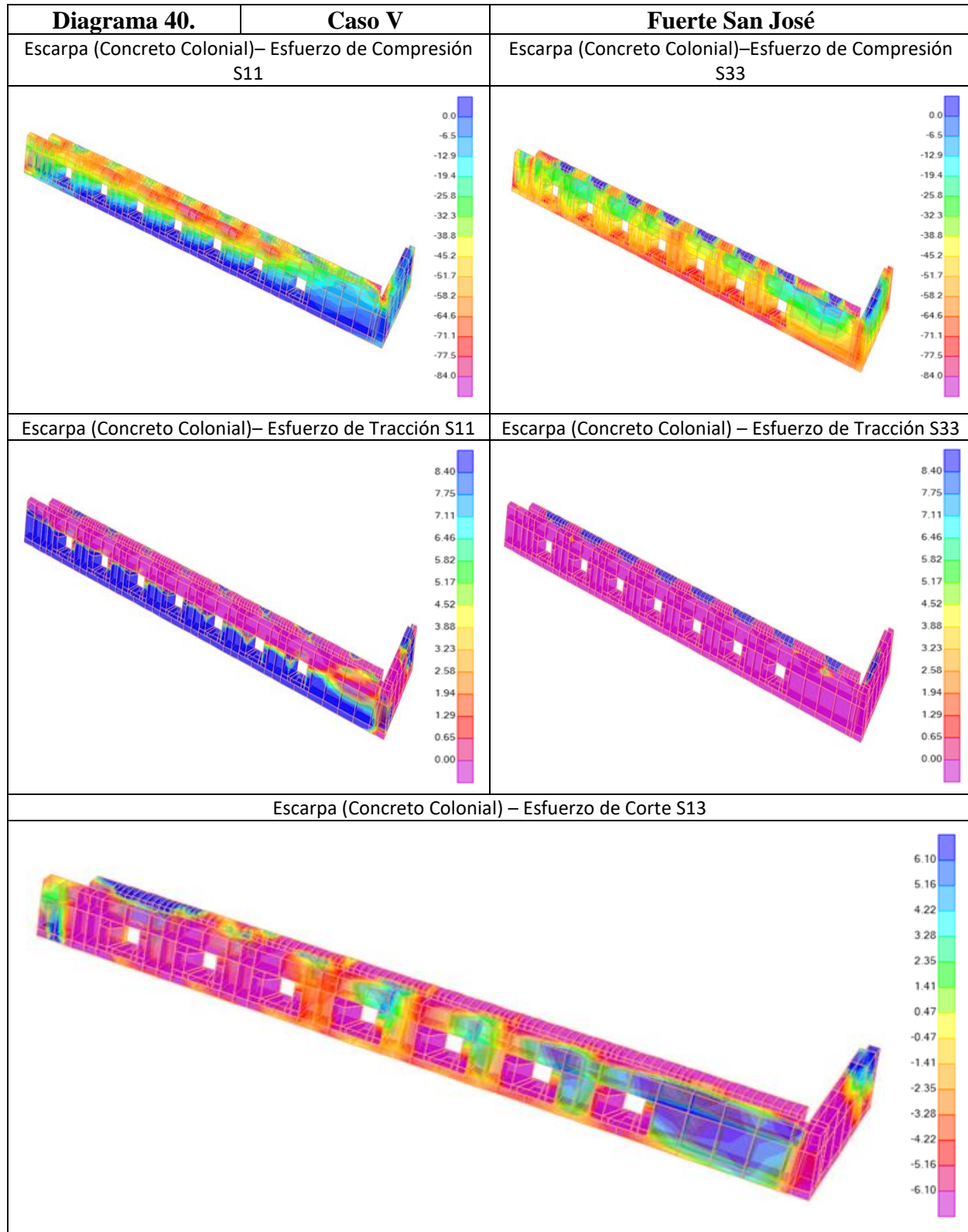












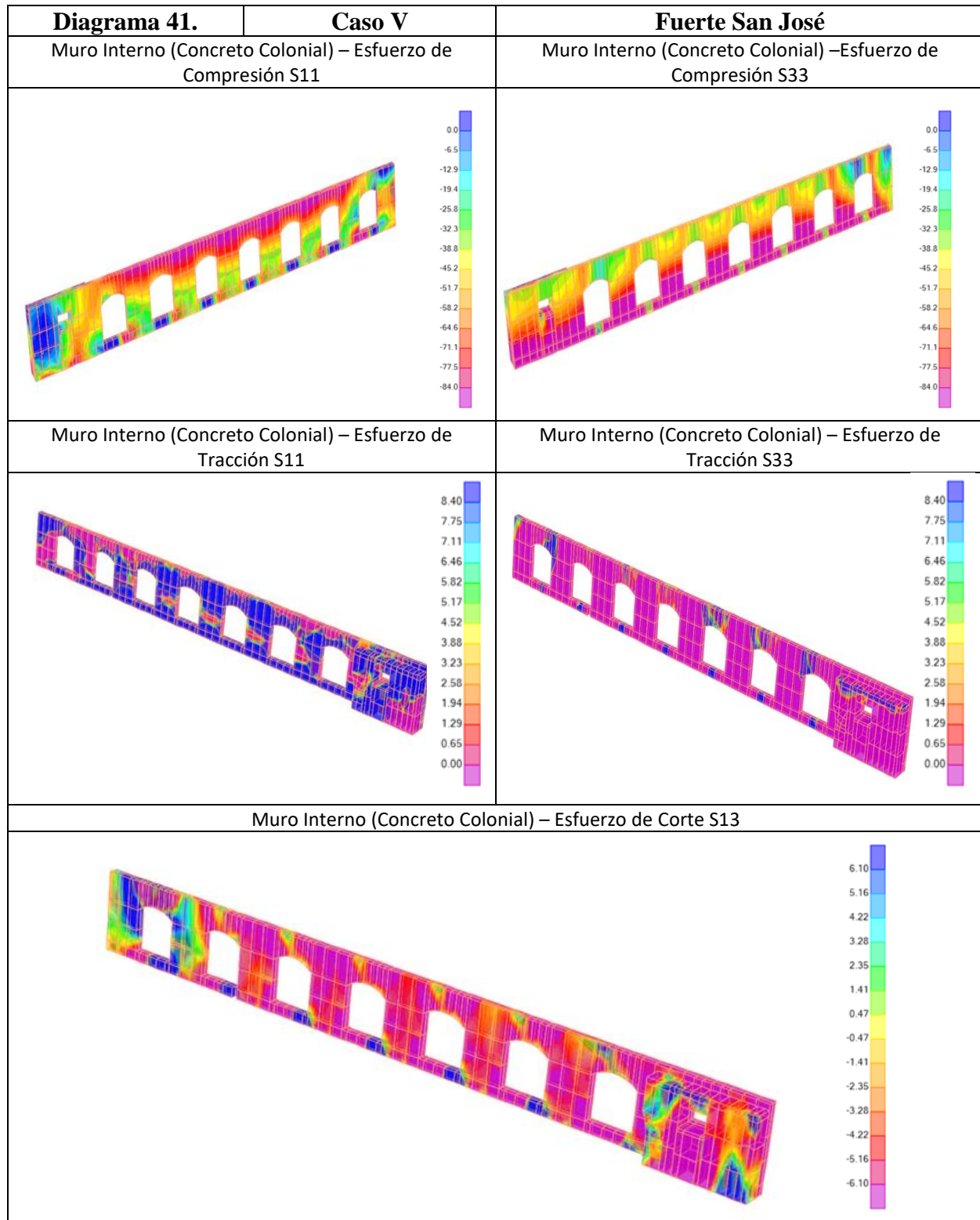


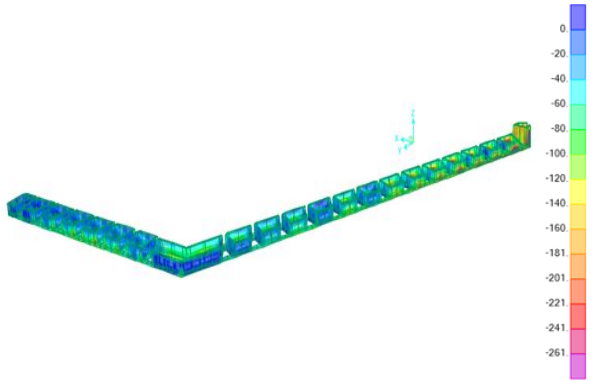
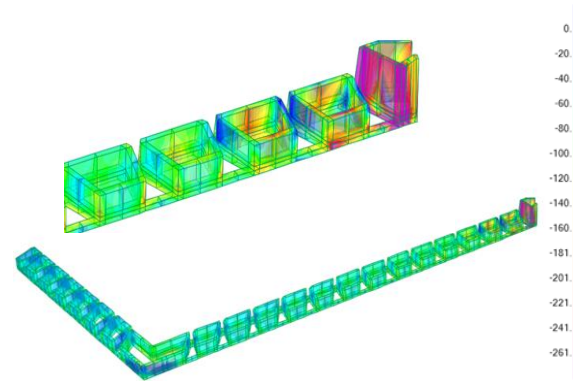
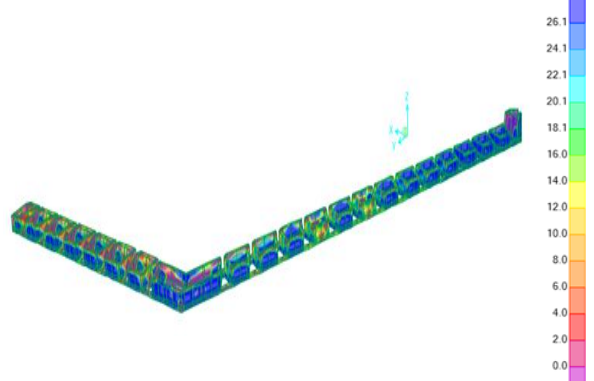
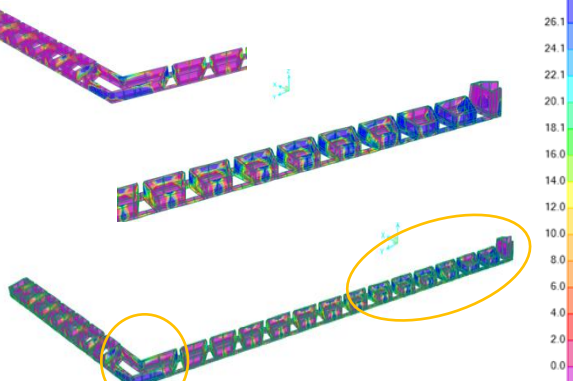

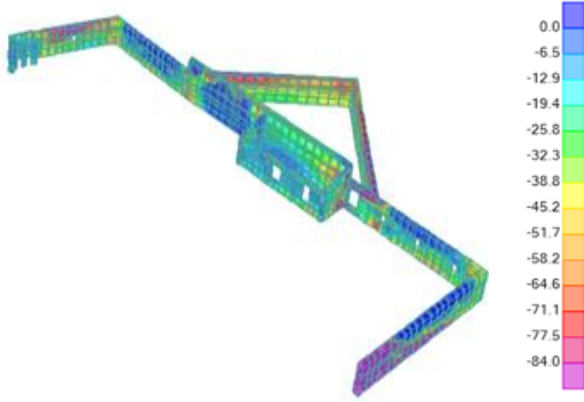
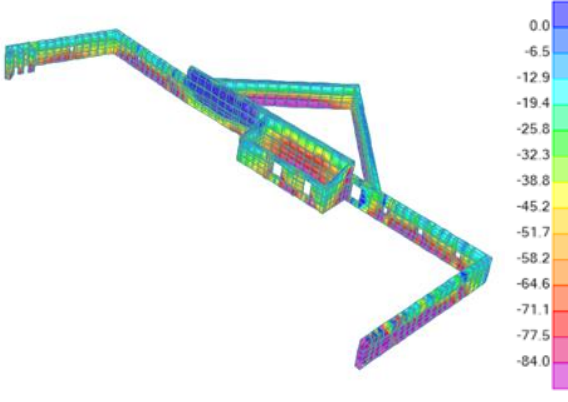
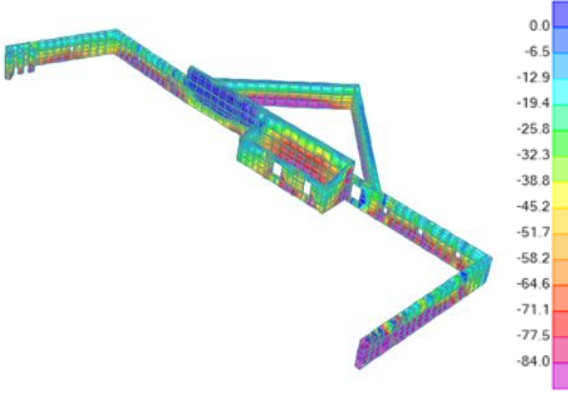
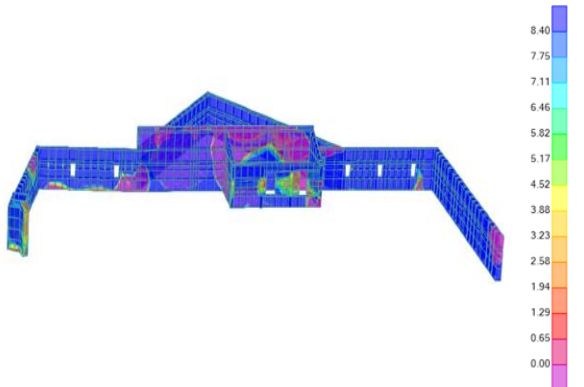
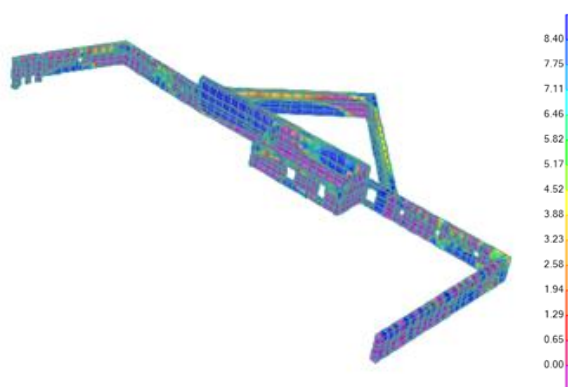
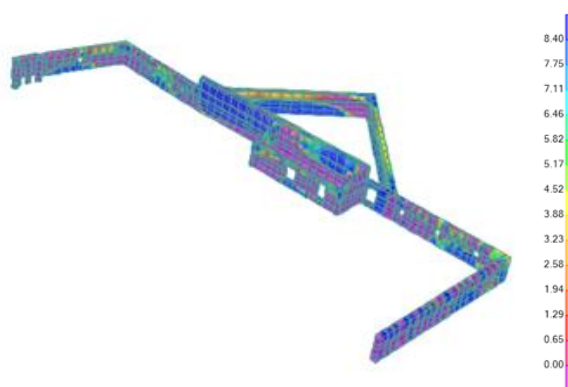
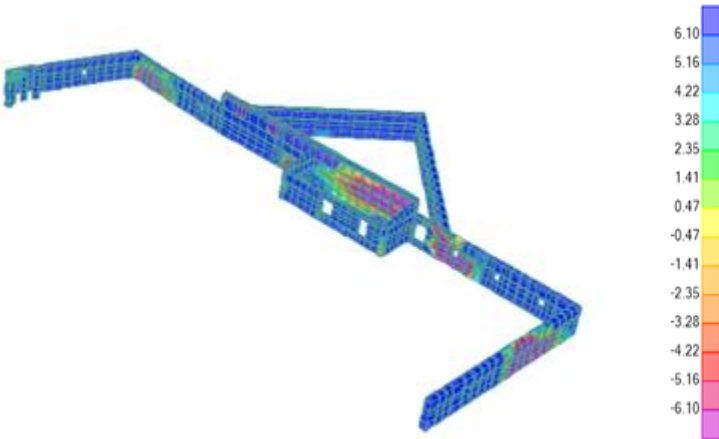
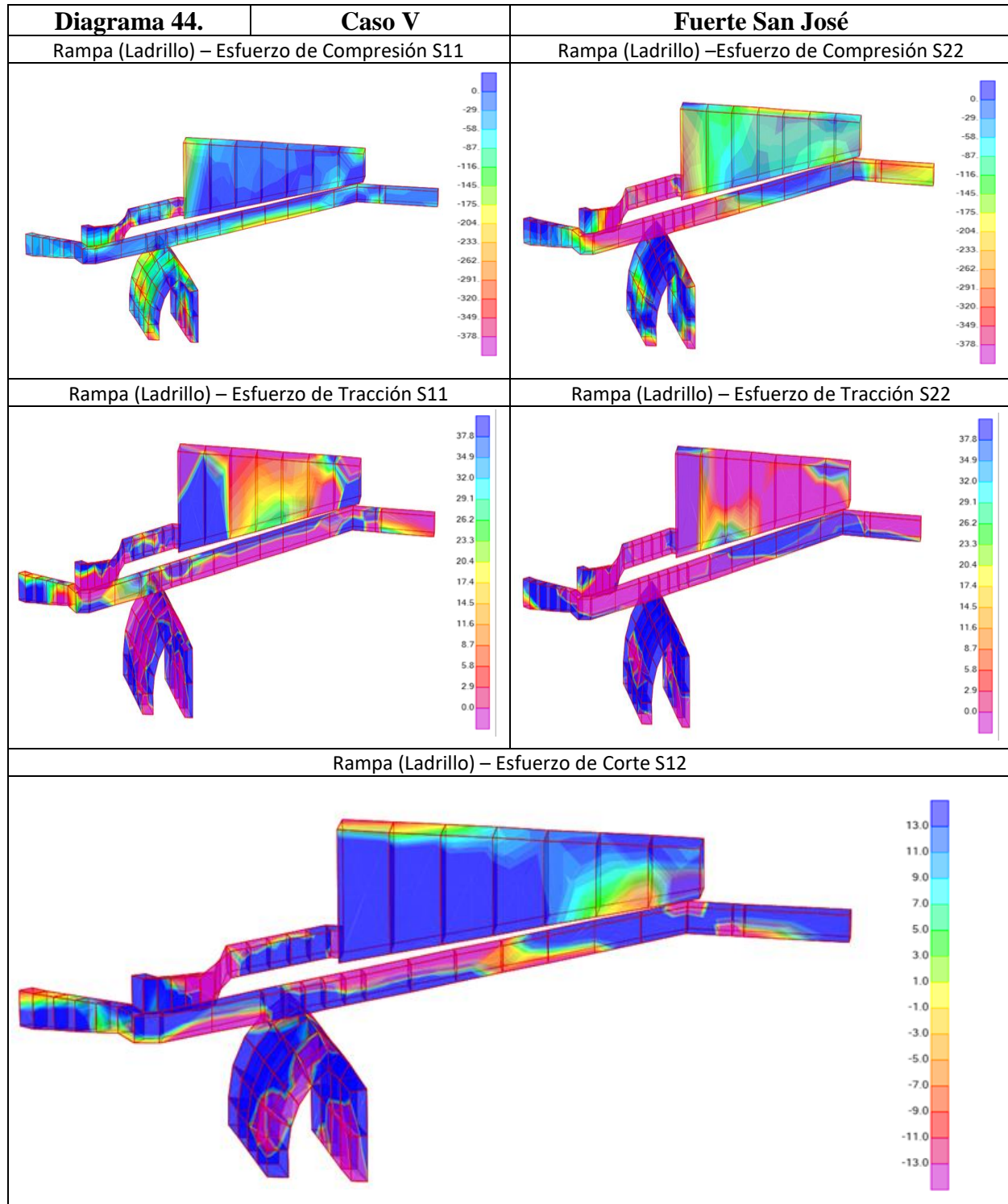
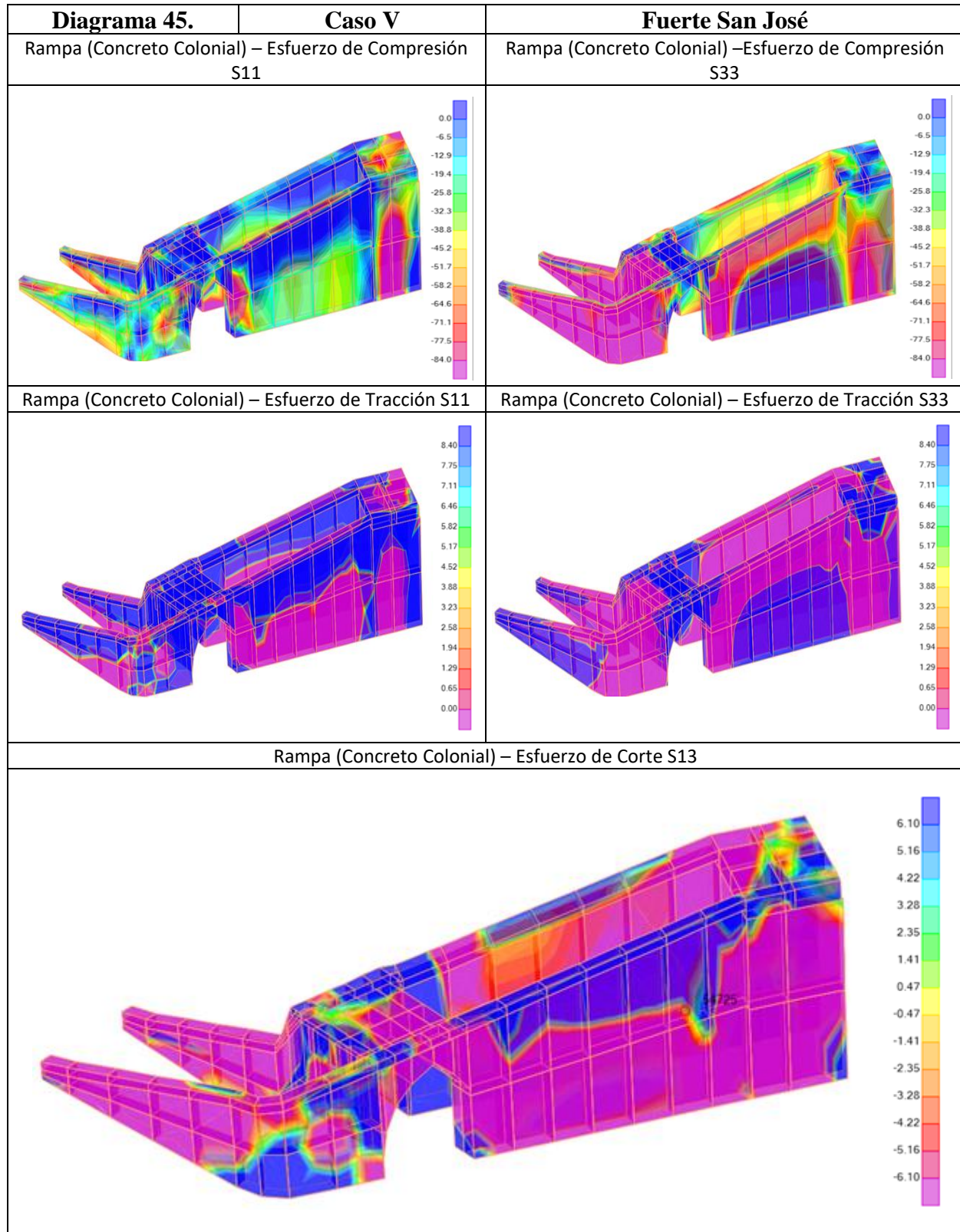
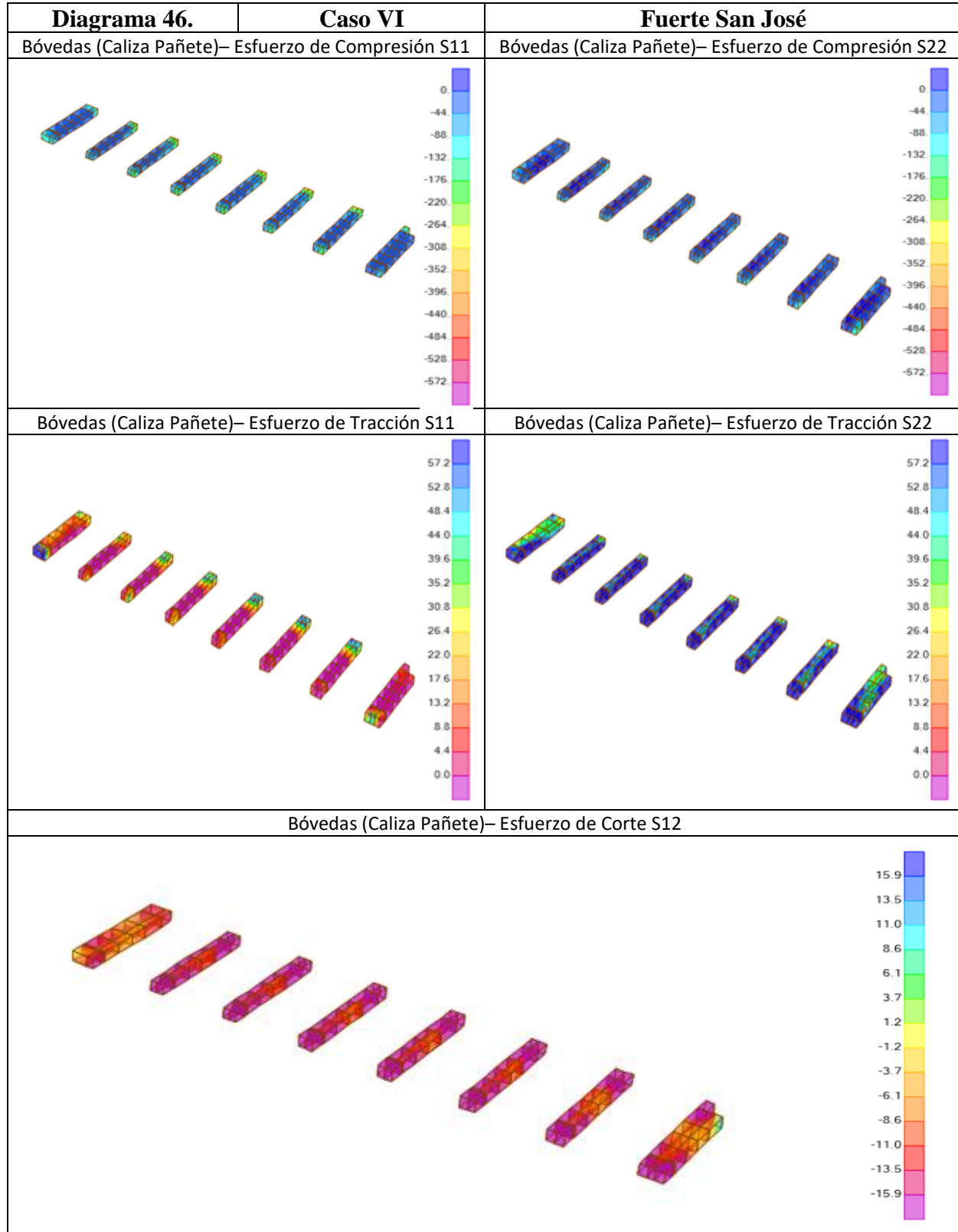
Diagrama 42.	Caso V	Fuerte San José
Batería Baja (Caliza Murete) – Esfuerzo de Compresión S11		Batería Baja (Caliza Murete) –Esfuerzo de Compresión S33
		
Batería Baja (Caliza Murete) – Esfuerzo de Tracción S11		Batería Baja (Caliza Murete) – Esfuerzo de Tracción S33
		
Batería Baja (Caliza Murete) – Esfuerzo de Corte S13		
		

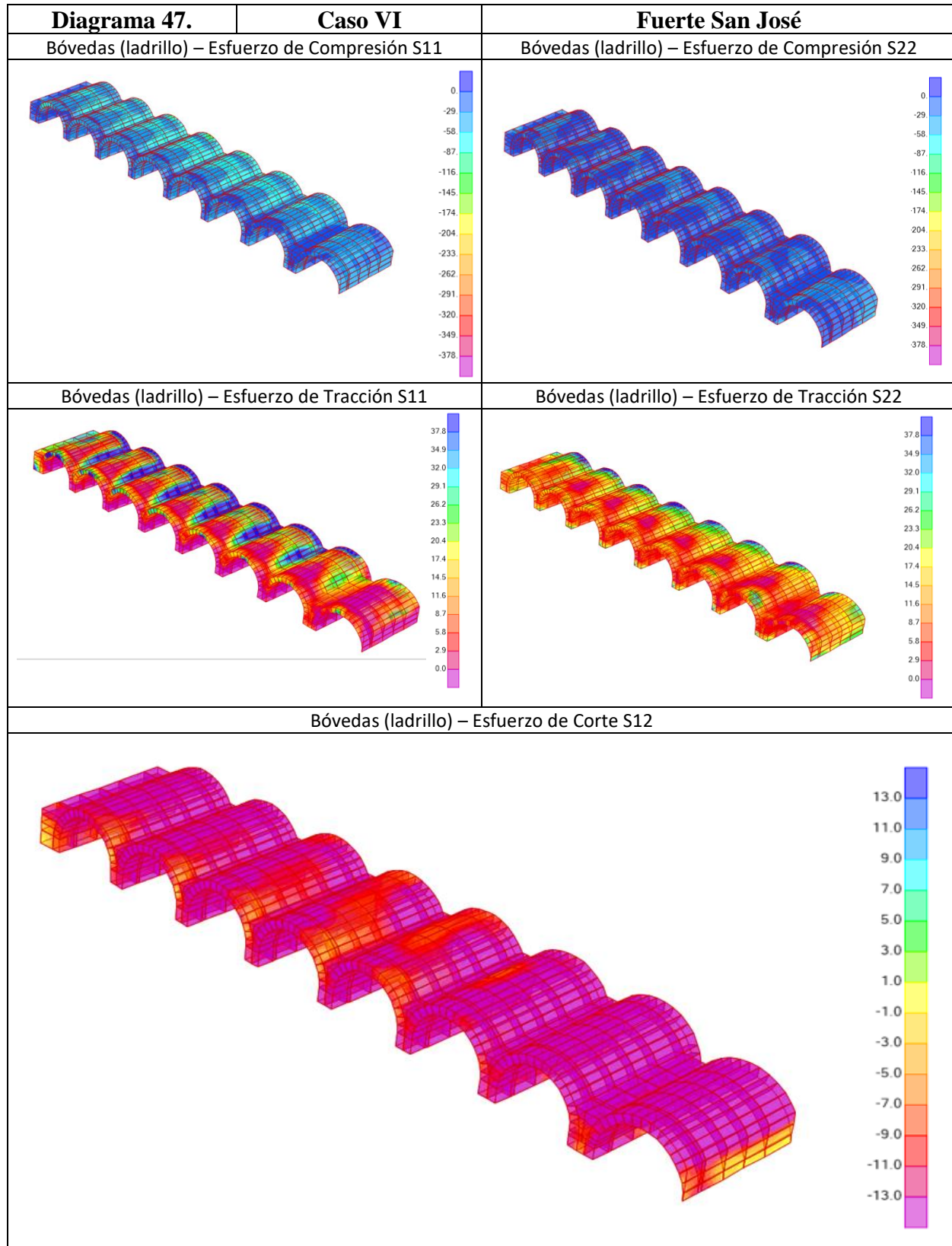


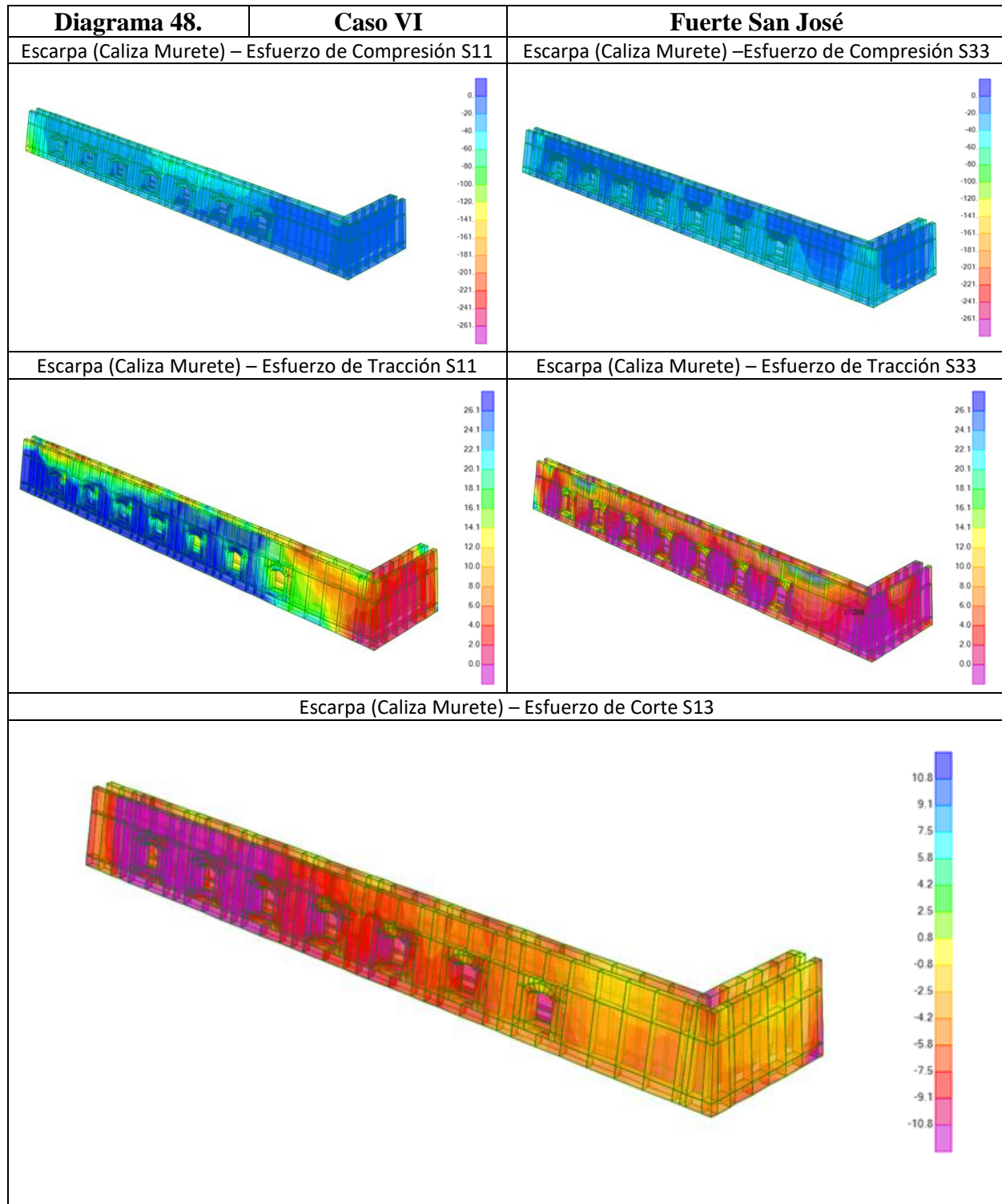
Diagrama 43.	Caso V	Fuerte San José
Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Compresión S11	Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Compresión S33	Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Compresión S33
 <p>0.0 -6.5 -12.9 -19.4 -25.8 -32.3 -38.8 -45.2 -51.7 -58.2 -64.6 -71.1 -77.5 -84.0</p>	 <p>0.0 -6.5 -12.9 -19.4 -25.8 -32.3 -38.8 -45.2 -51.7 -58.2 -64.6 -71.1 -77.5 -84.0</p>	 <p>0.0 -6.5 -12.9 -19.4 -25.8 -32.3 -38.8 -45.2 -51.7 -58.2 -64.6 -71.1 -77.5 -84.0</p>
Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Tracción S11	Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Tracción S11	Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Tracción S33
 <p>8.40 7.75 7.11 6.46 5.82 5.17 4.52 3.88 3.23 2.58 1.94 1.29 0.65 0.00</p>	 <p>8.40 7.75 7.11 6.46 5.82 5.17 4.52 3.88 3.23 2.58 1.94 1.29 0.65 0.00</p>	 <p>8.40 7.75 7.11 6.46 5.82 5.17 4.52 3.88 3.23 2.58 1.94 1.29 0.65 0.00</p>
Muro Externo (Concreto Colonial) – Esfuerzo de Corte S13		
 <p>6.10 5.16 4.22 3.28 2.35 1.41 0.47 -0.47 -1.41 -2.35 -3.28 -4.22 -5.16 -6.10</p>		

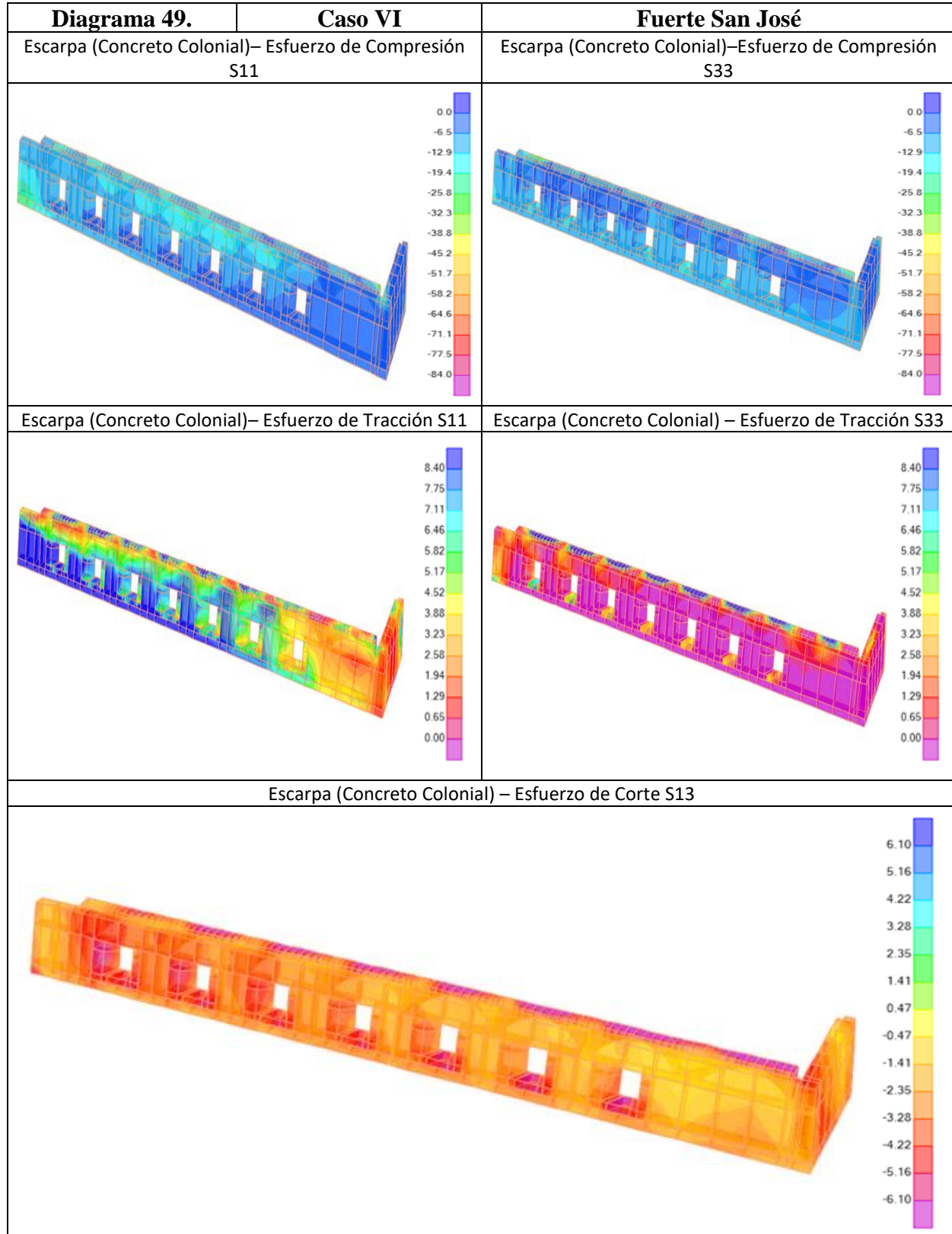


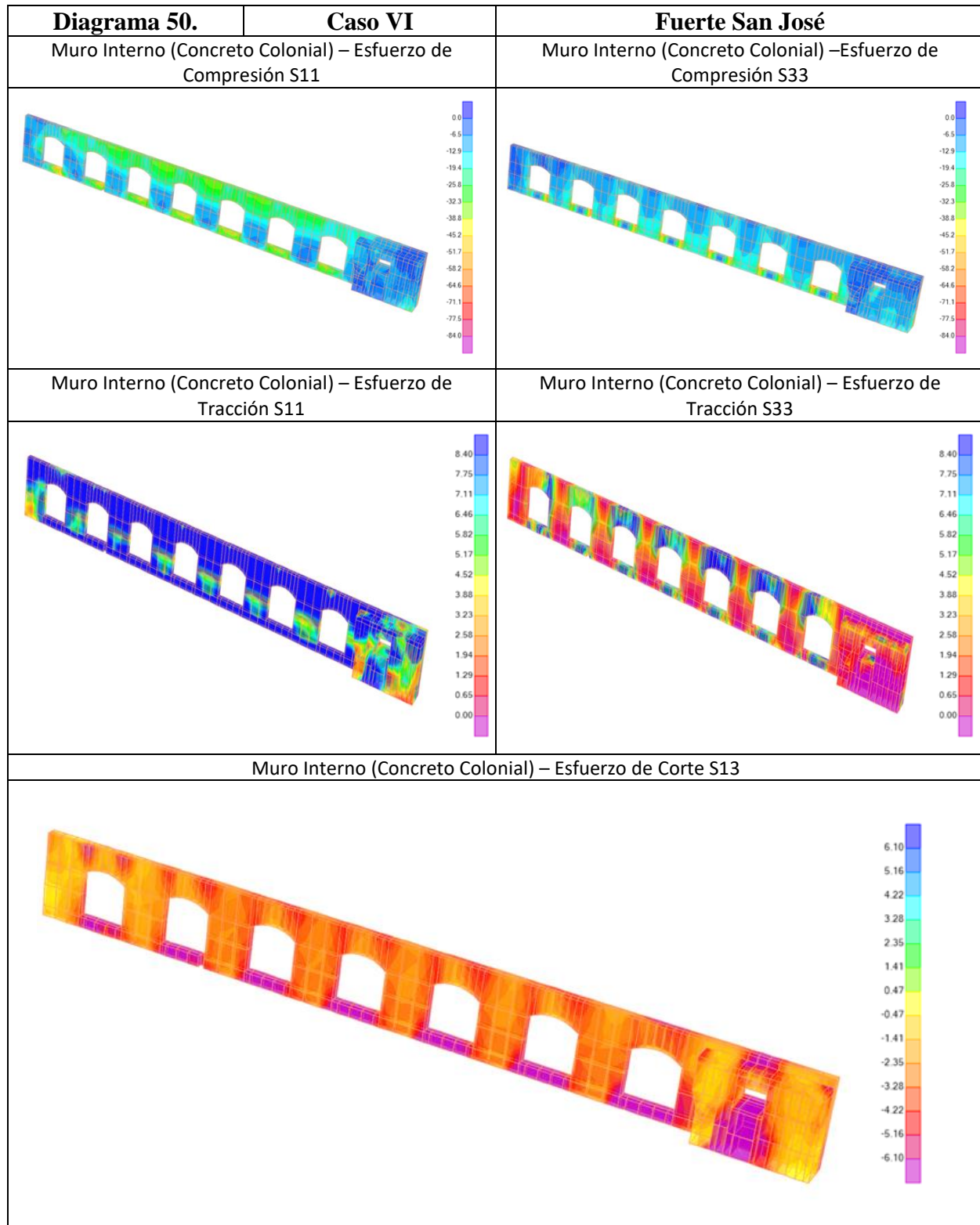


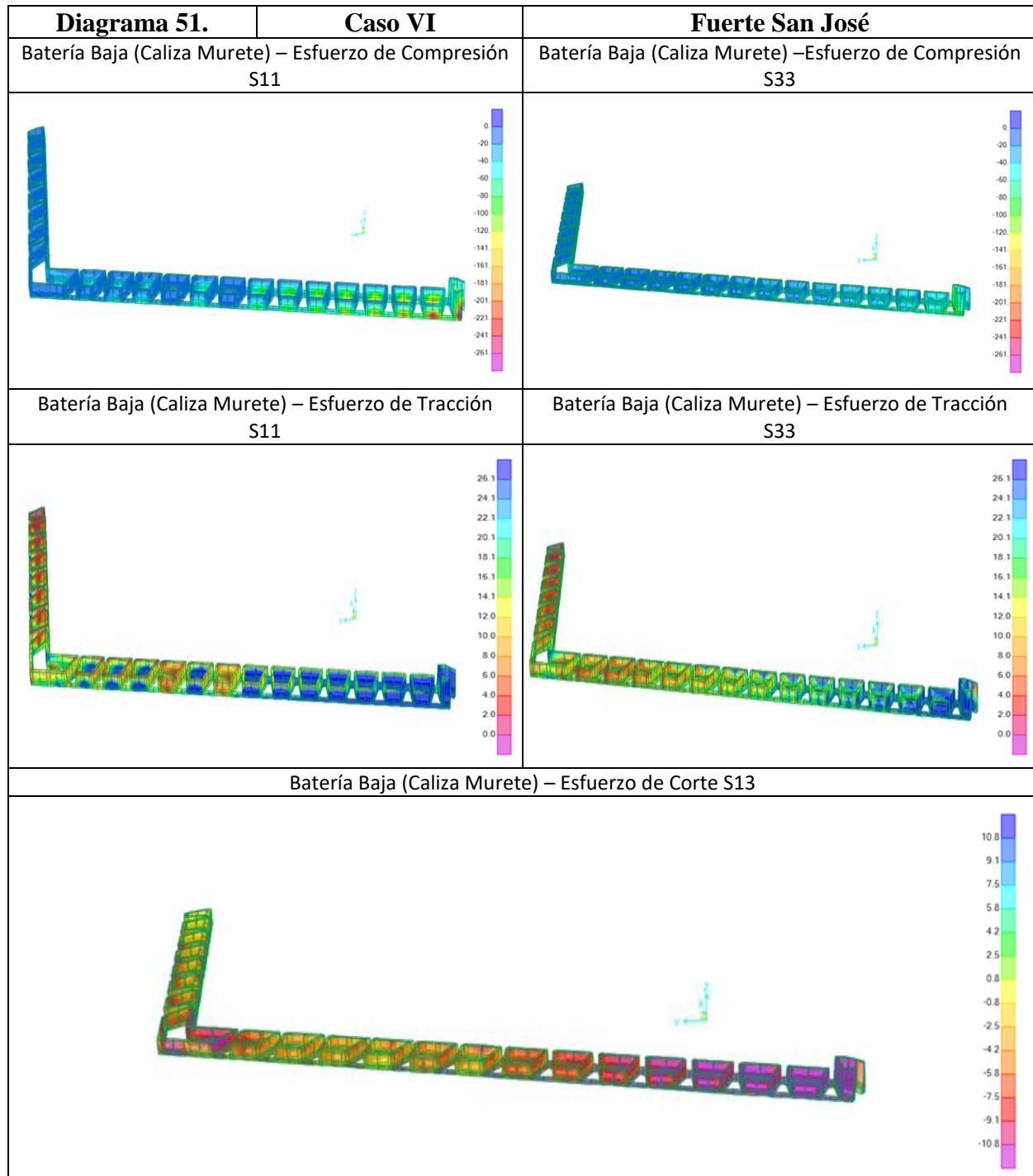


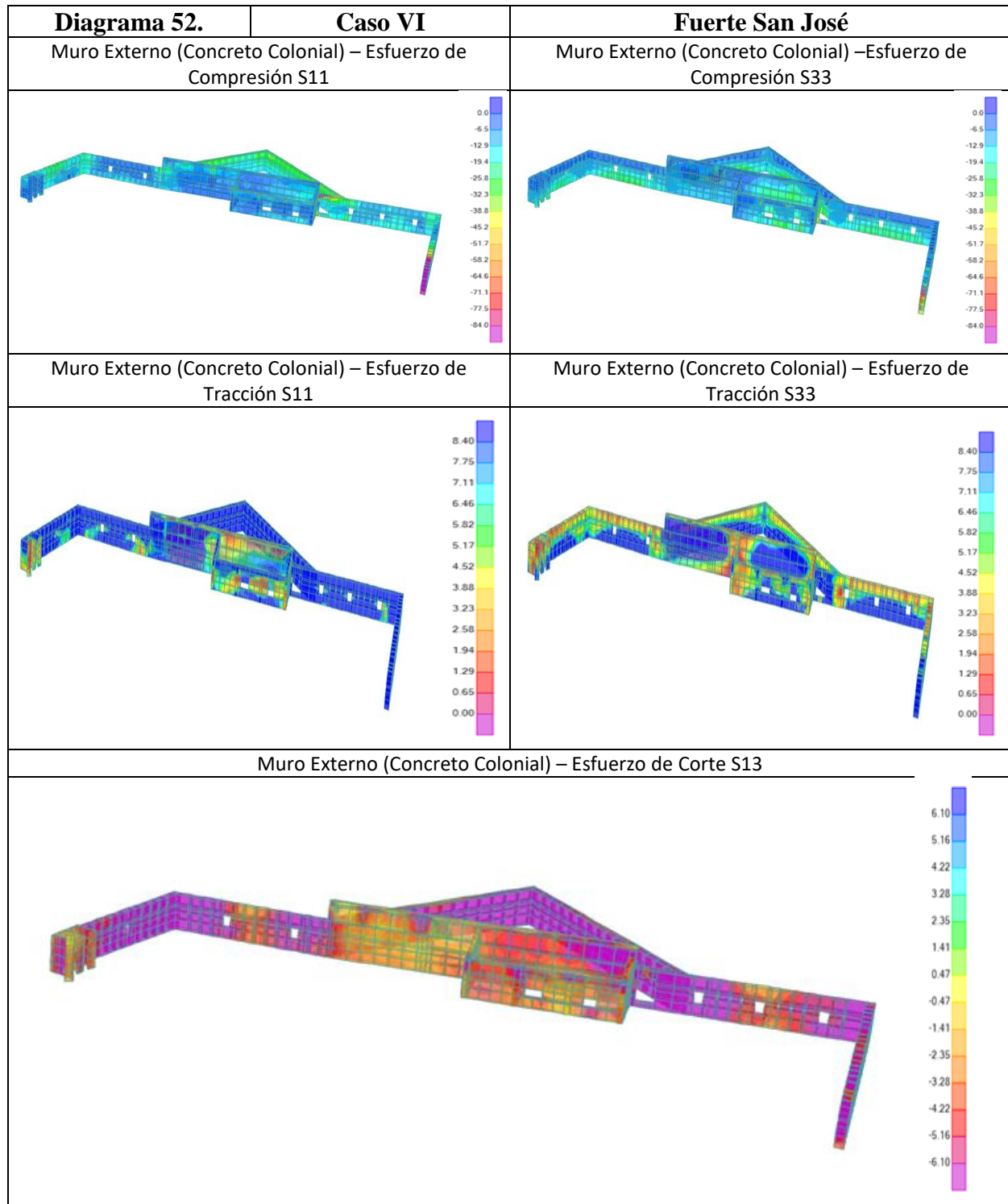


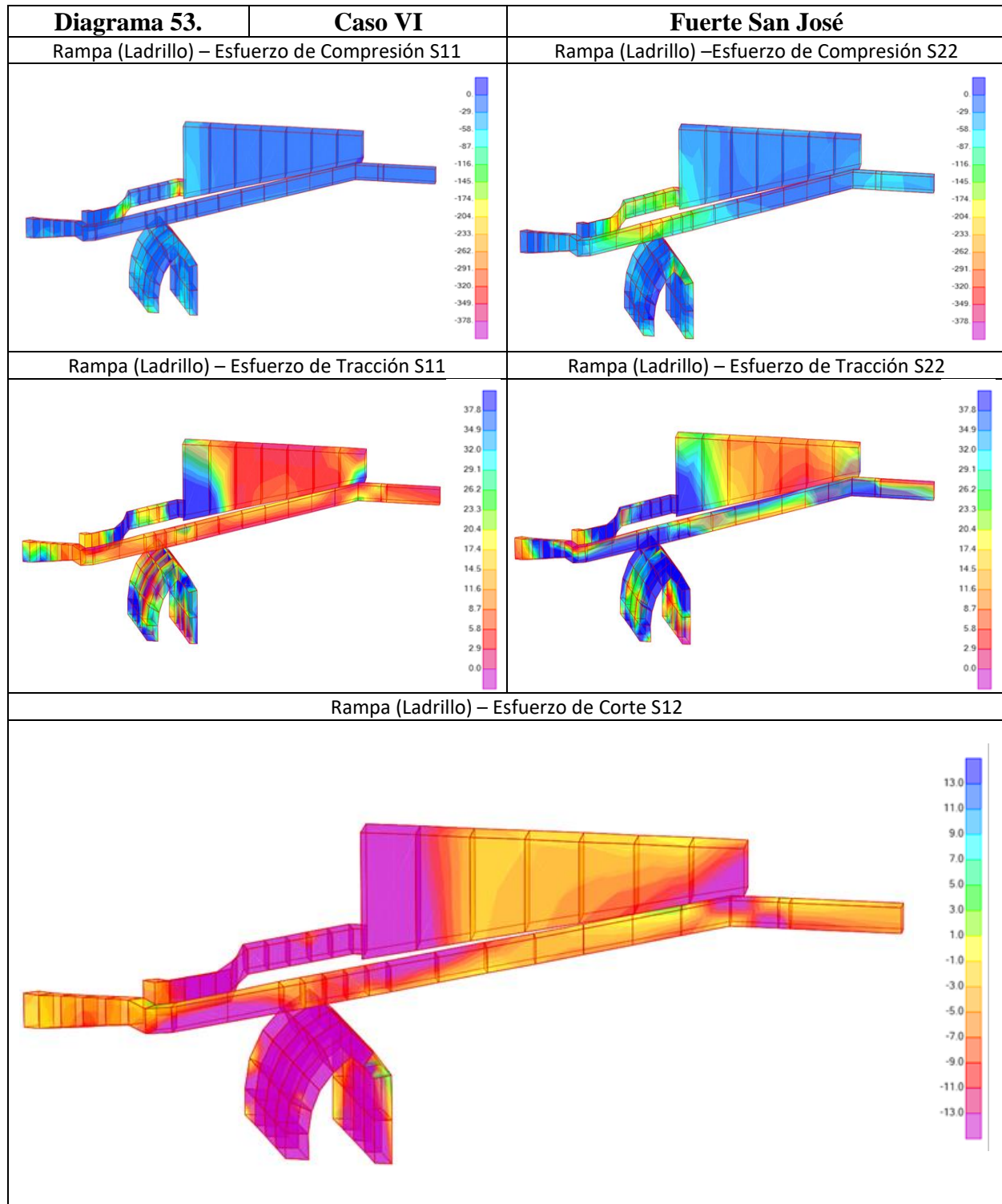


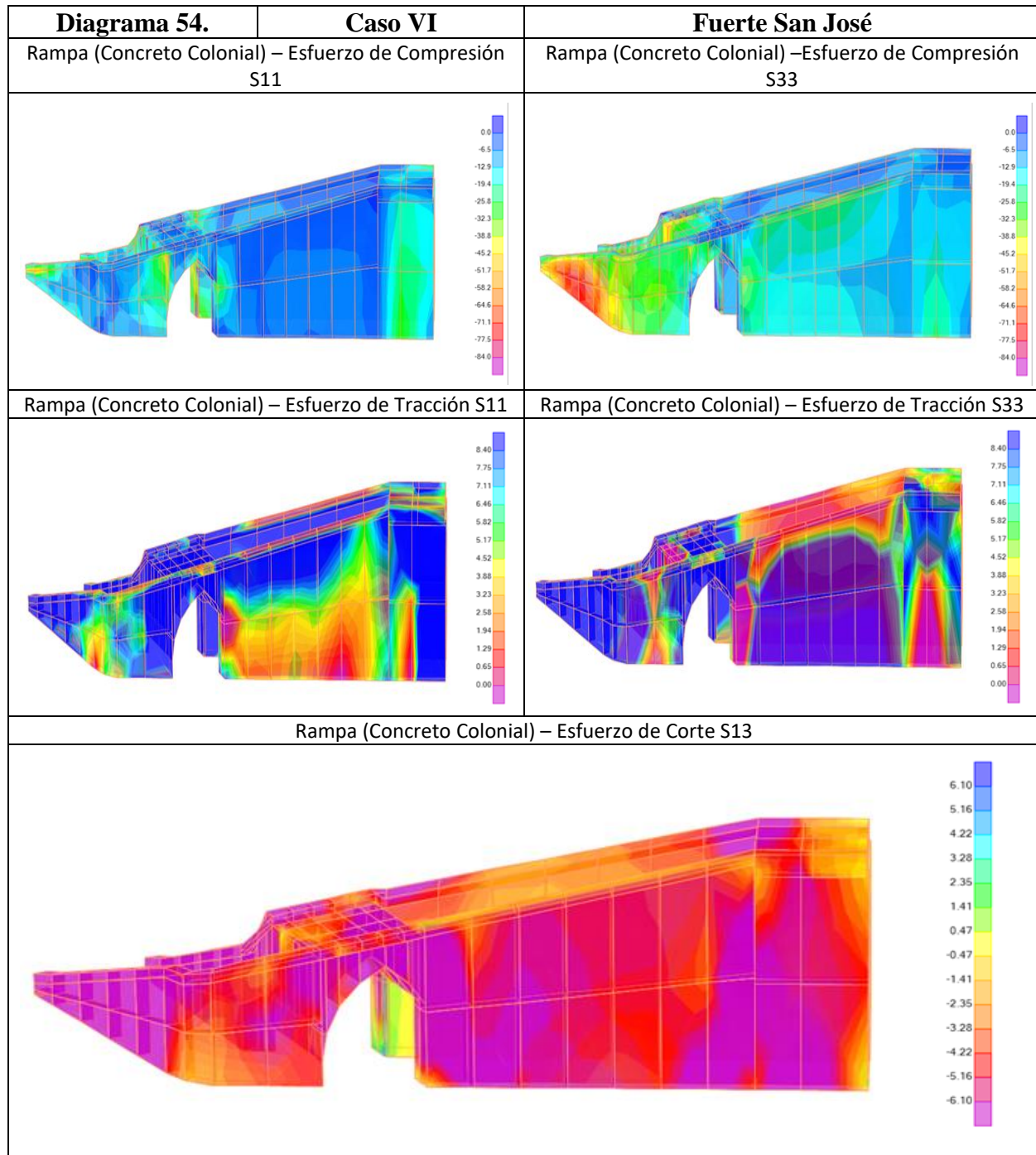




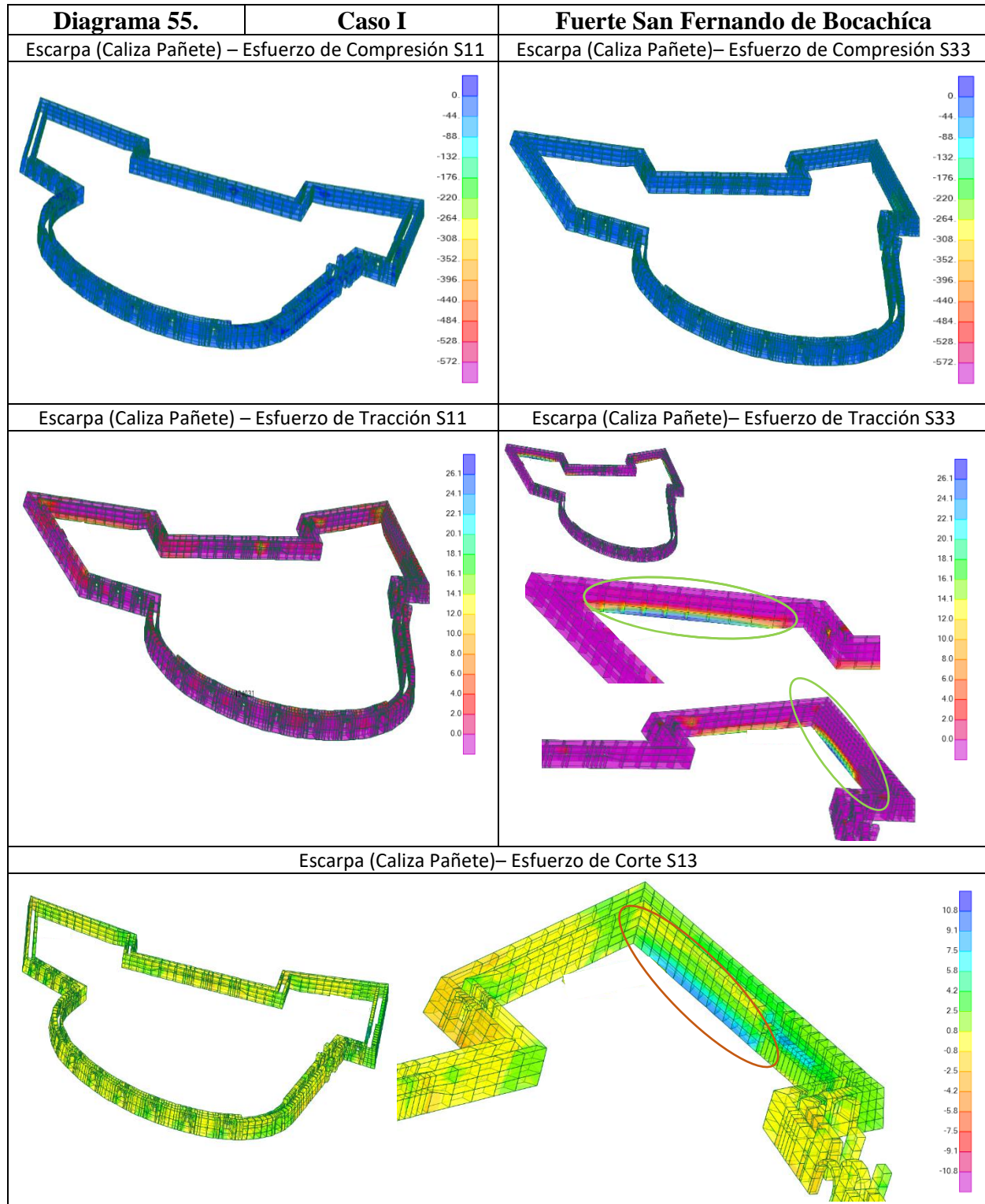


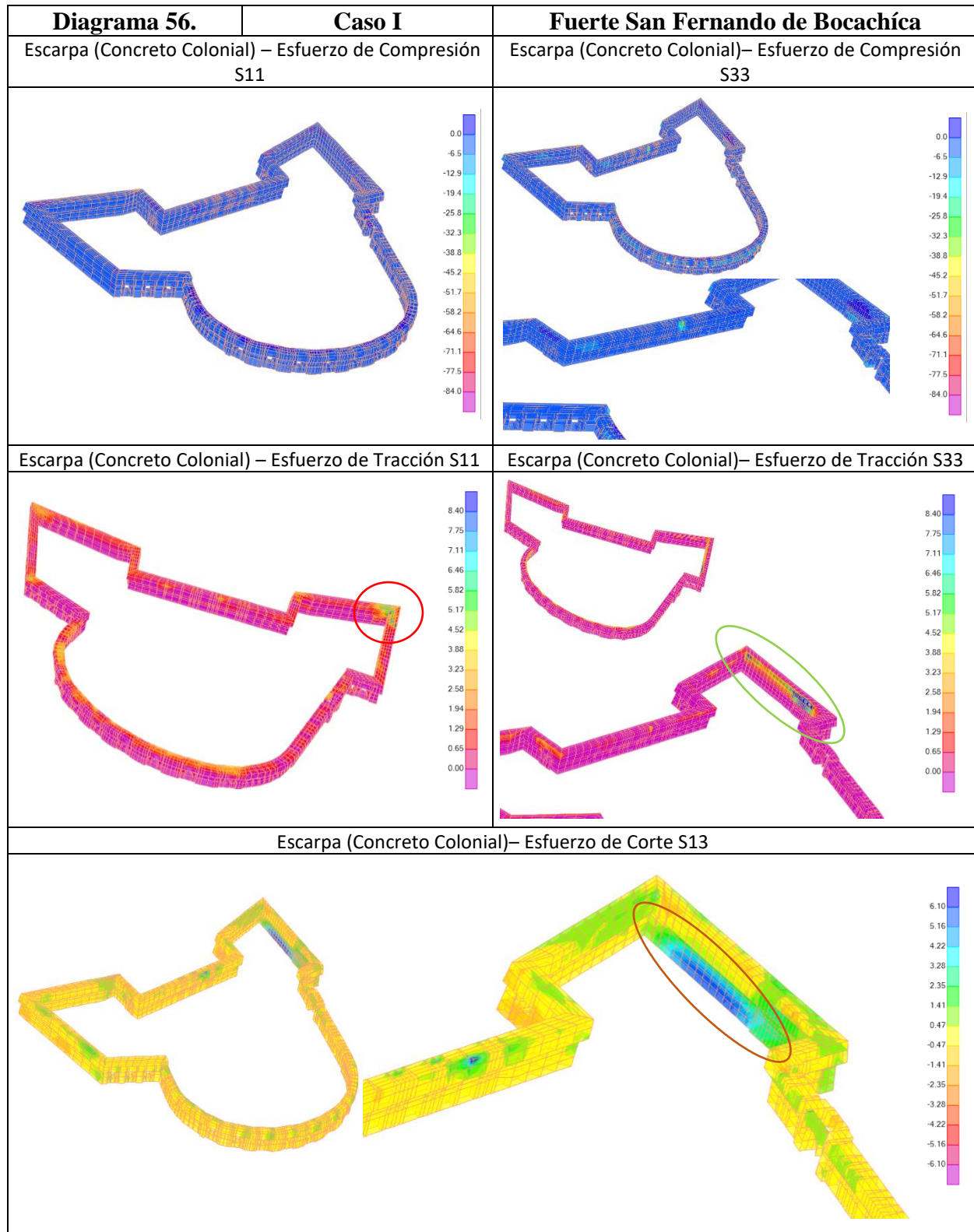


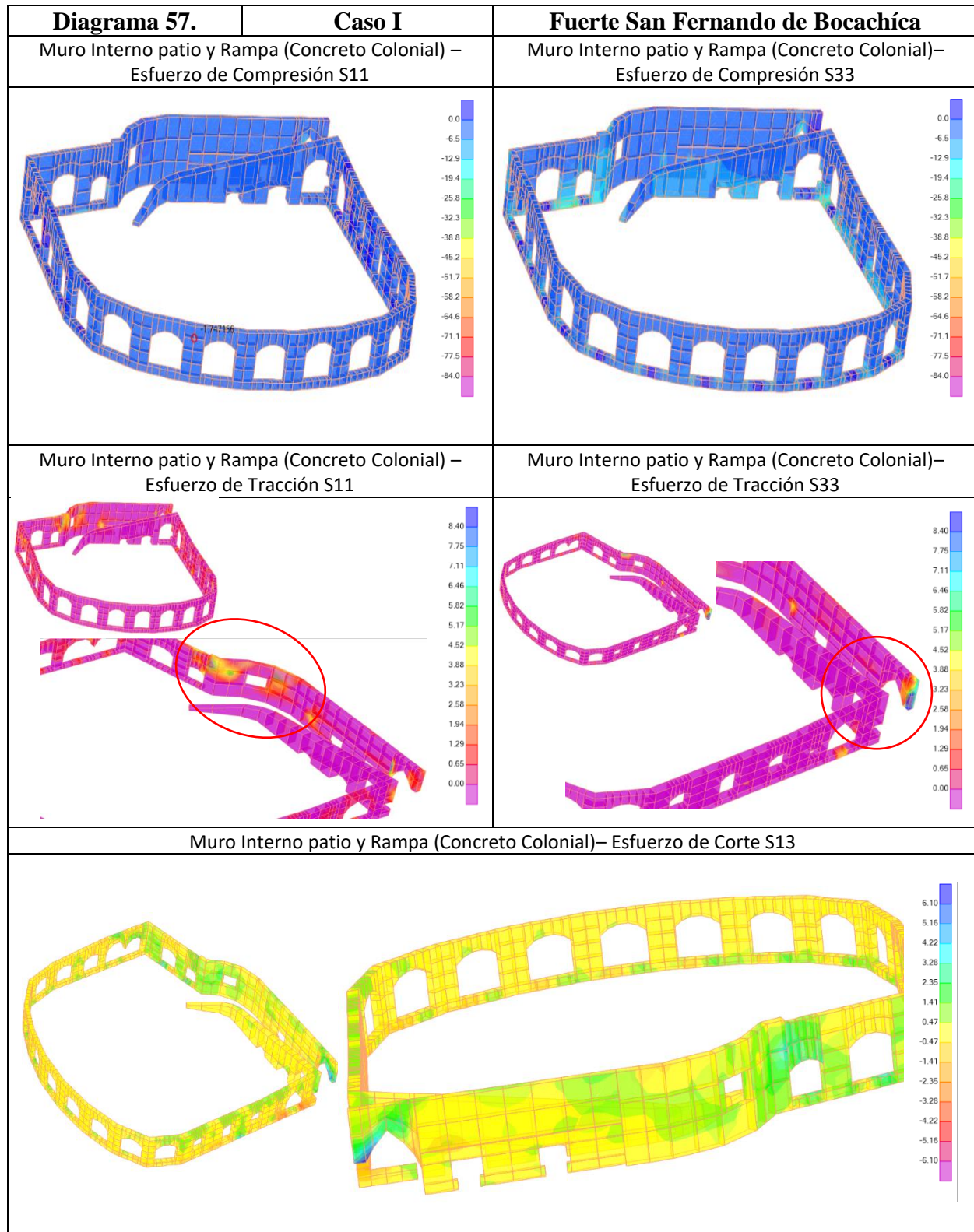


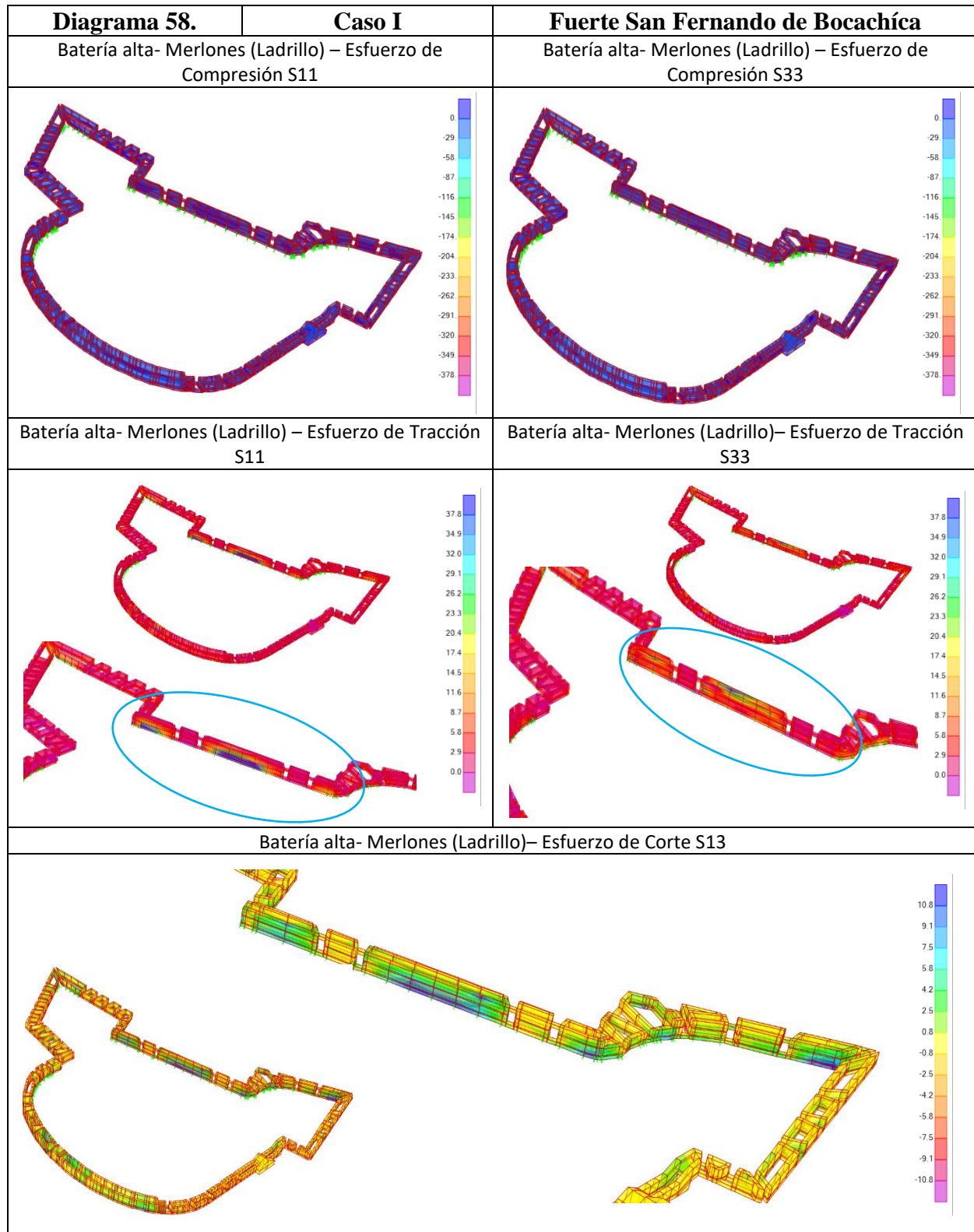


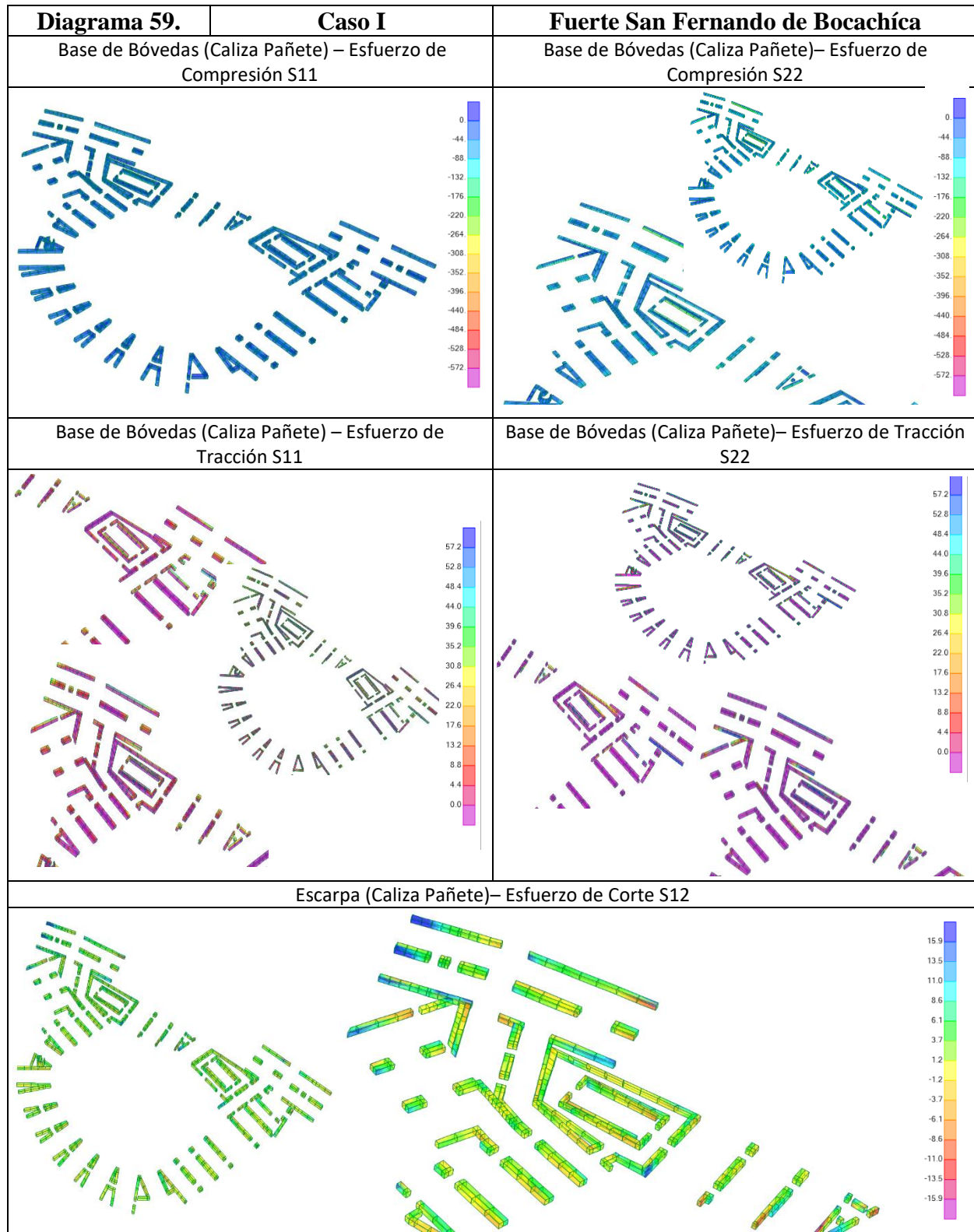
Anexo C-2. Diagramas de sobreesfuerzo- Casos de Análisis Fuerte San Fernando de Bocachica.











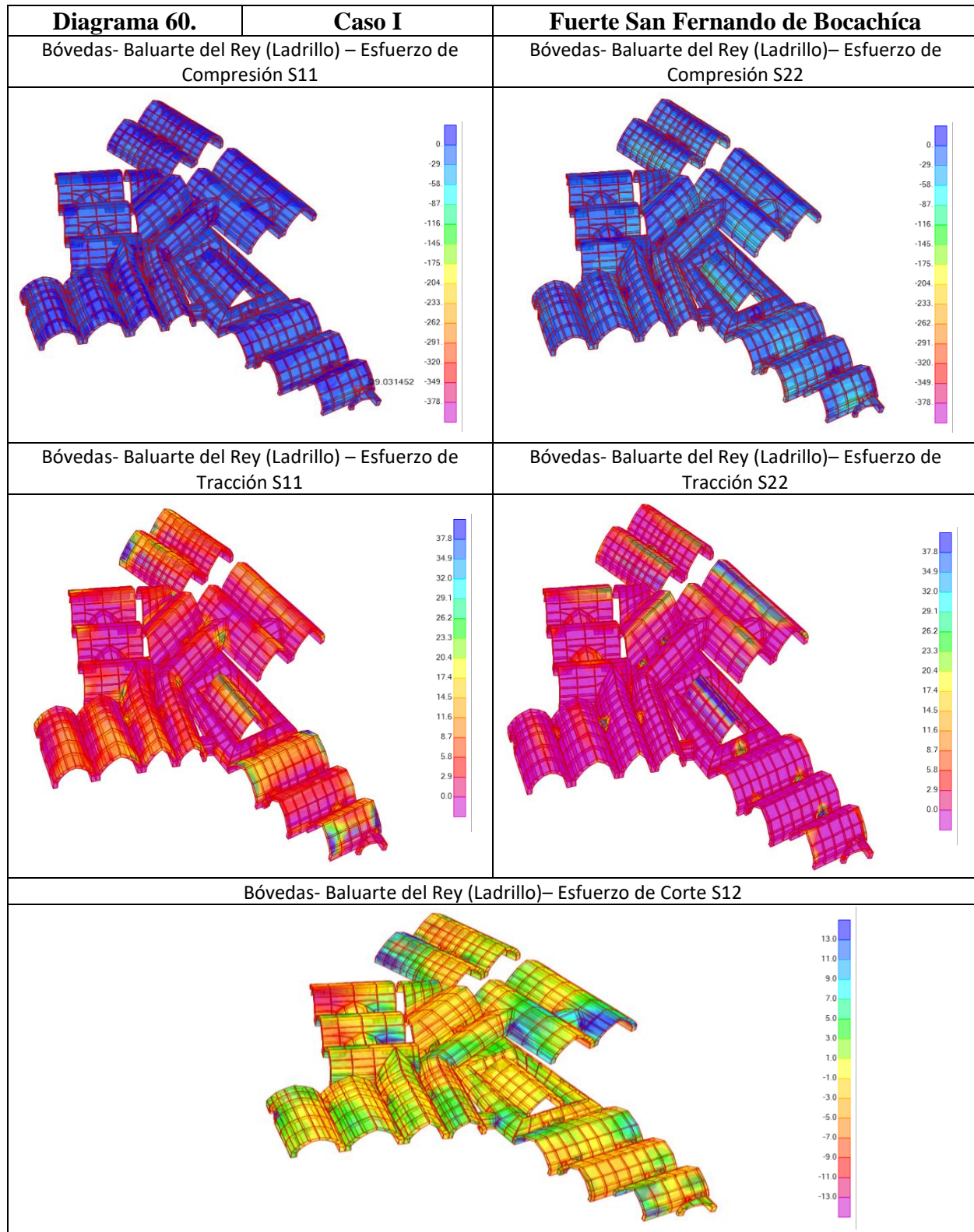
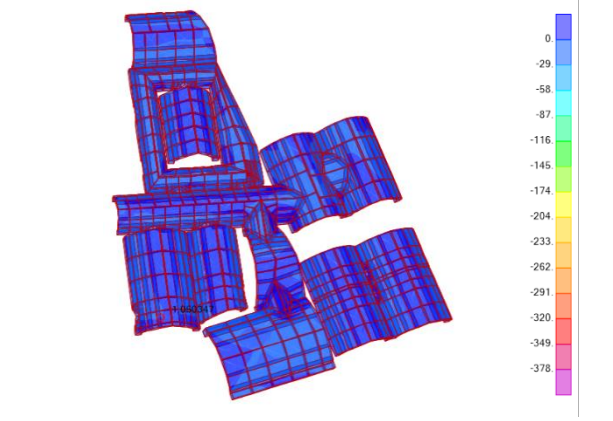
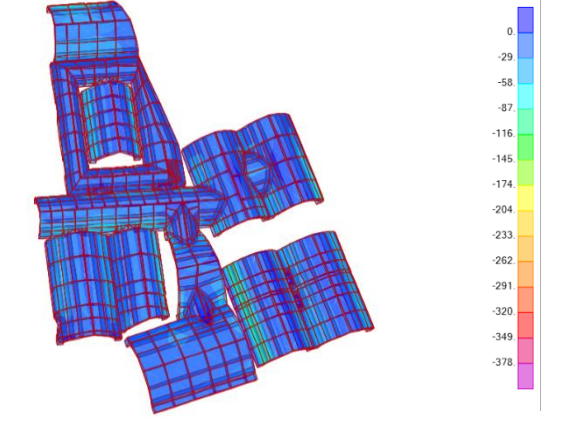
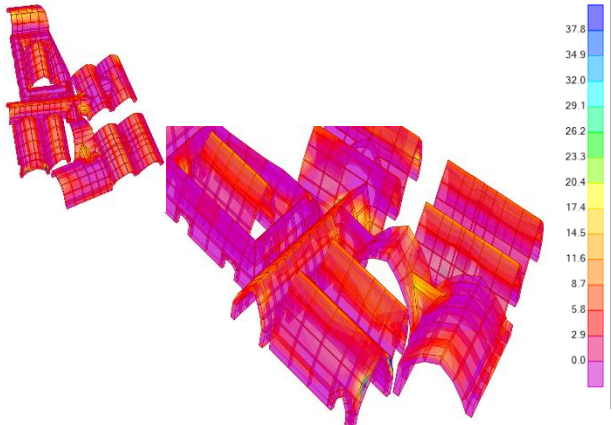
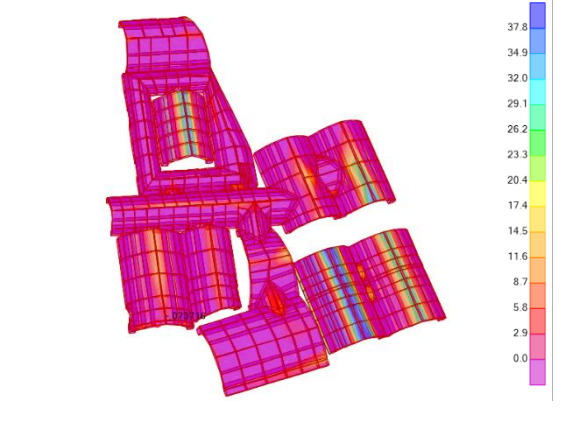
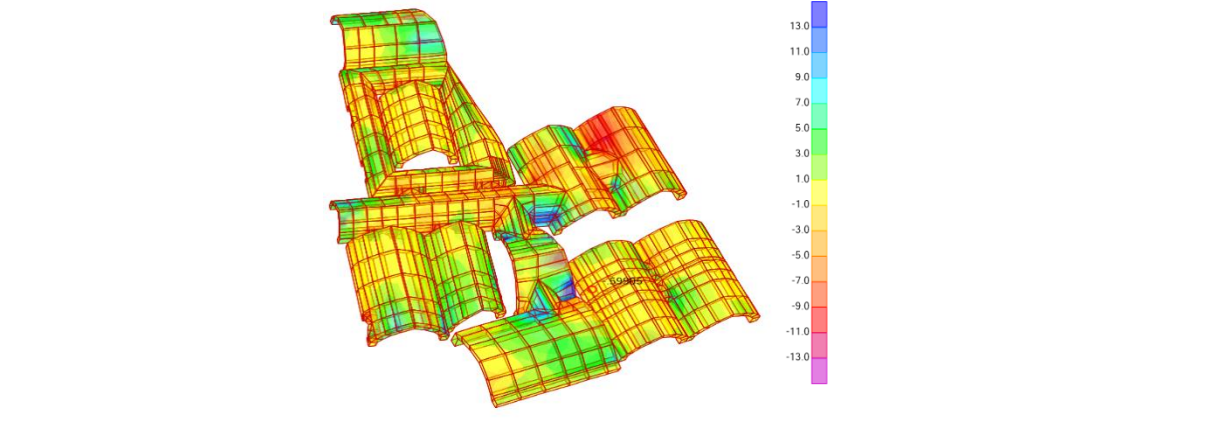
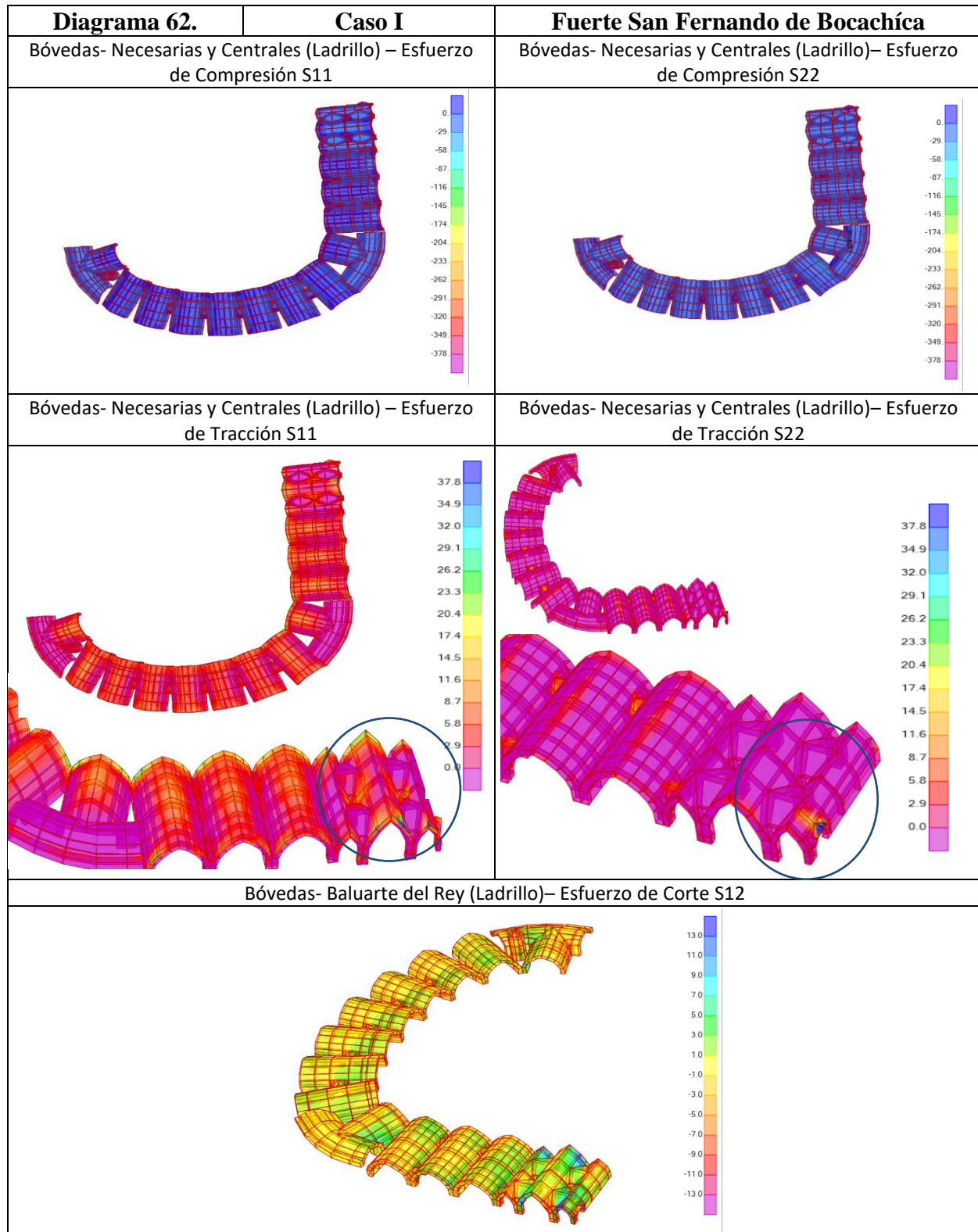
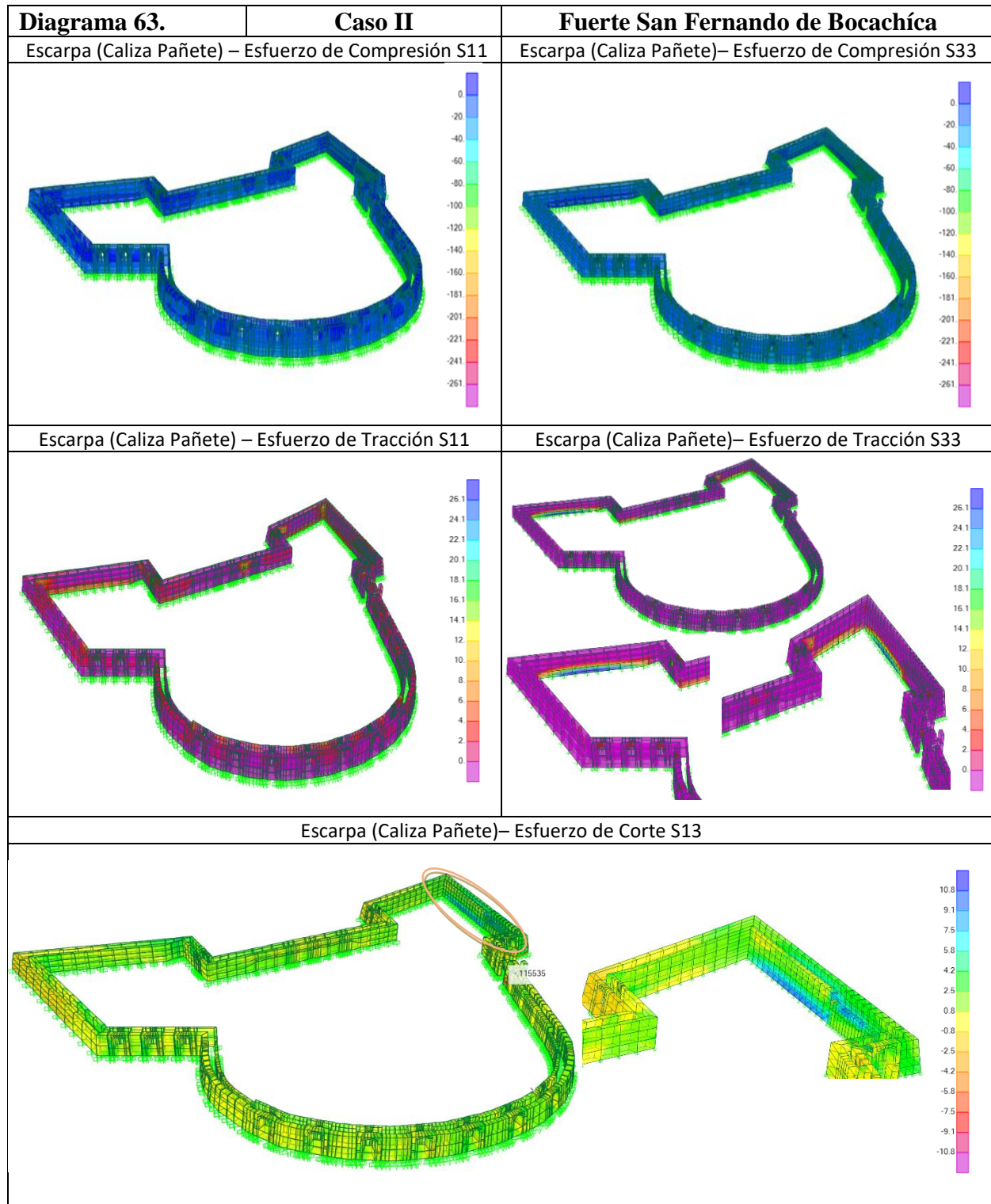
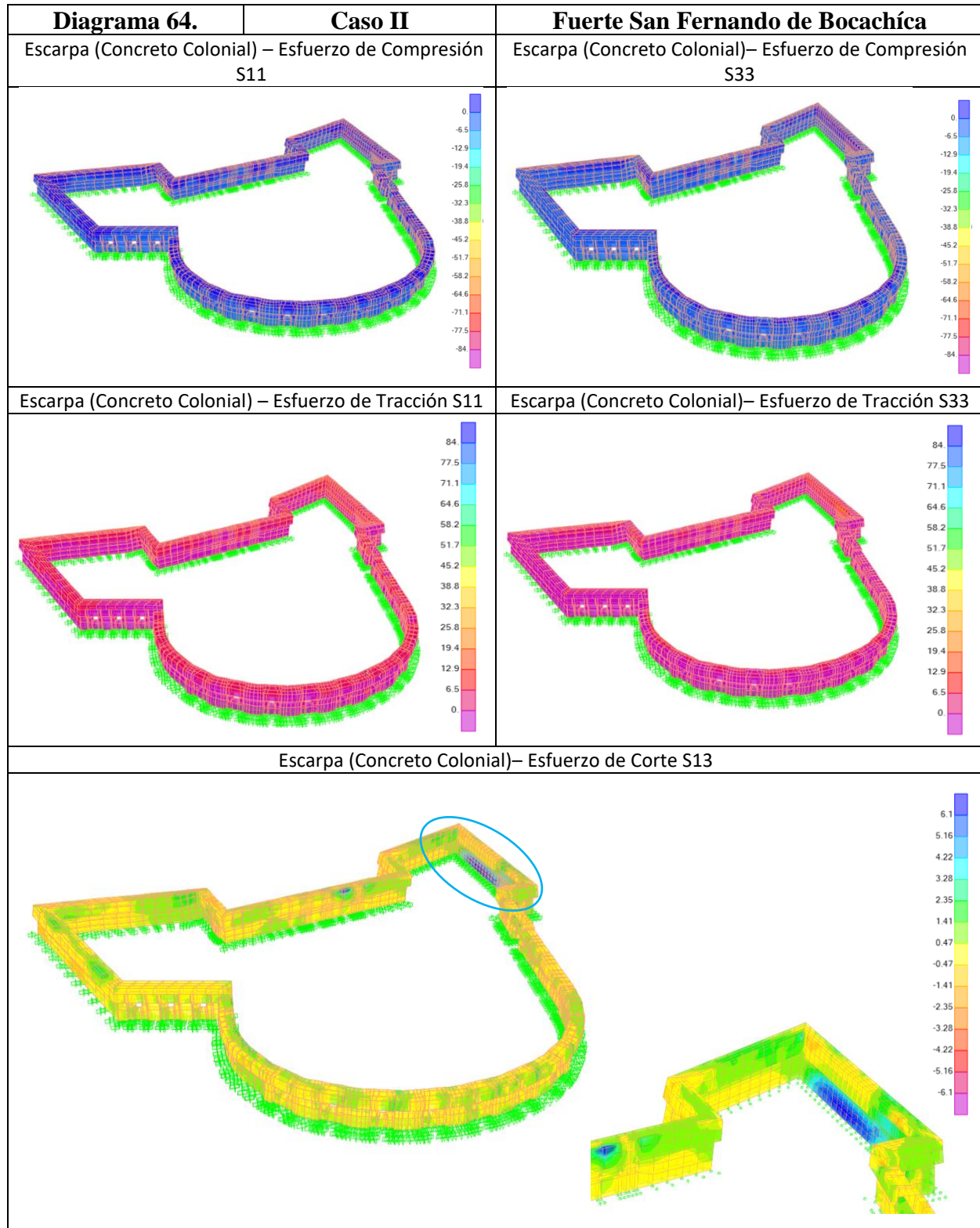
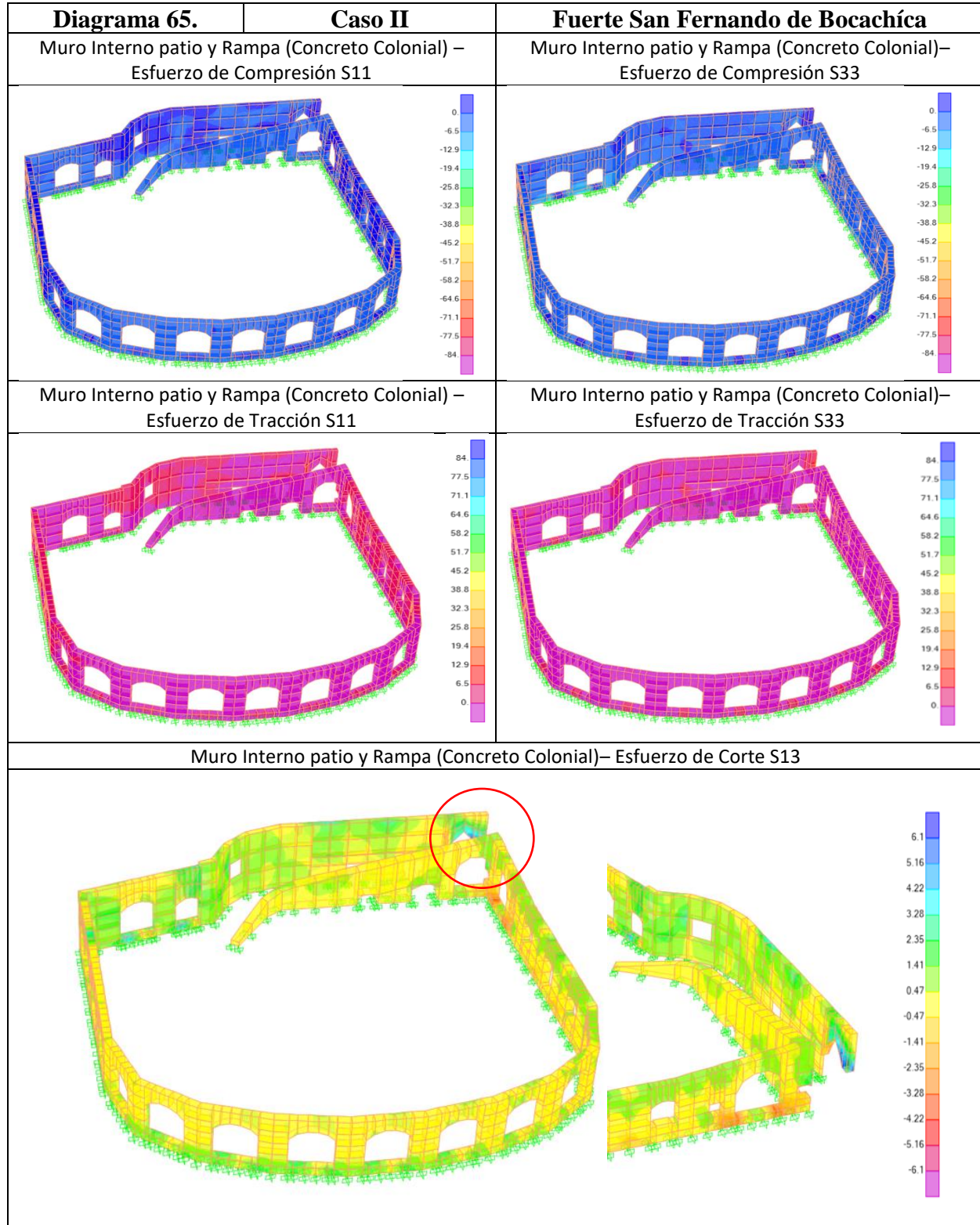


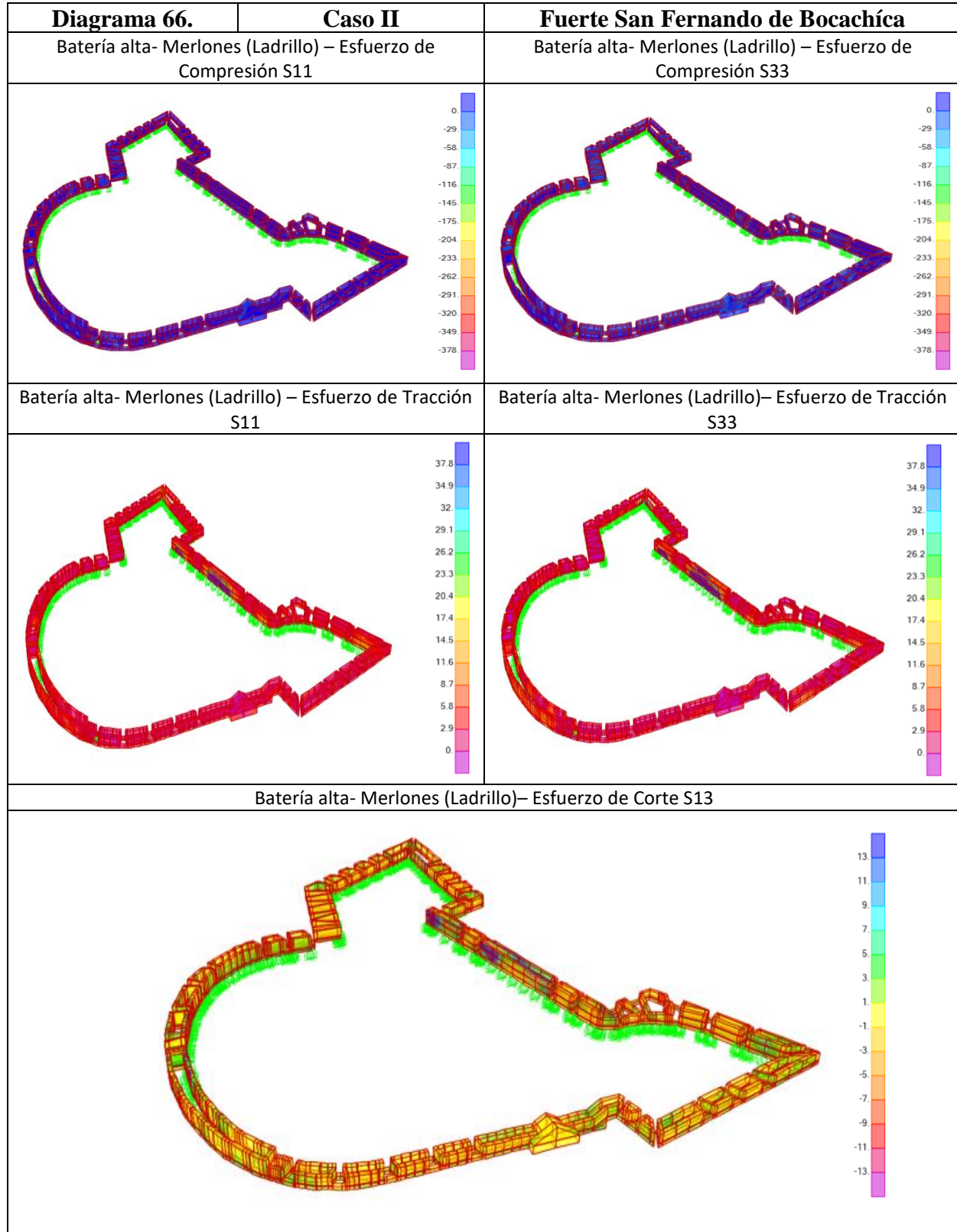
Diagrama 61.	Caso I	Fuerte San Fernando de Bocachica
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo) – Esfuerzo de Compresión S11		Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Compresión S22
		
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo) – Esfuerzo de Tracción S11		Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Tracción S22
		
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Corte S12		
		

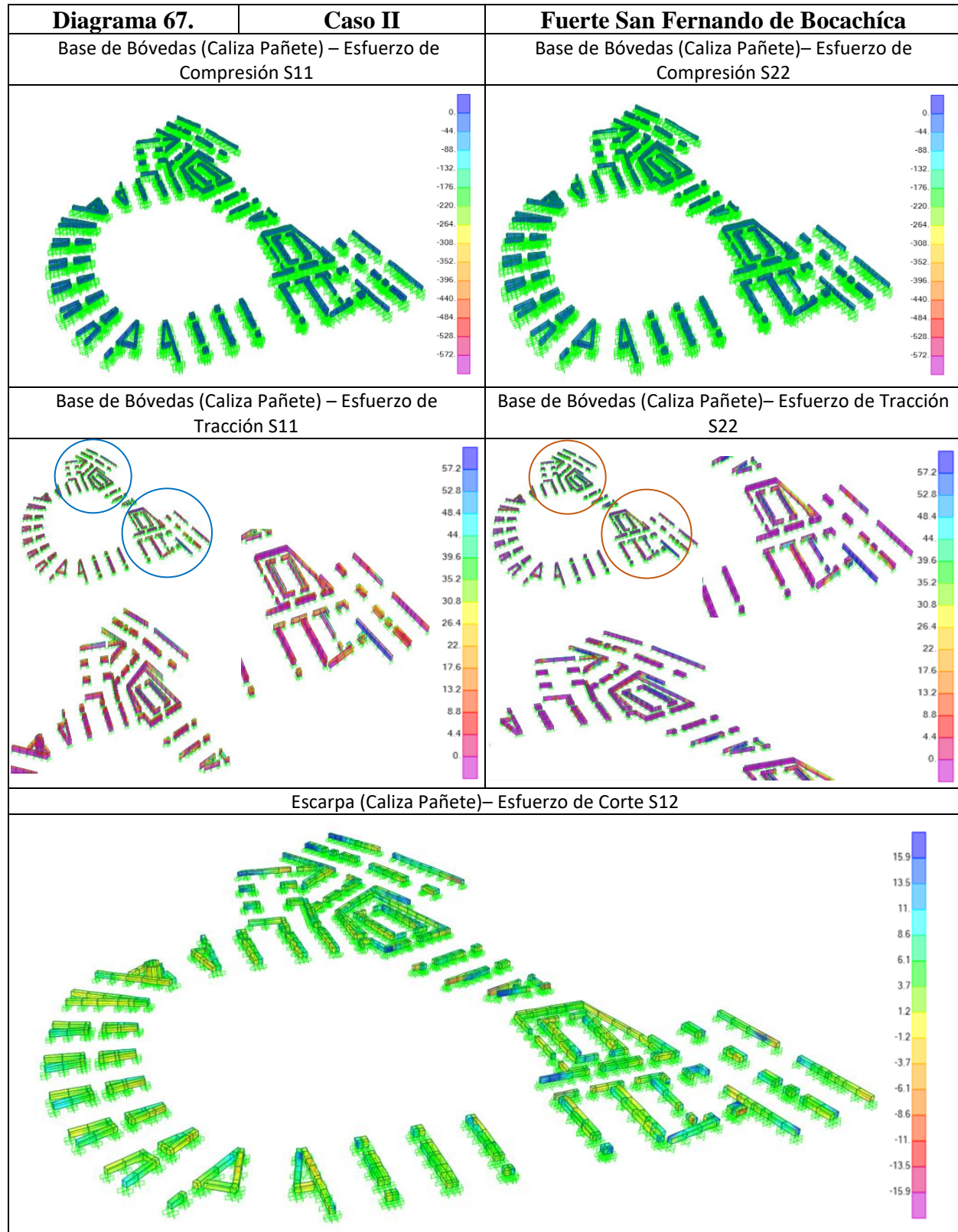


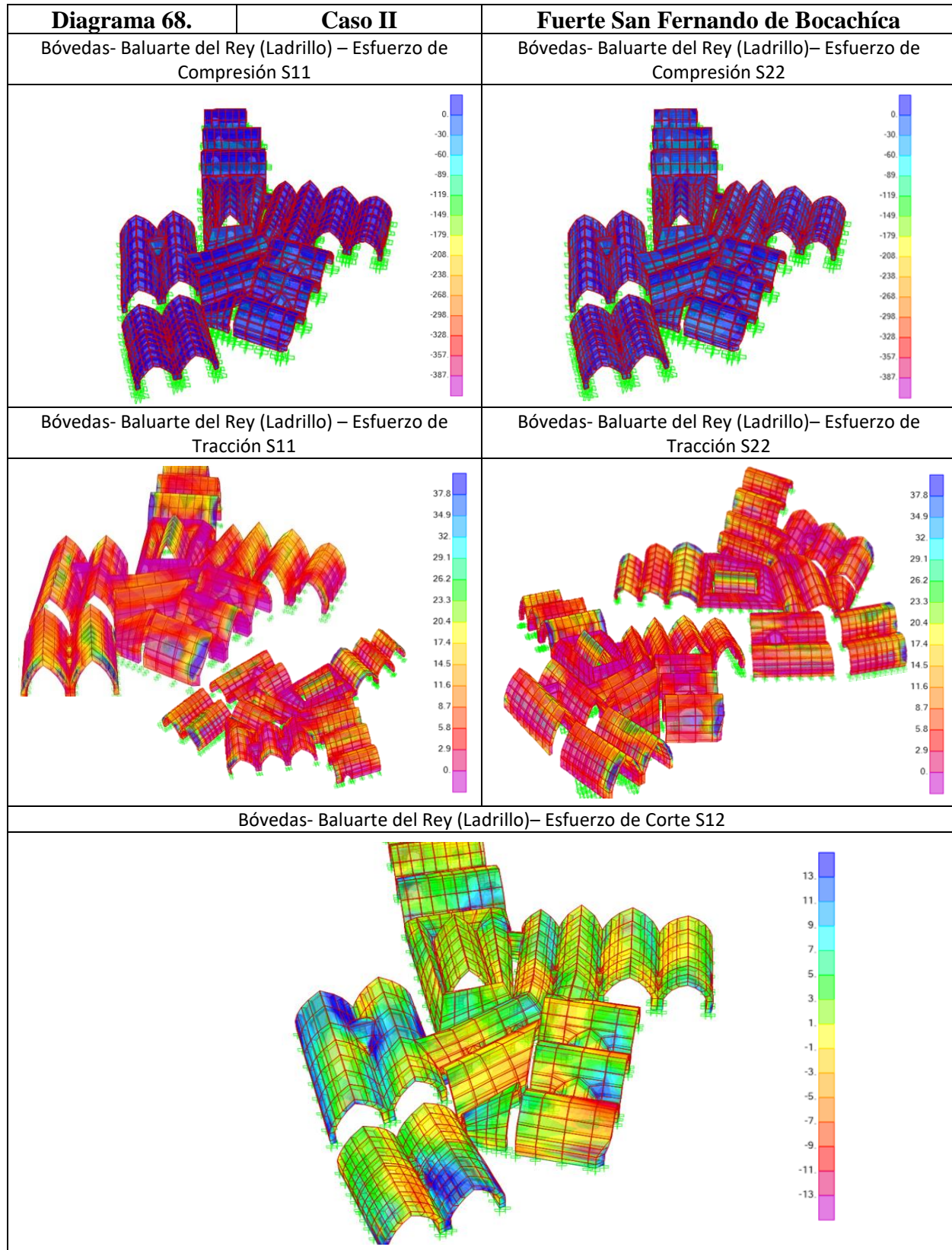


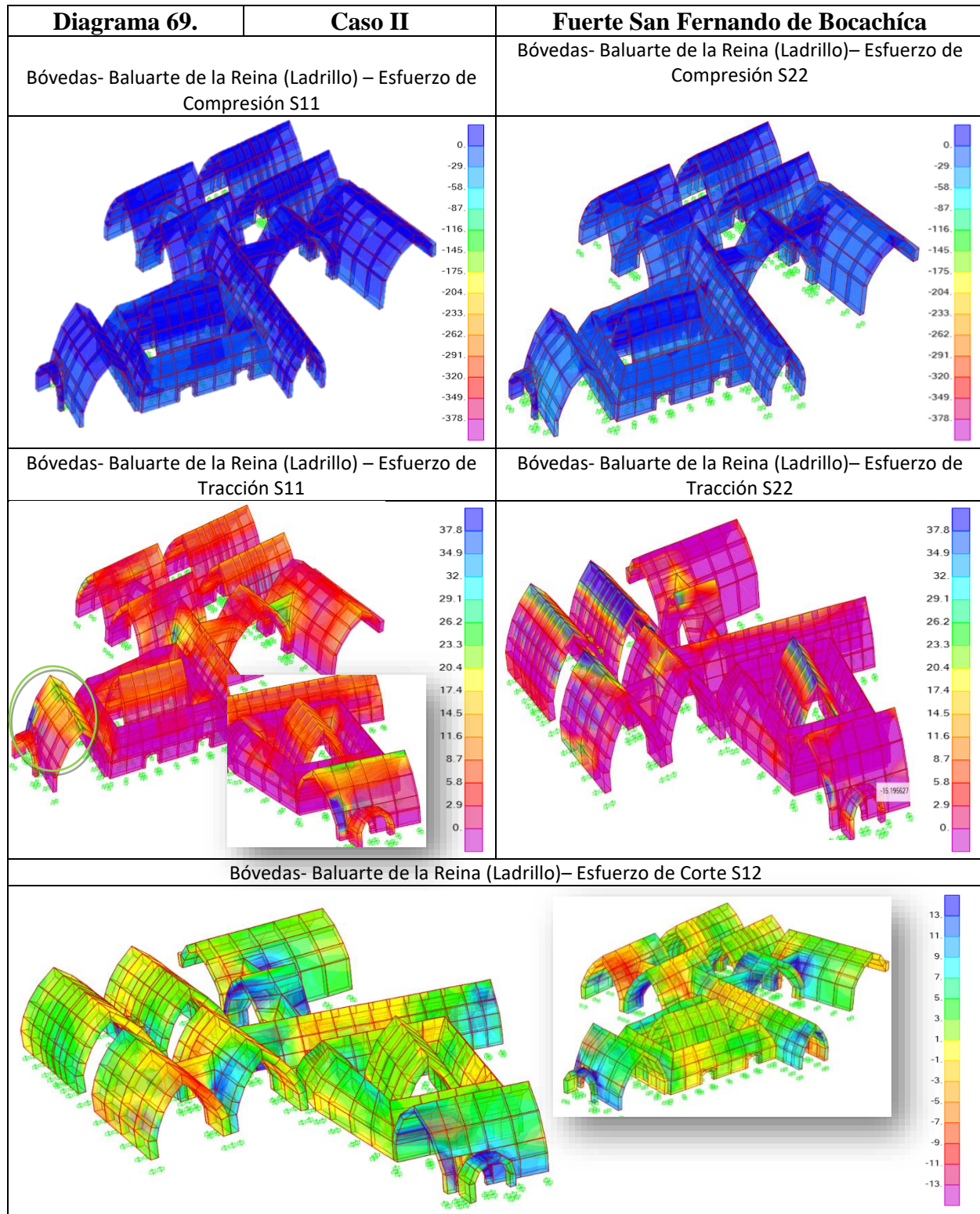


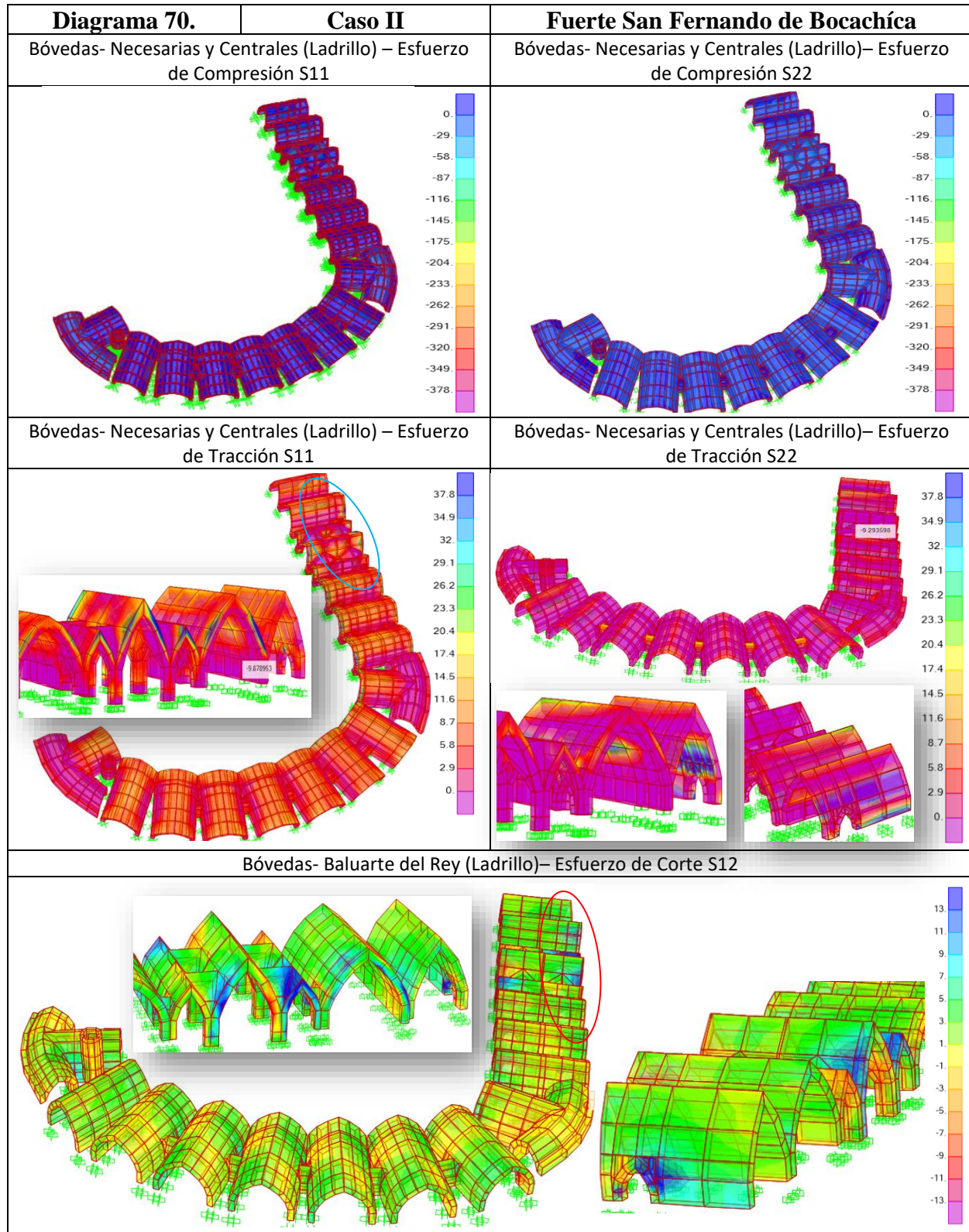


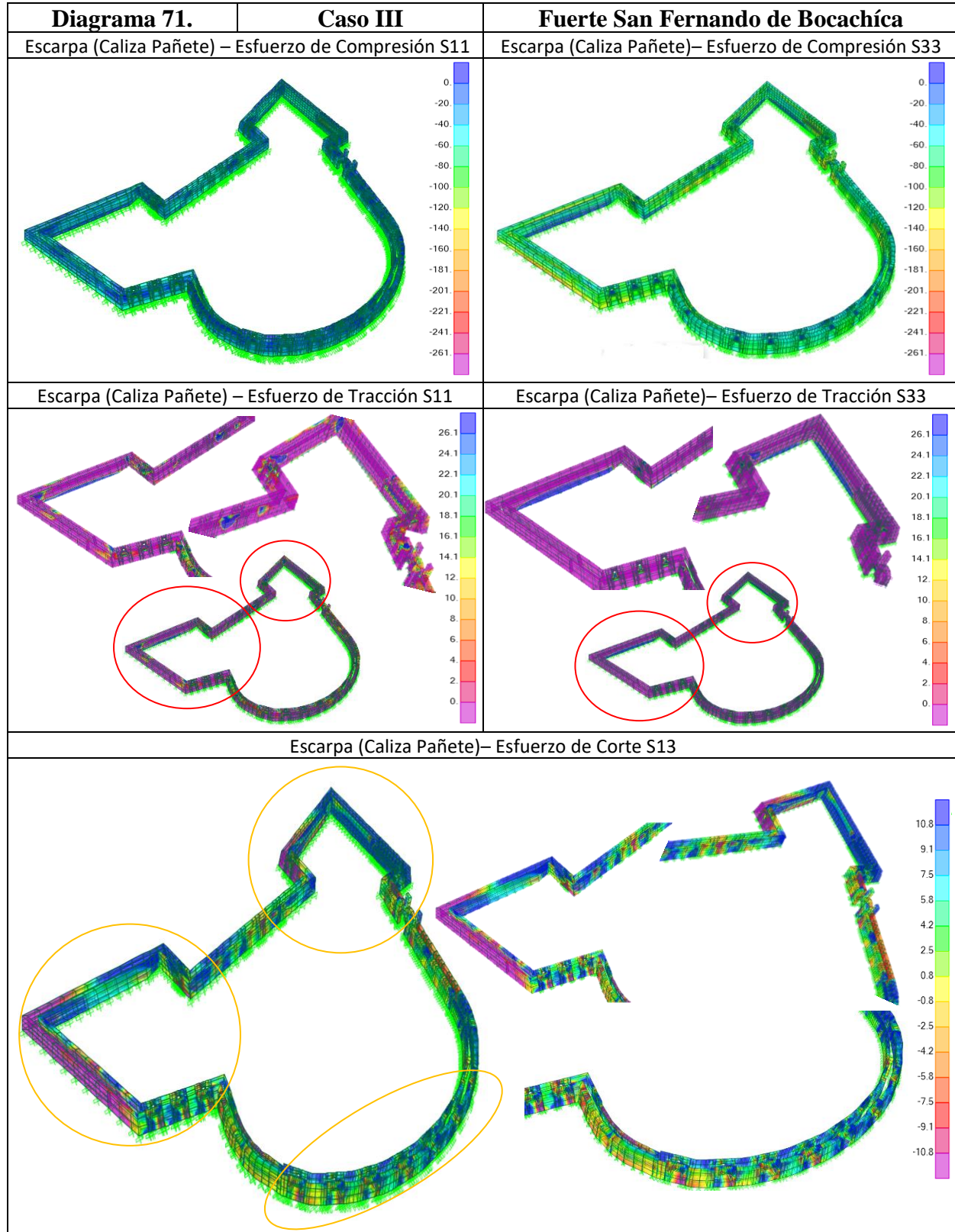


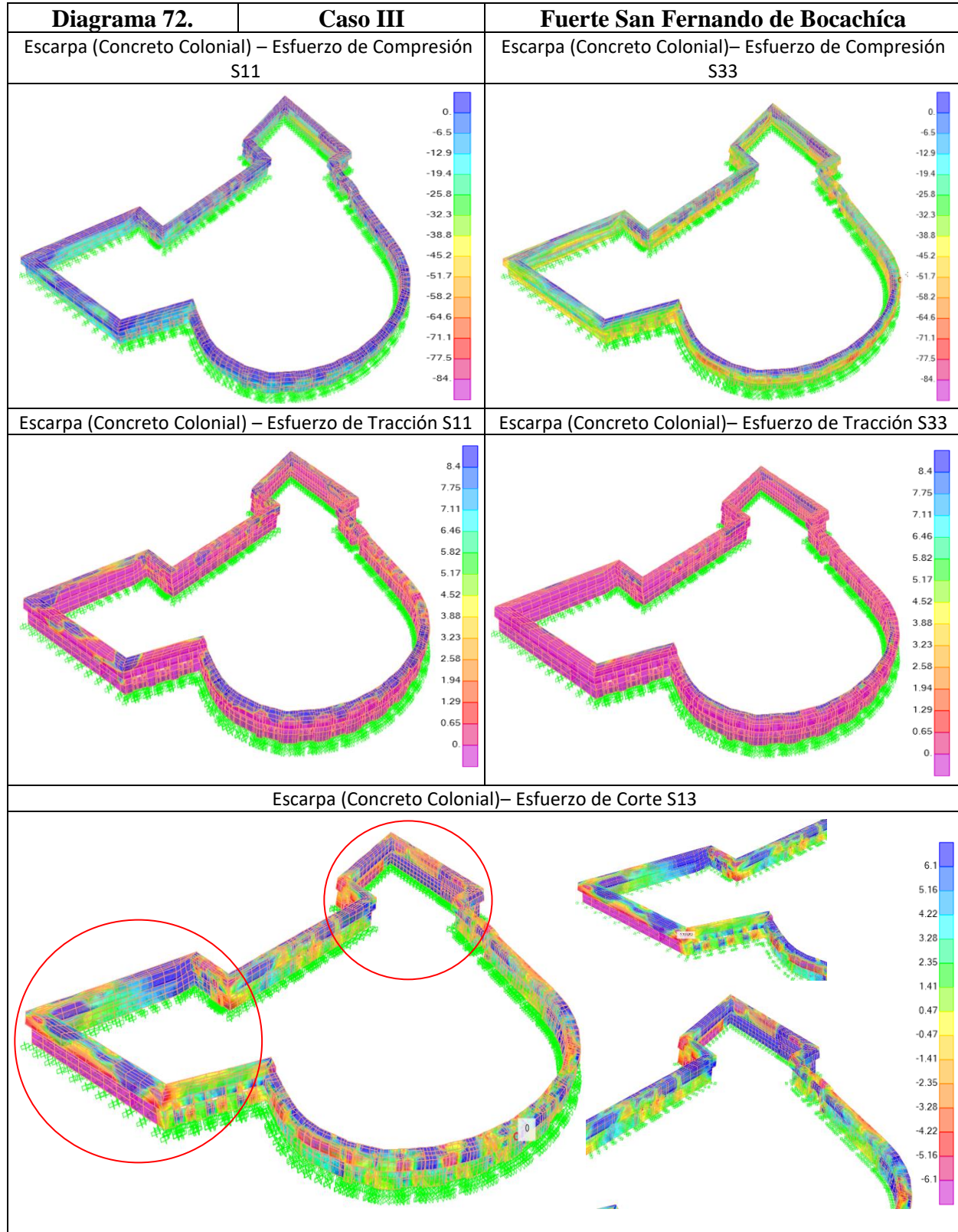


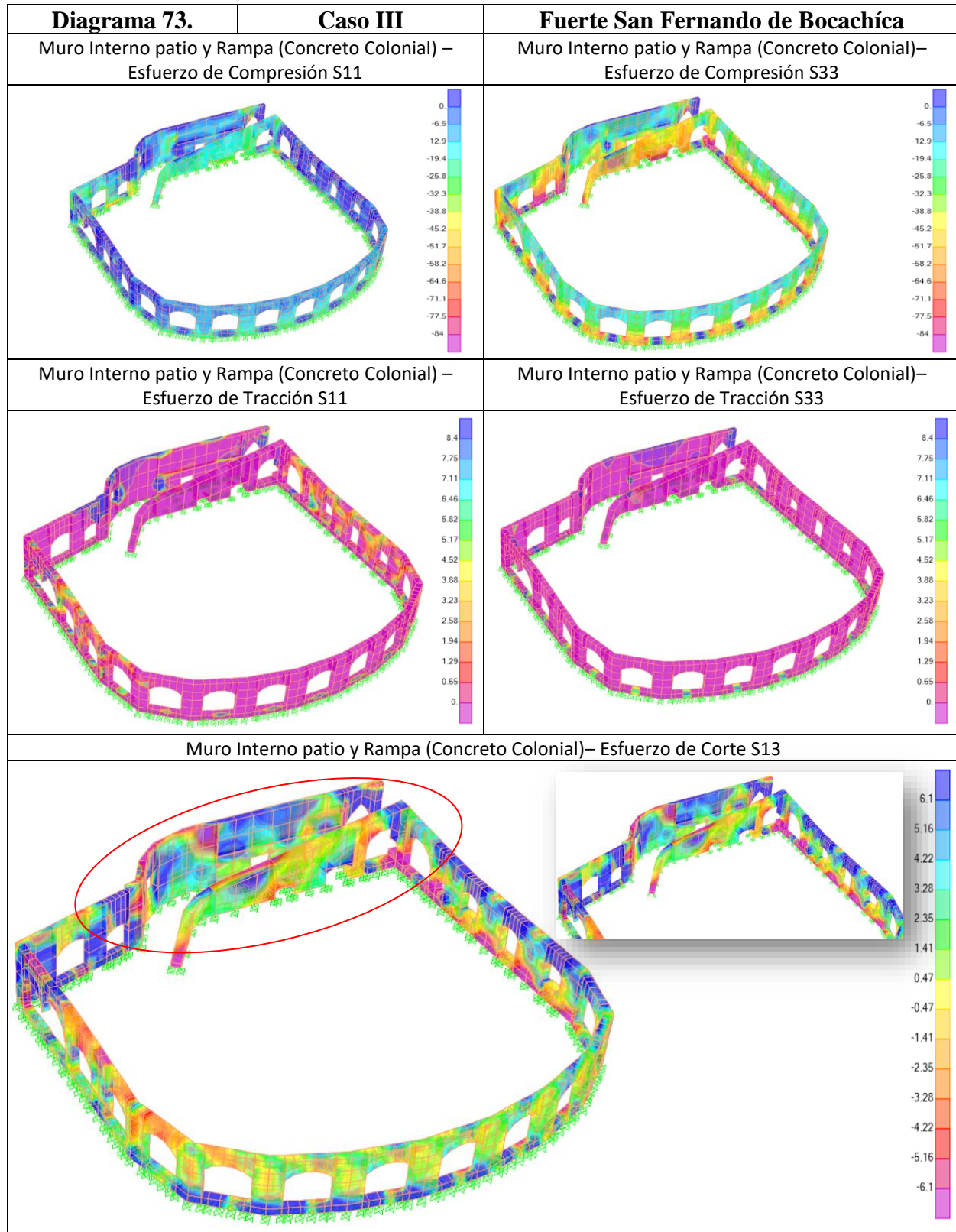


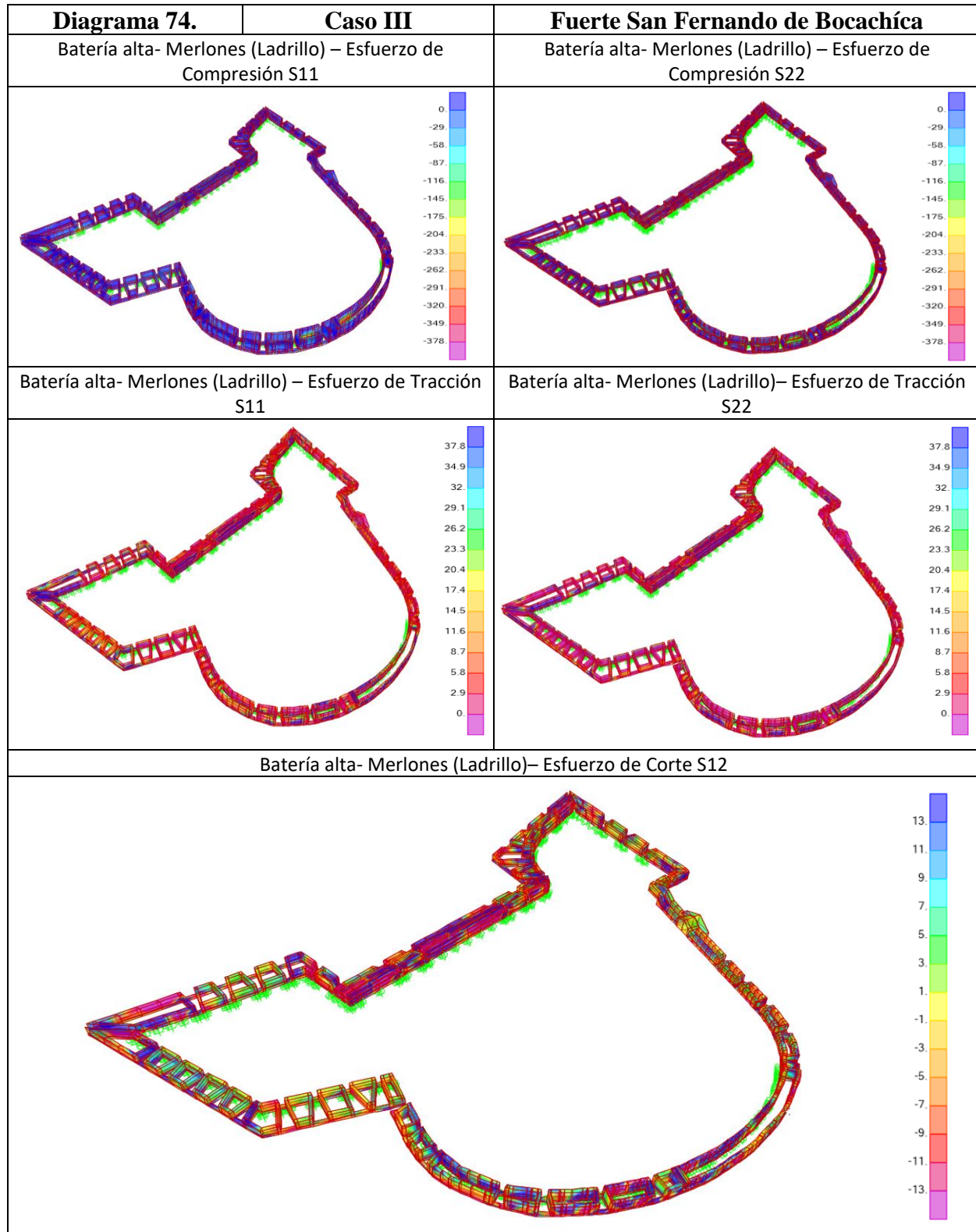


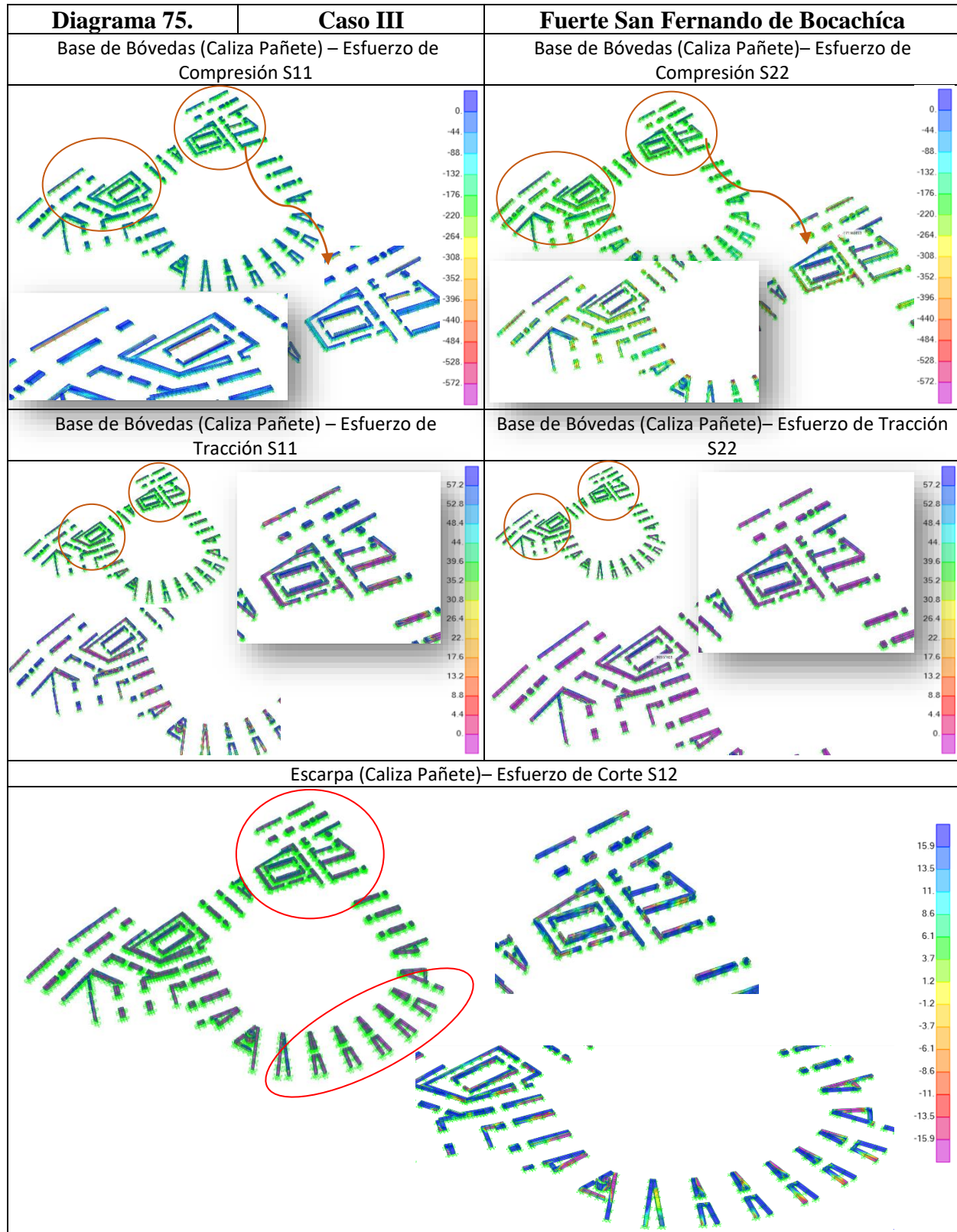


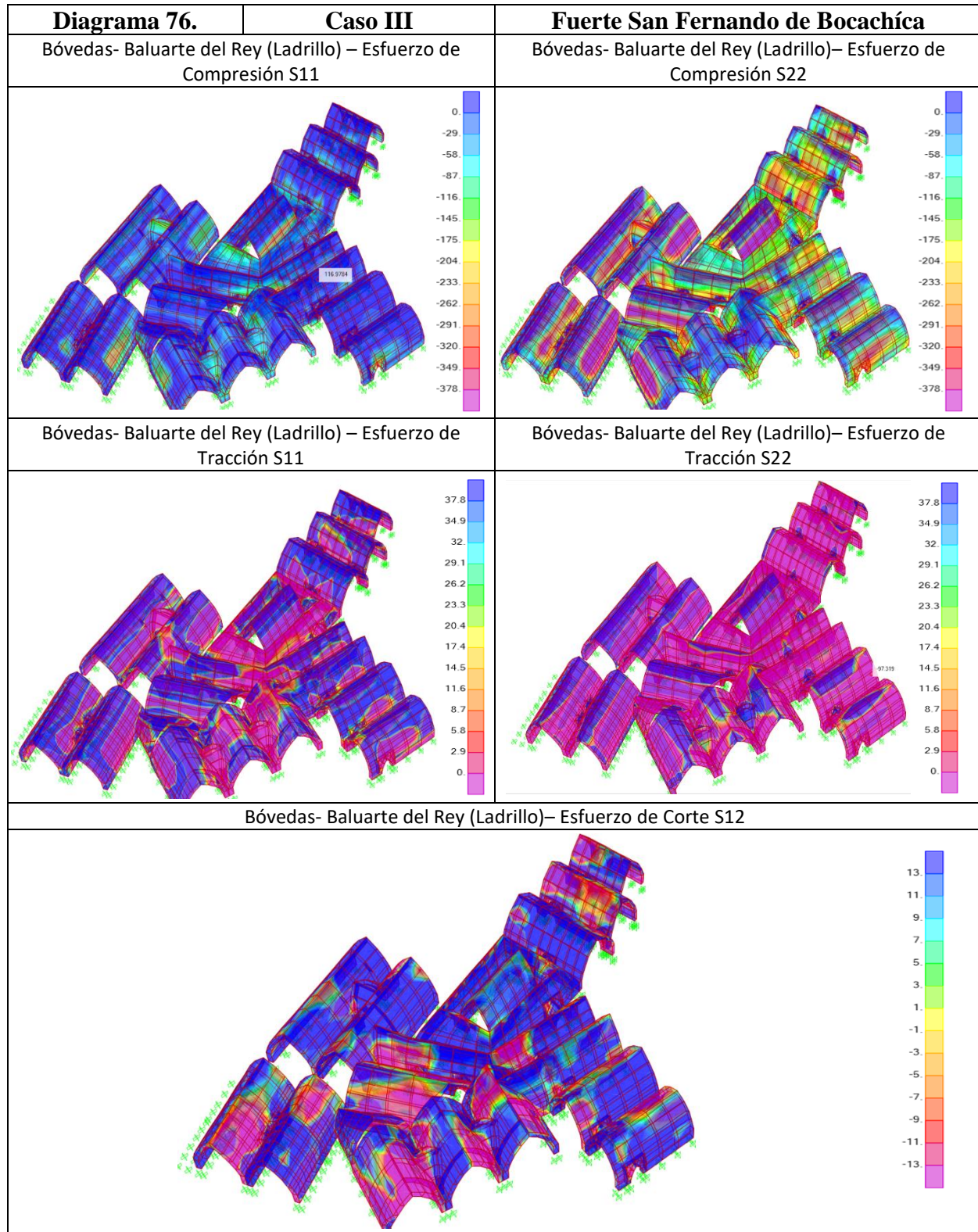


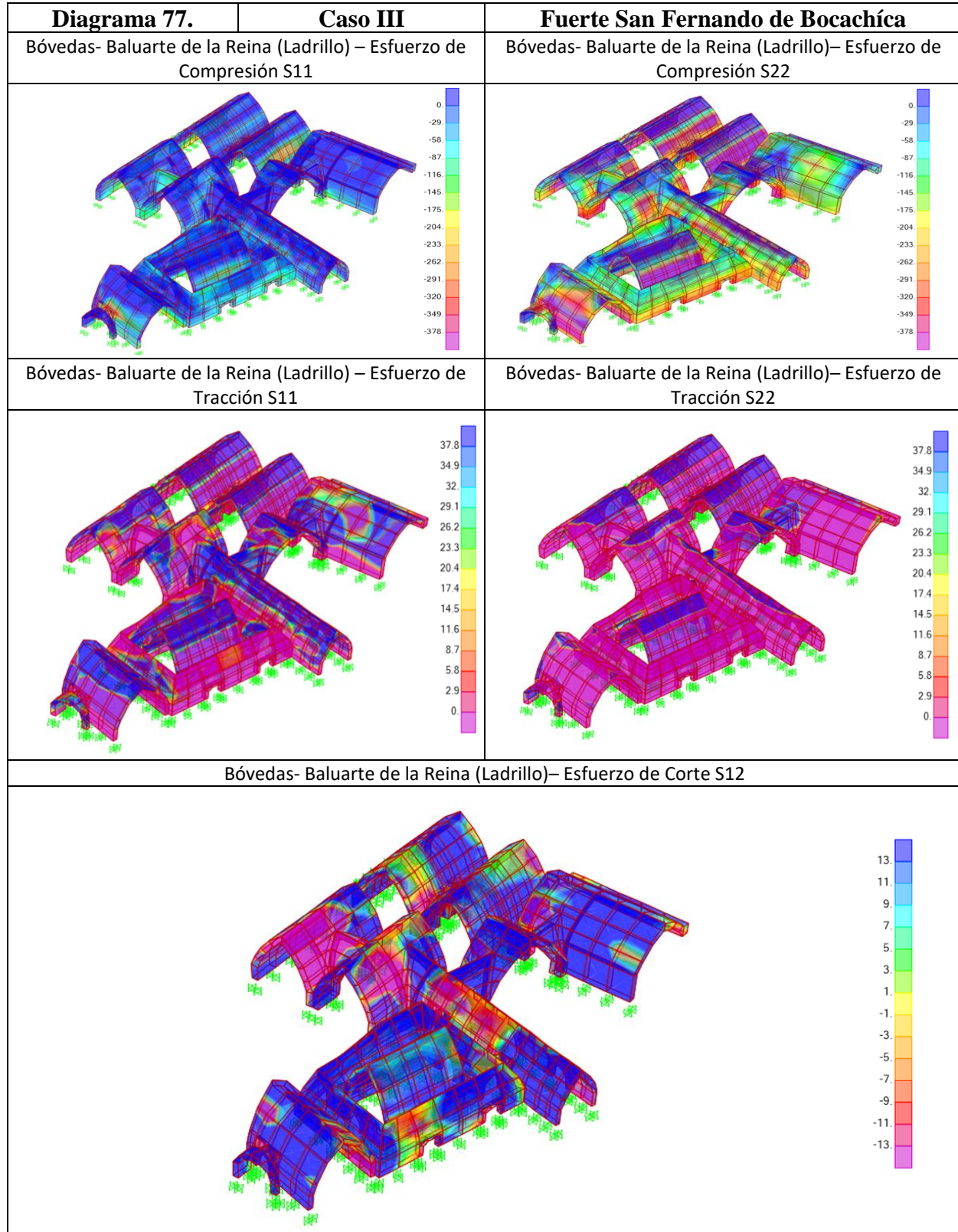


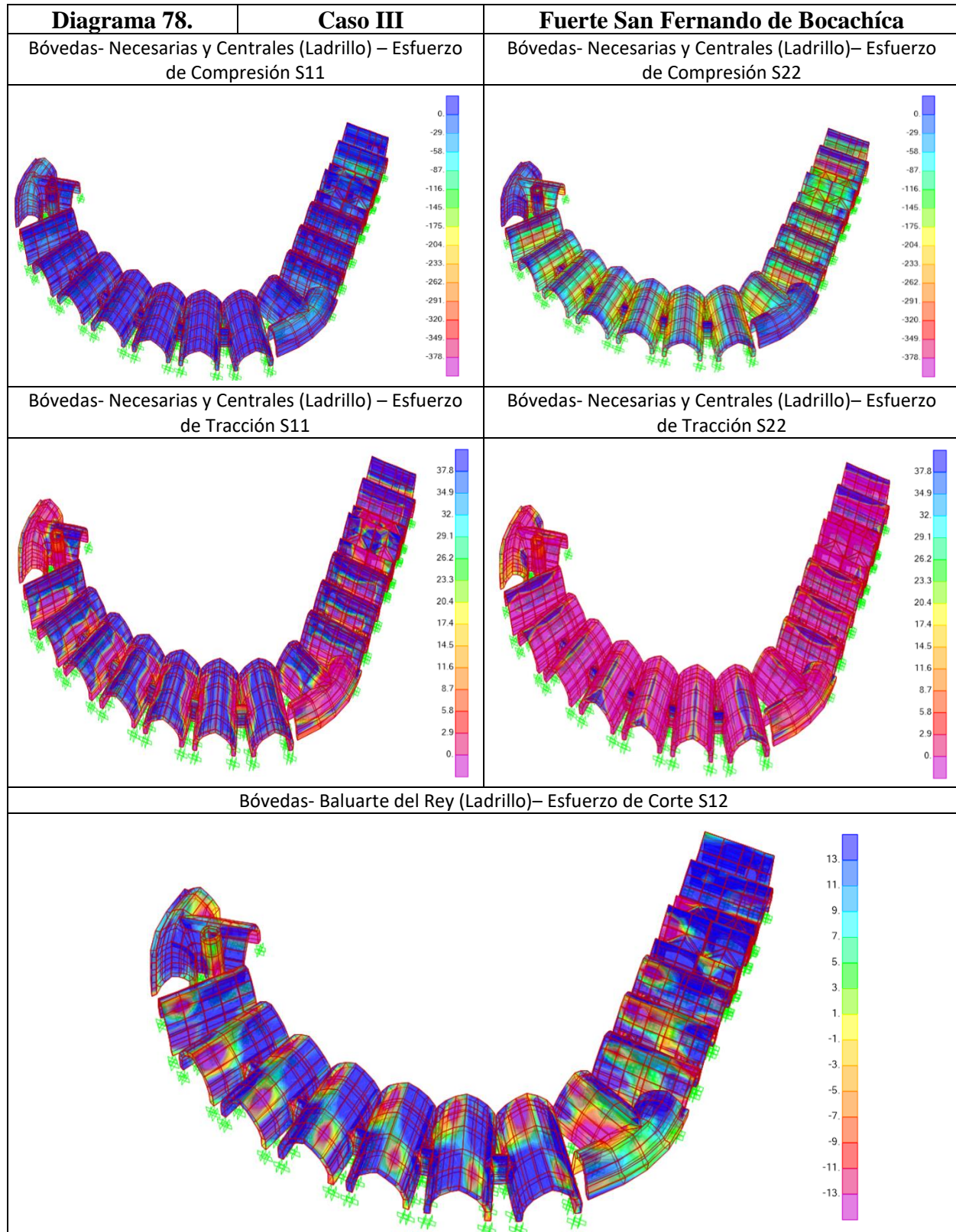


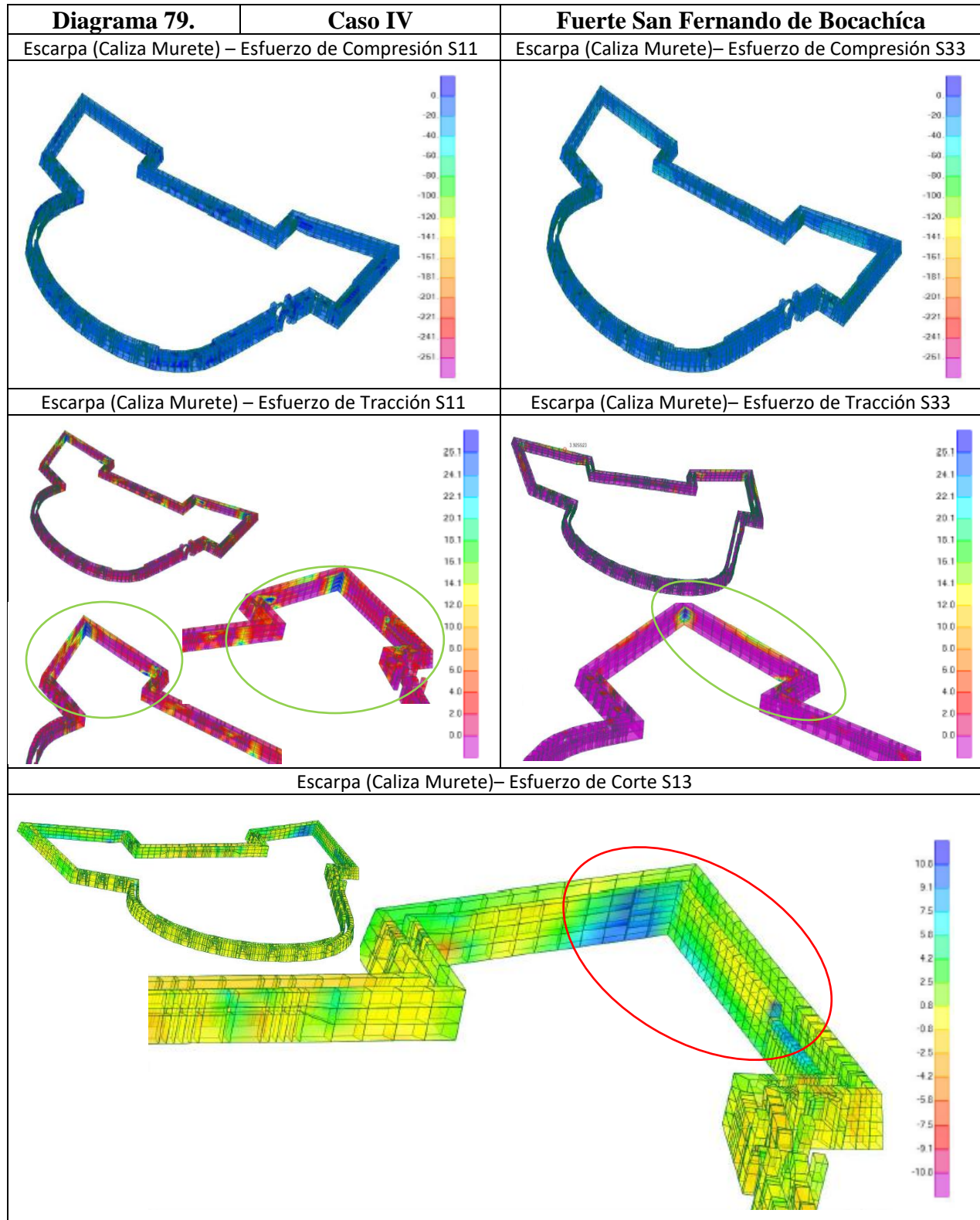


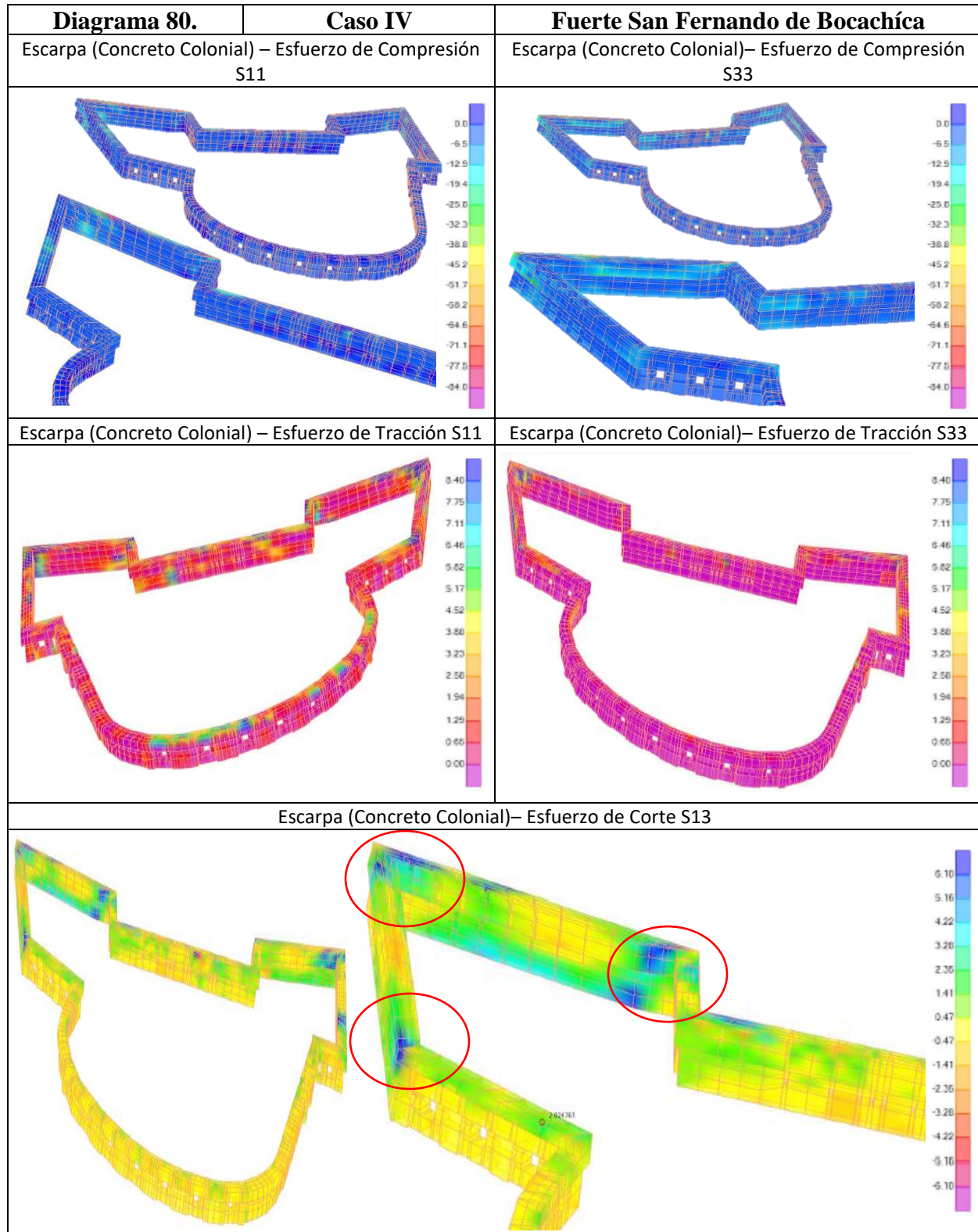


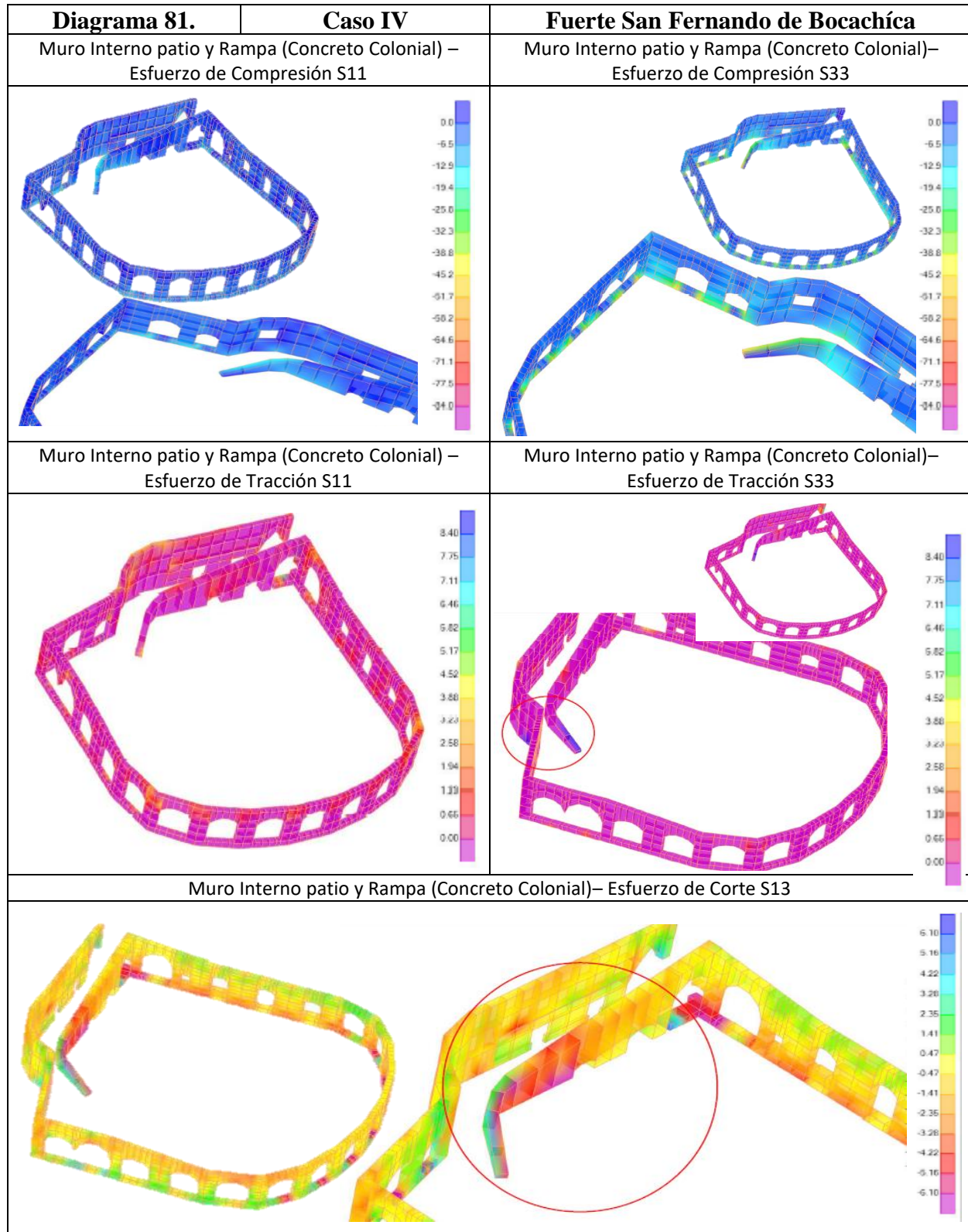


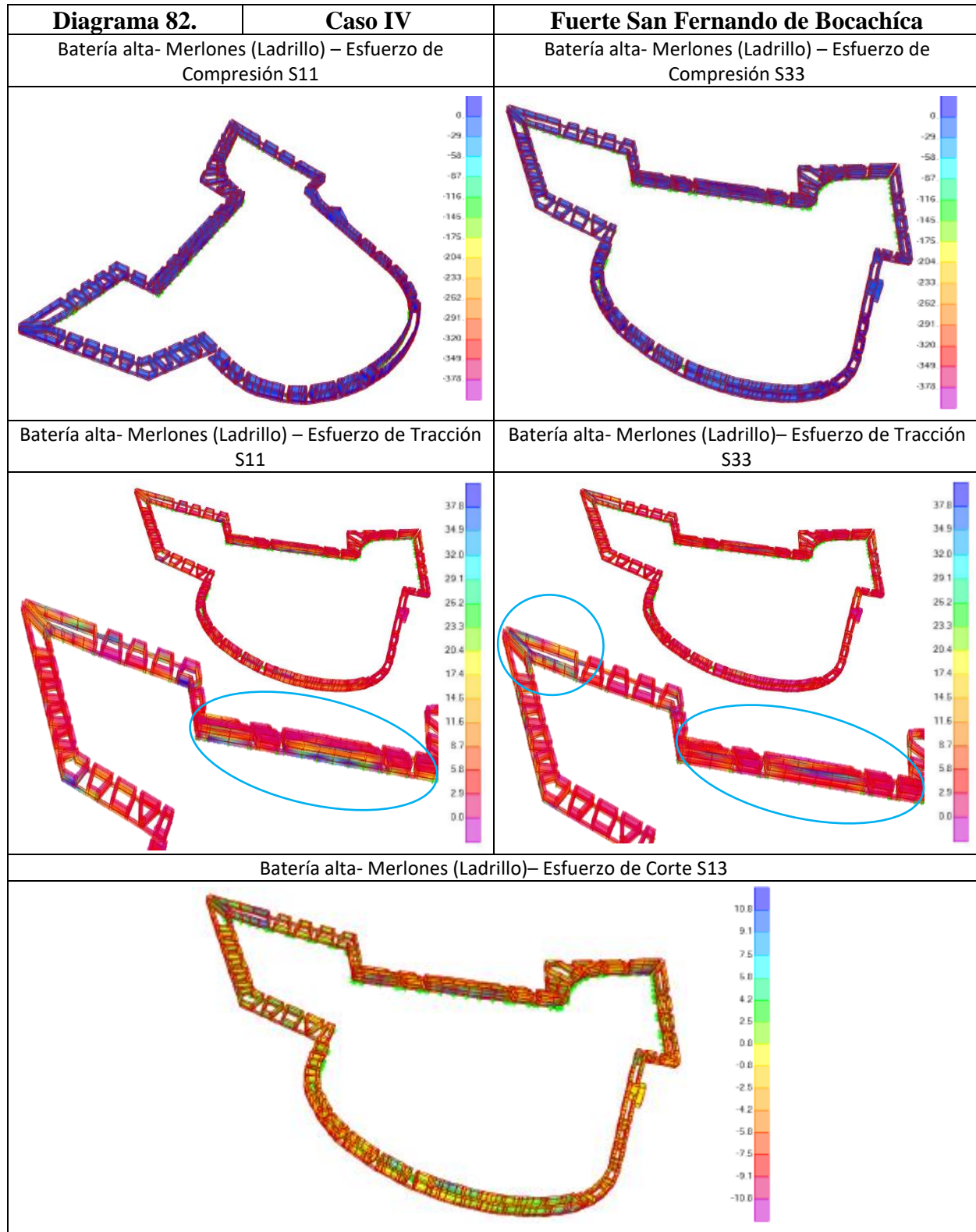












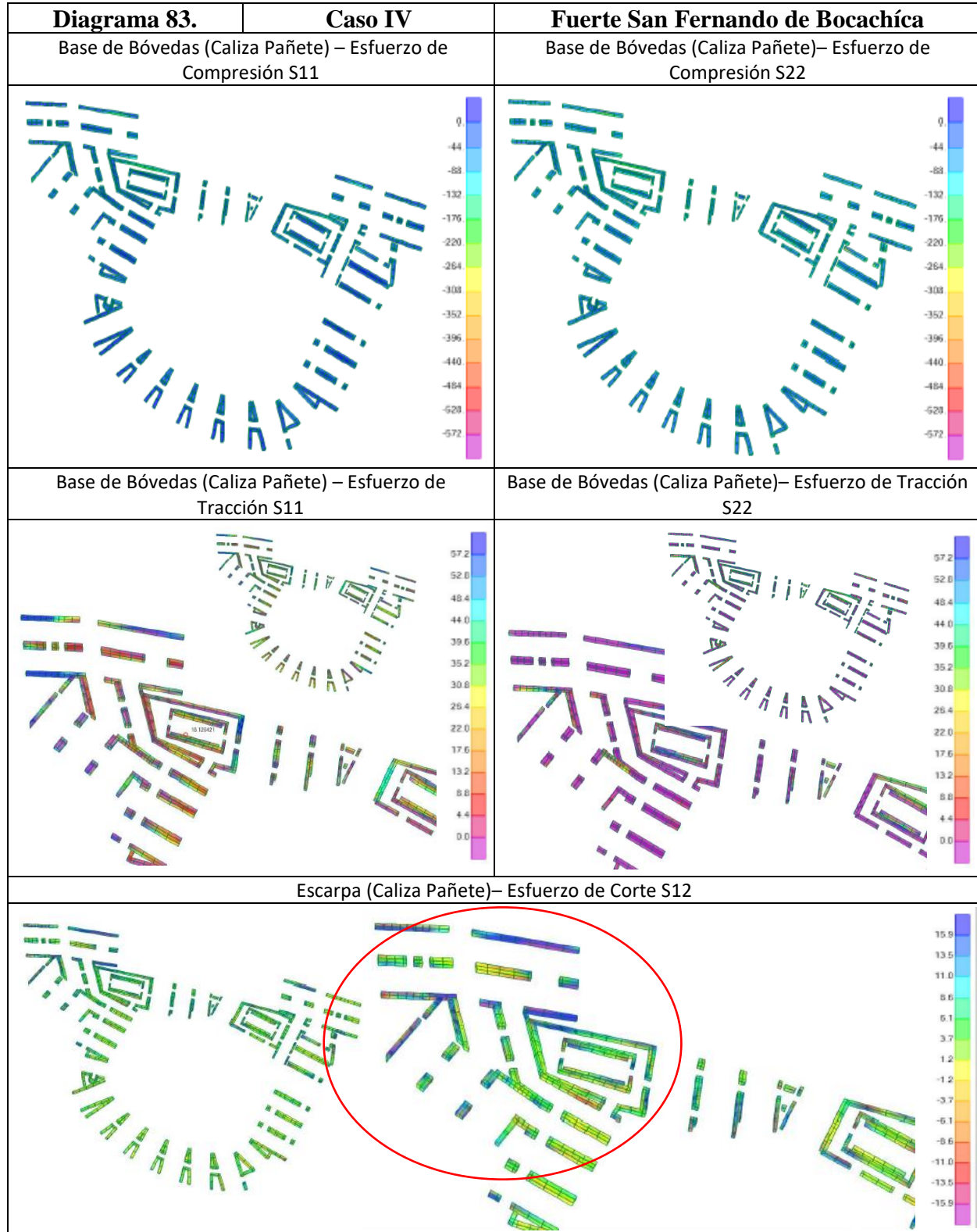




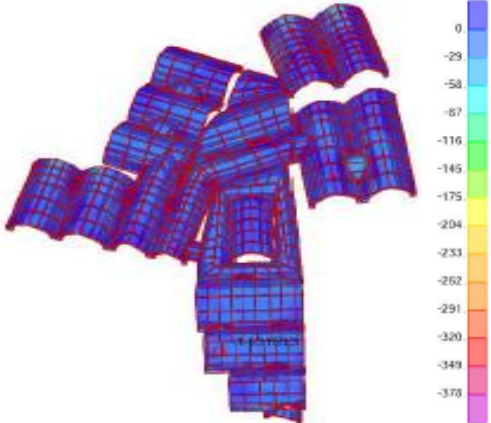
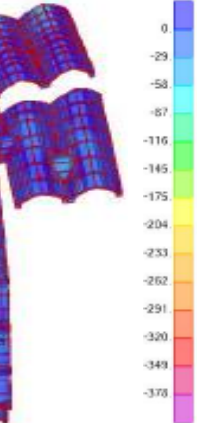
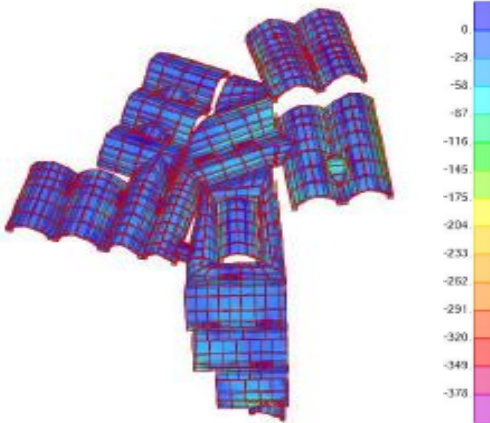
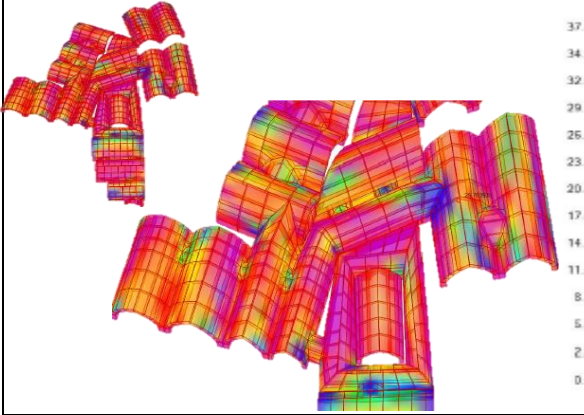
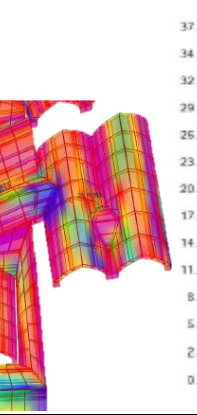

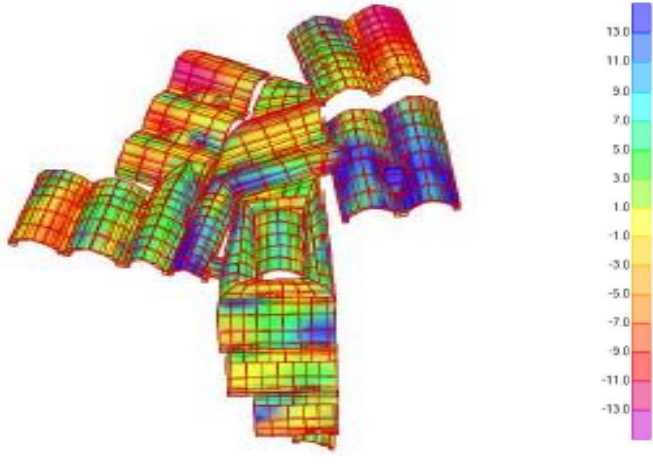
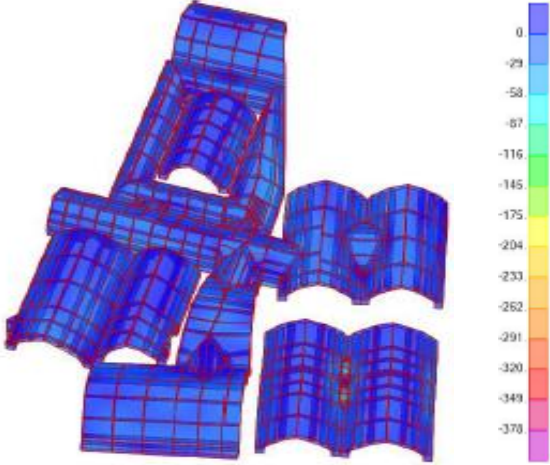

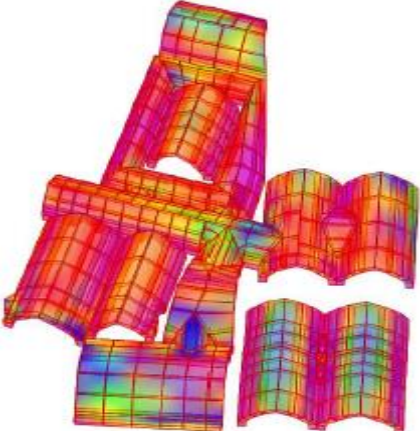
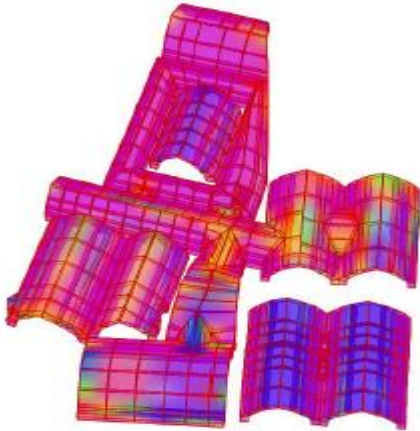
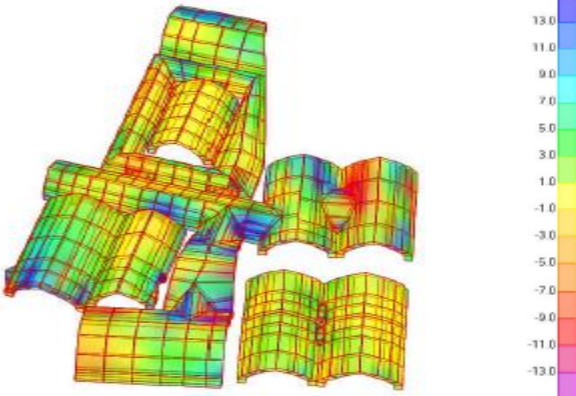
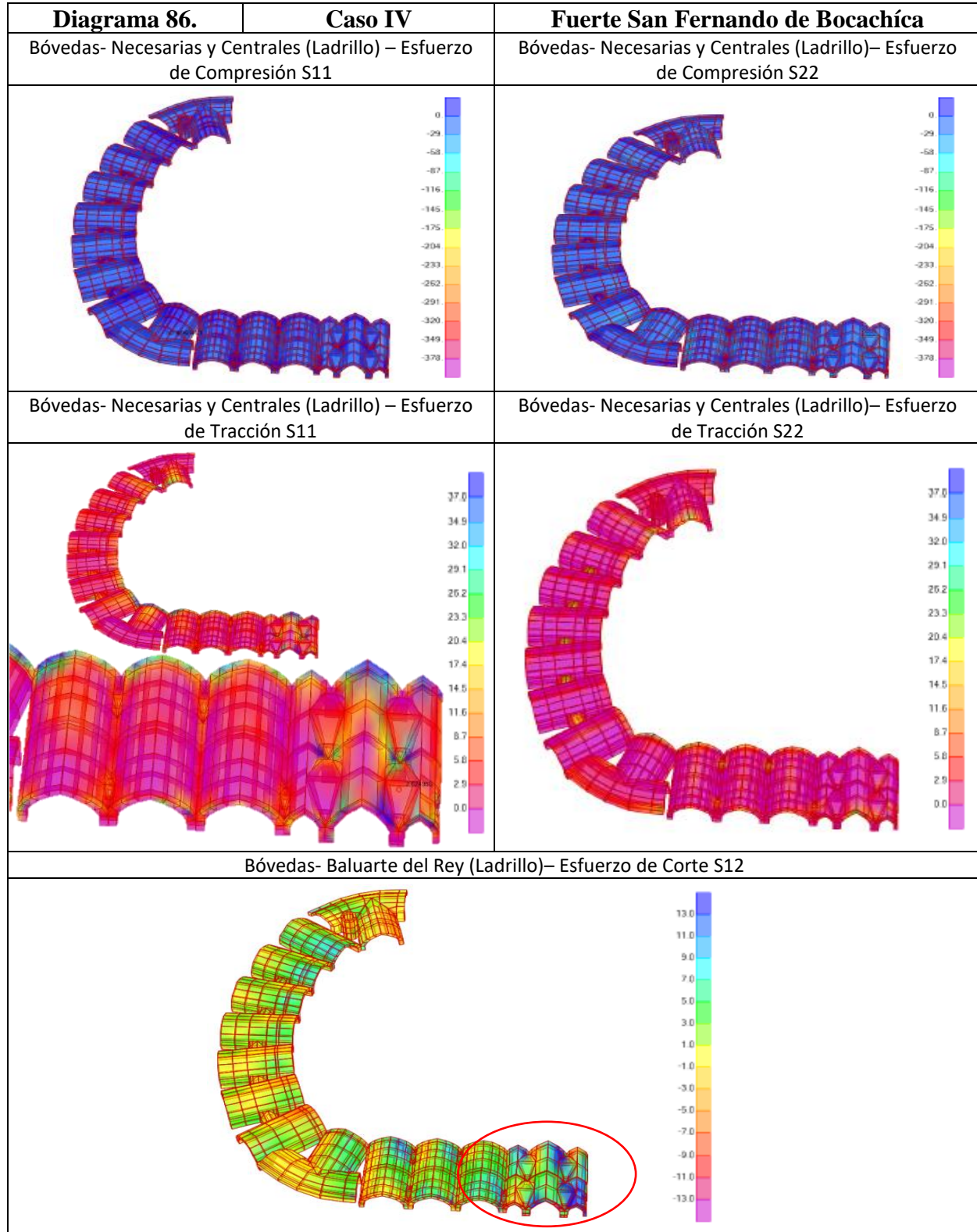
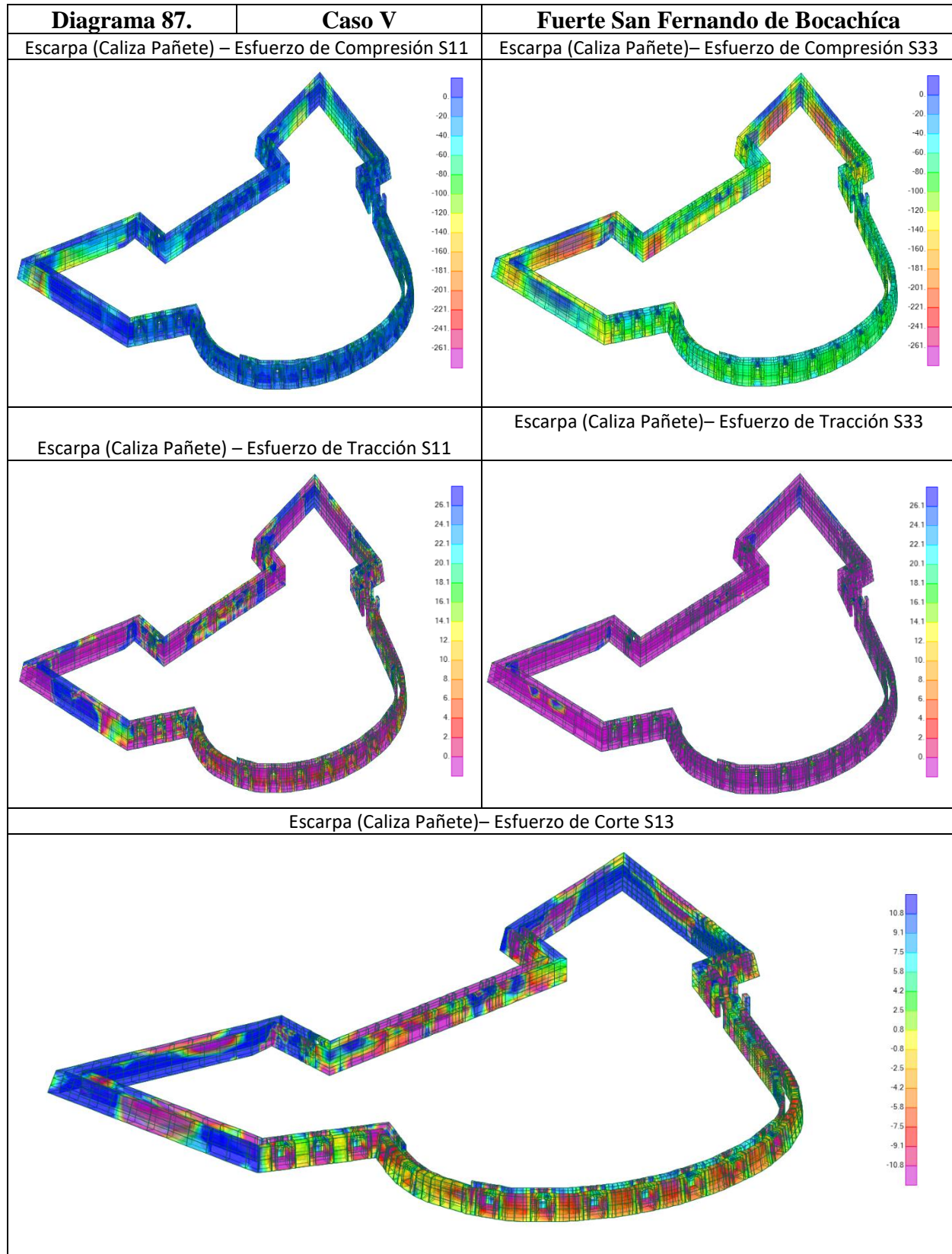
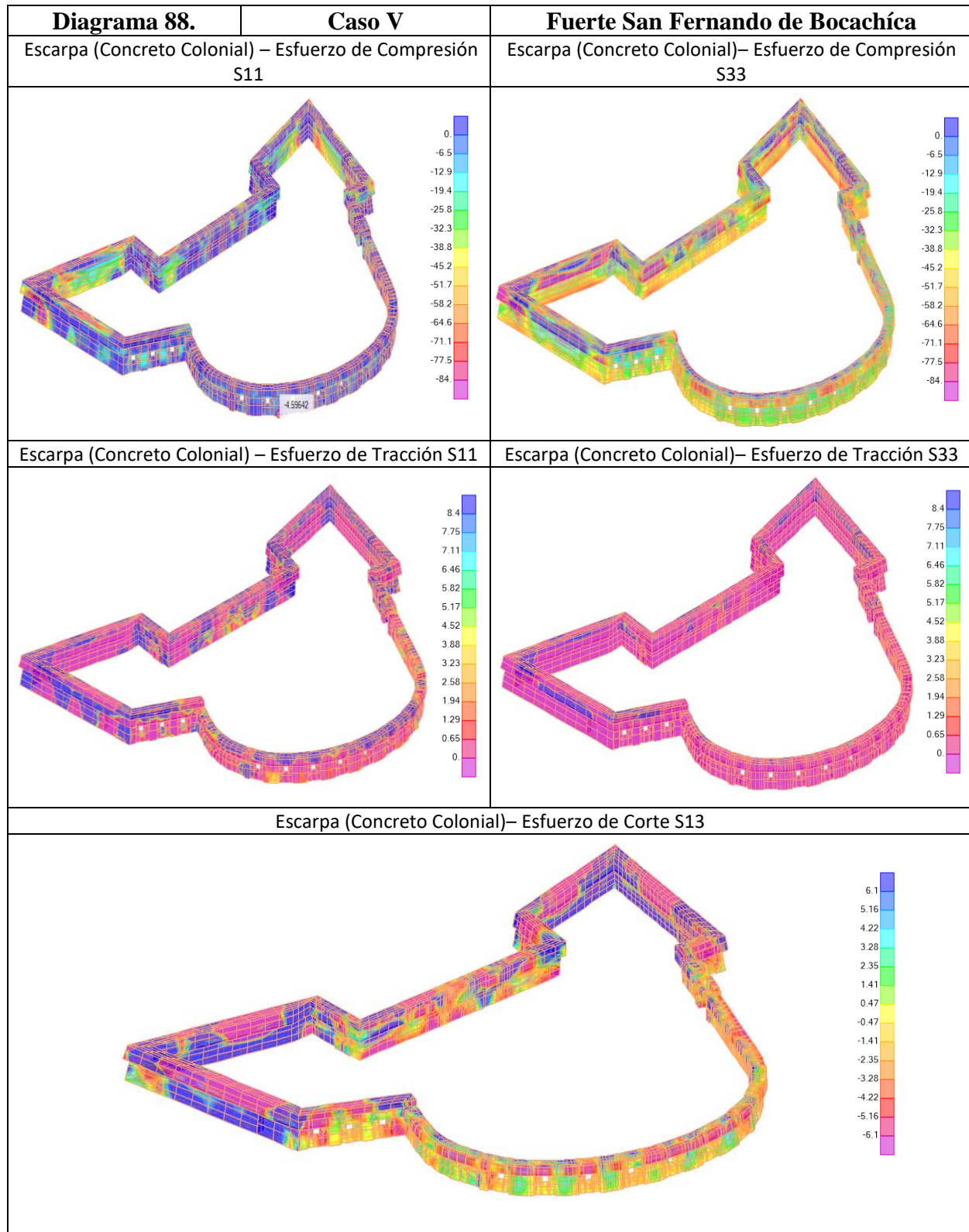
Diagrama 84.	Caso IV	Fuerte San Fernando de Bocachica
Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo) – Esfuerzo de Compresión S11	Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo) – Esfuerzo de Compresión S11	Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo)– Esfuerzo de Compresión S22
		
Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo) – Esfuerzo de Tracción S11	Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo) – Esfuerzo de Tracción S11	Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo)– Esfuerzo de Tracción S22
		
Bóvedas- Baluarte del Rey (Ladrillo)– Esfuerzo de Corte S12		
		

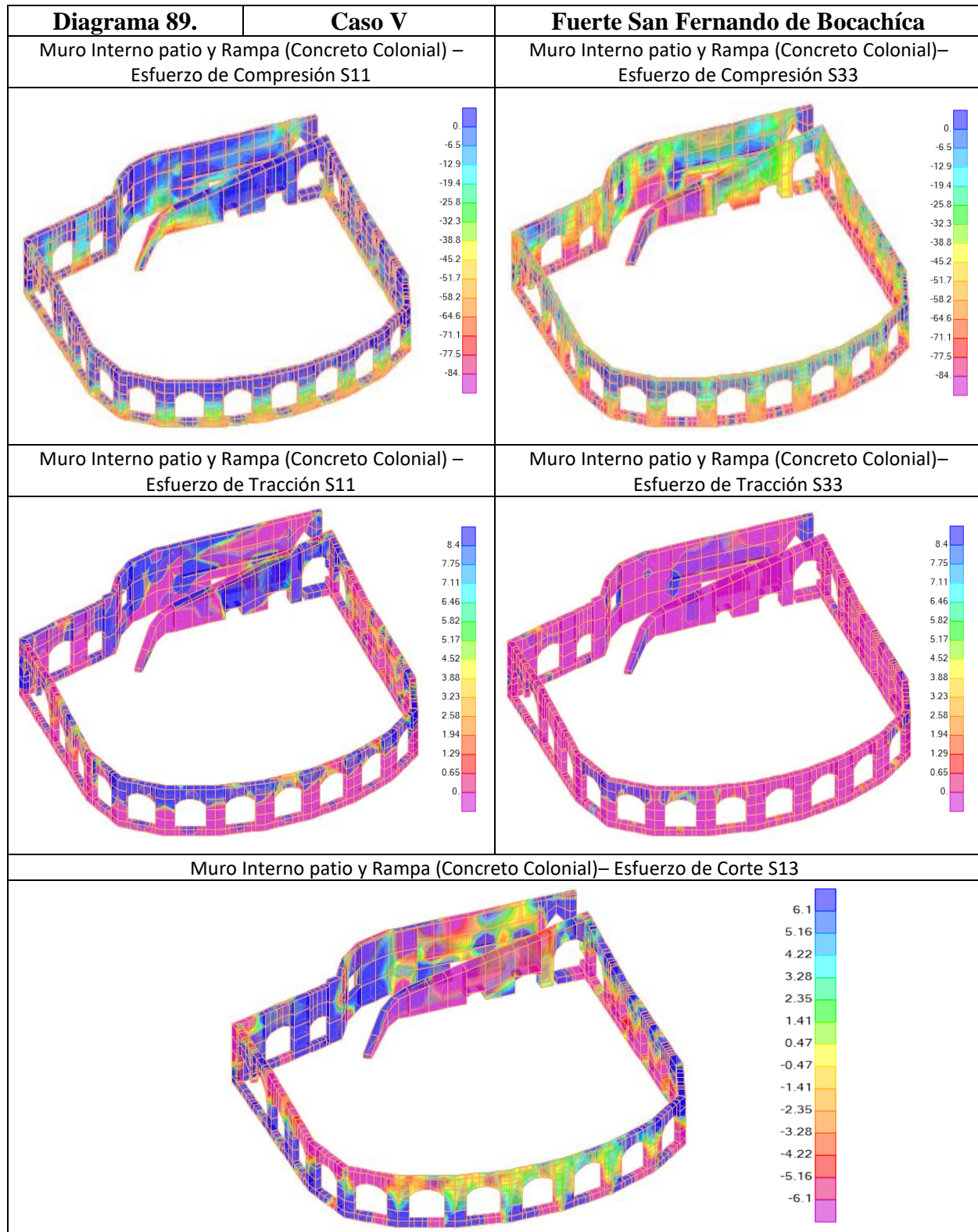


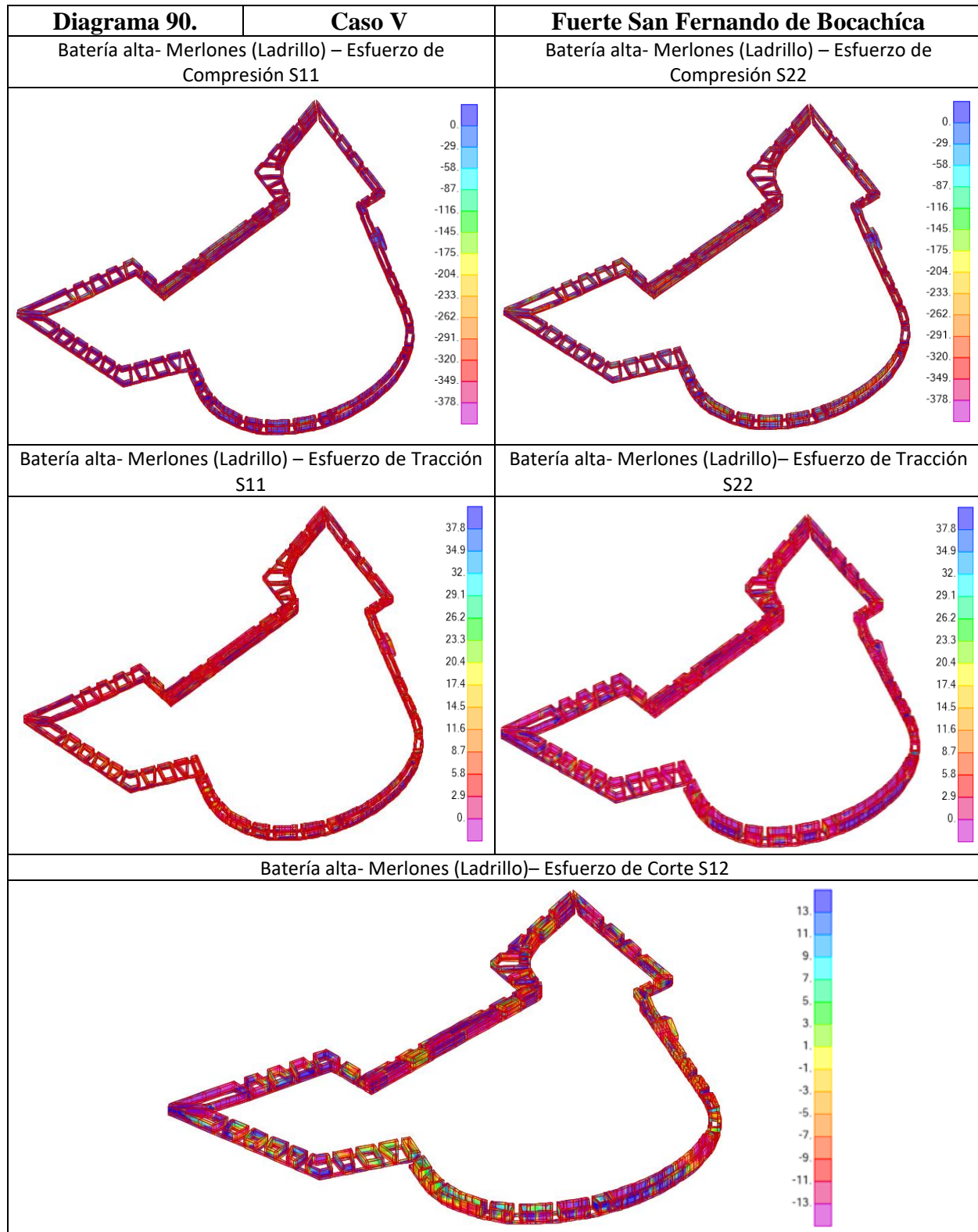
Diagrama 85.	Caso IV	Fuerte San Fernando de Bocachica
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo) – Esfuerzo de Compresión S11		Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Compresión S22
		
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo) – Esfuerzo de Tracción S11		Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Tracción S22
		
Bóvedas- Baluarte de la Reina (Ladrillo)– Esfuerzo de Corte S12		
		

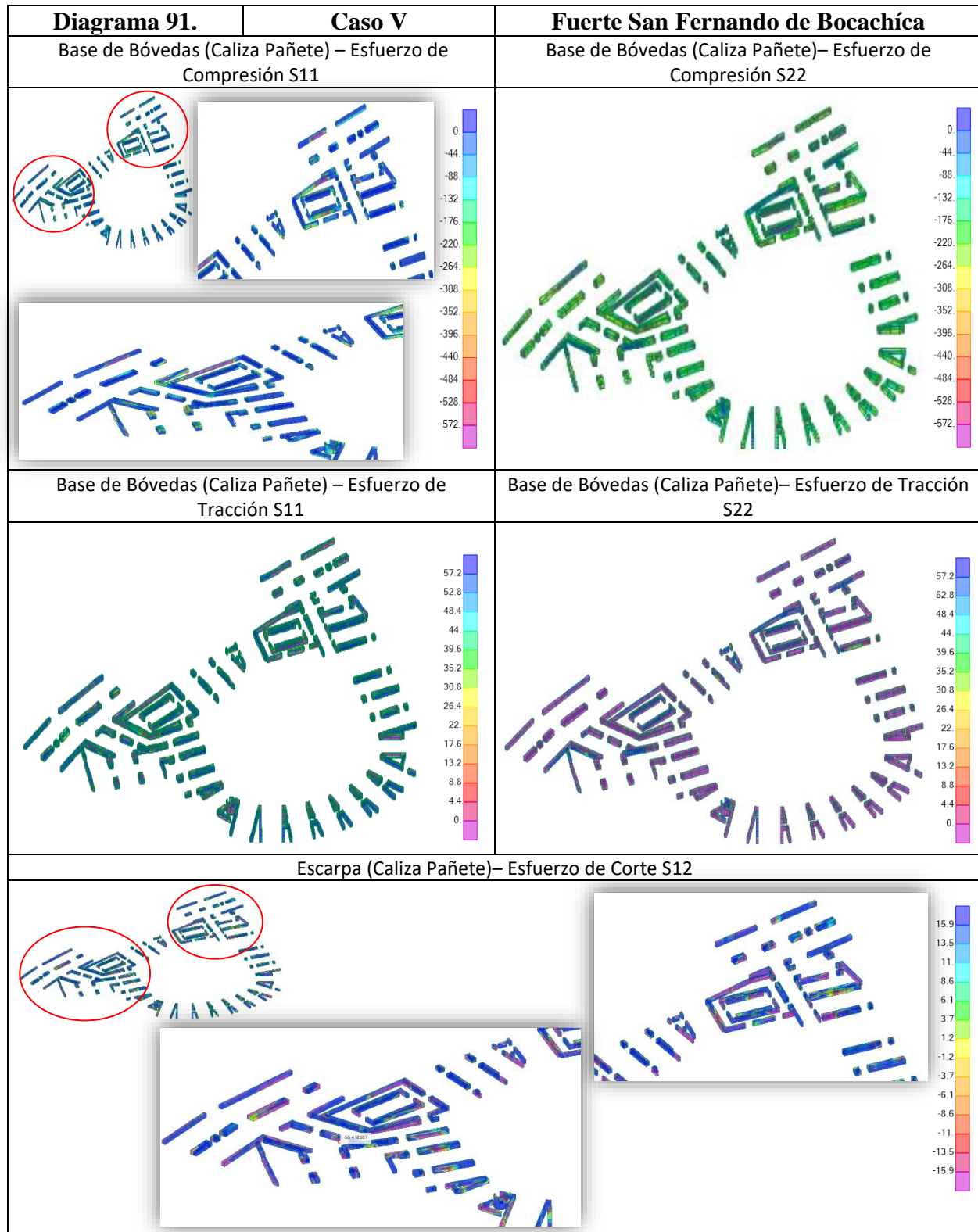


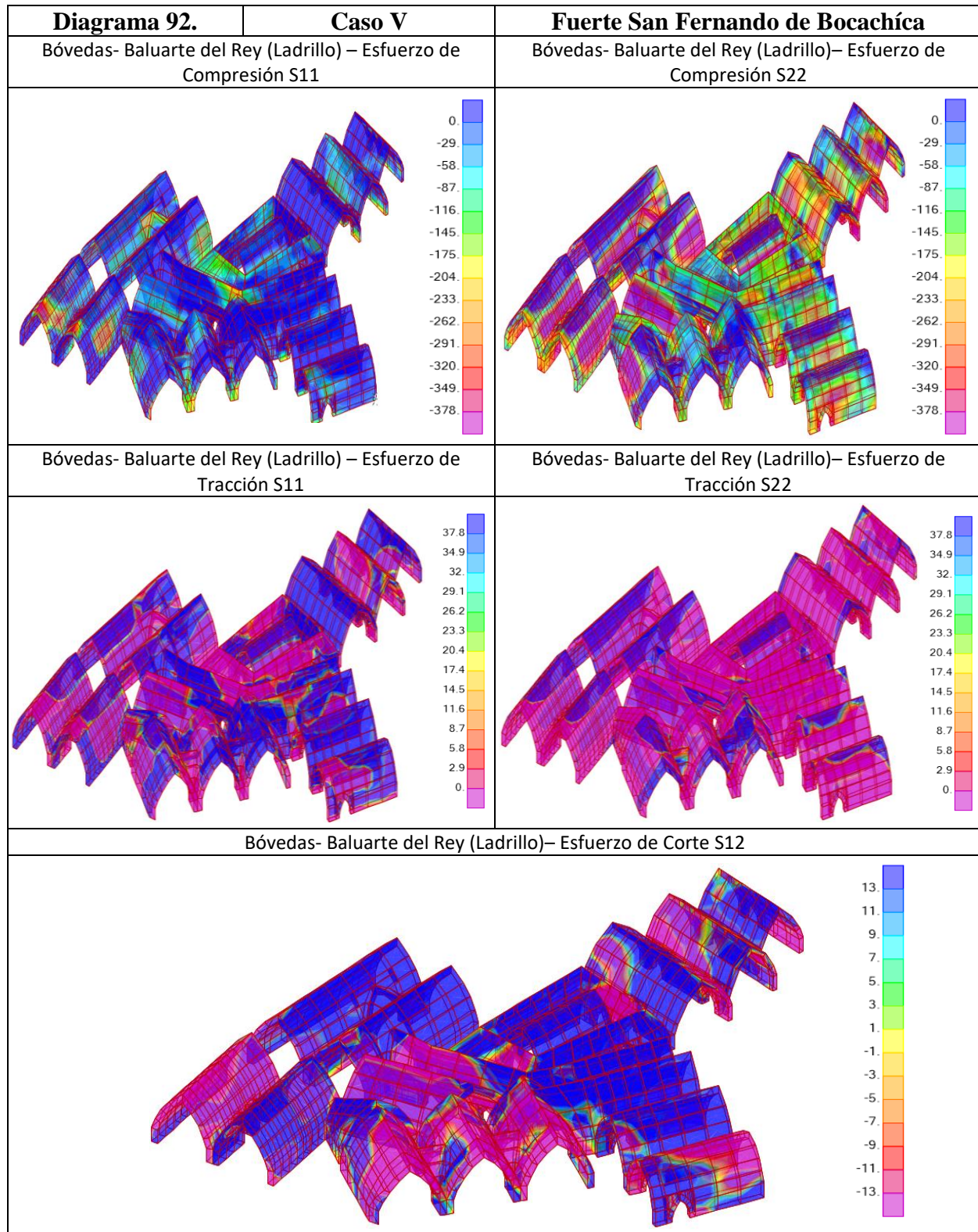


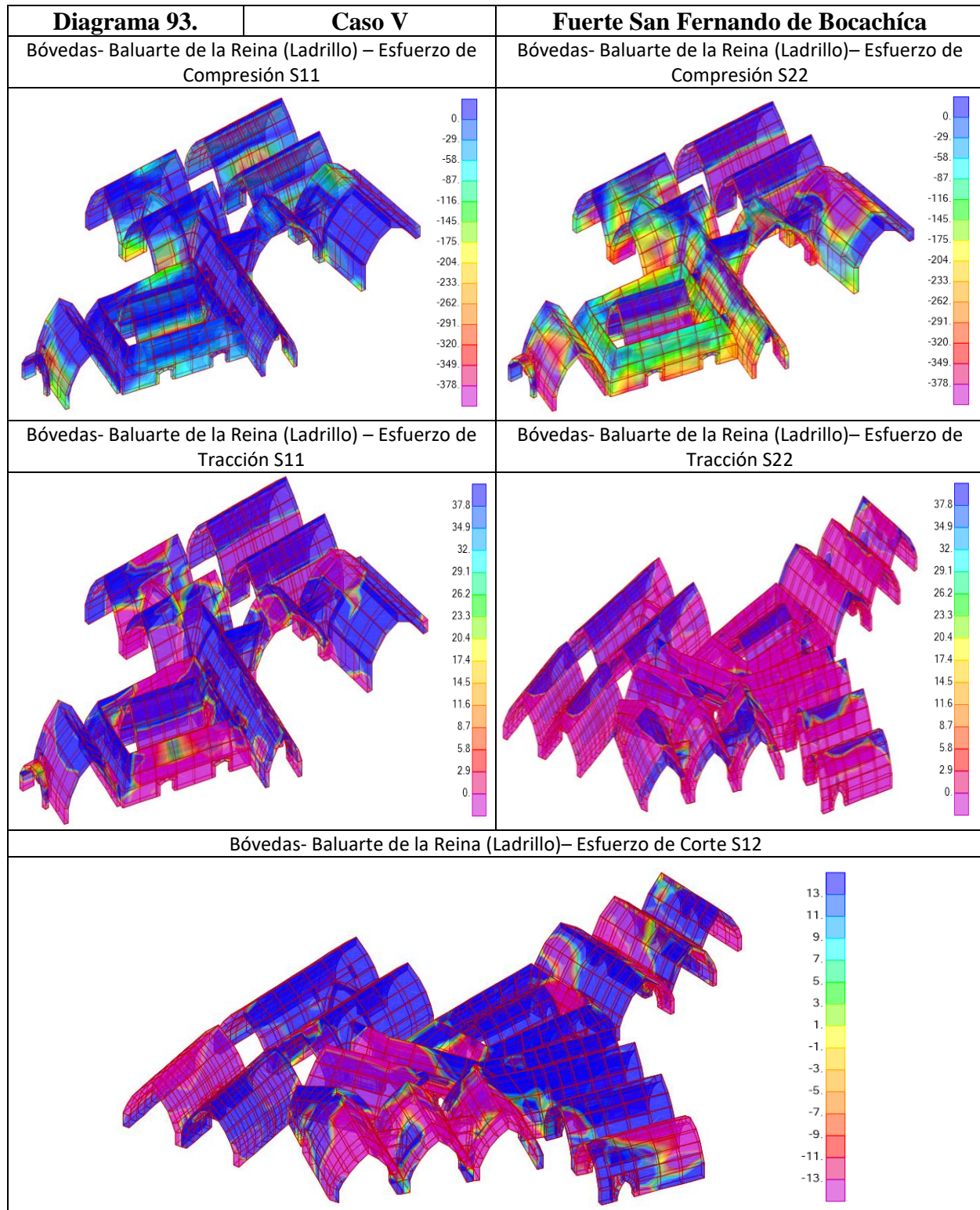


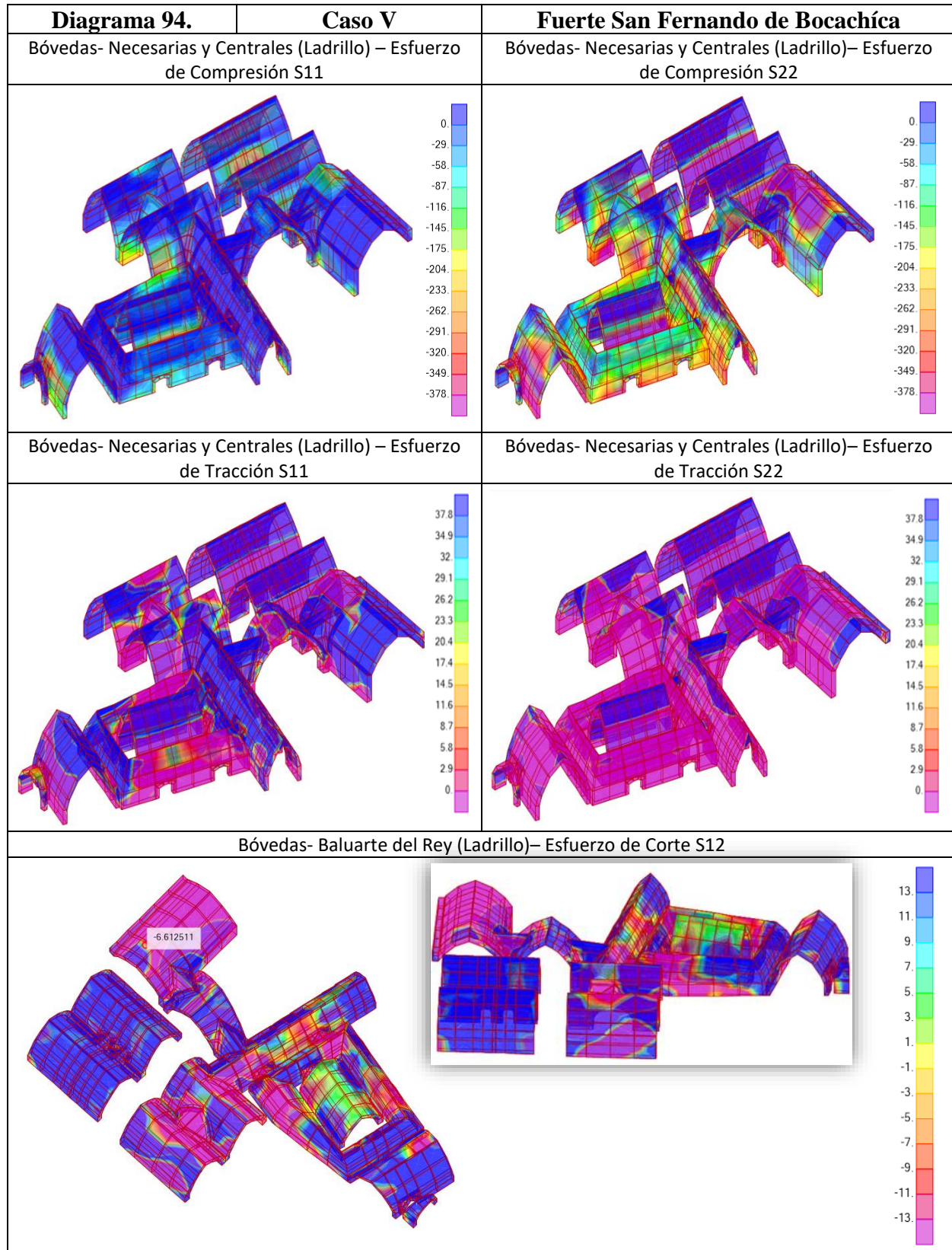


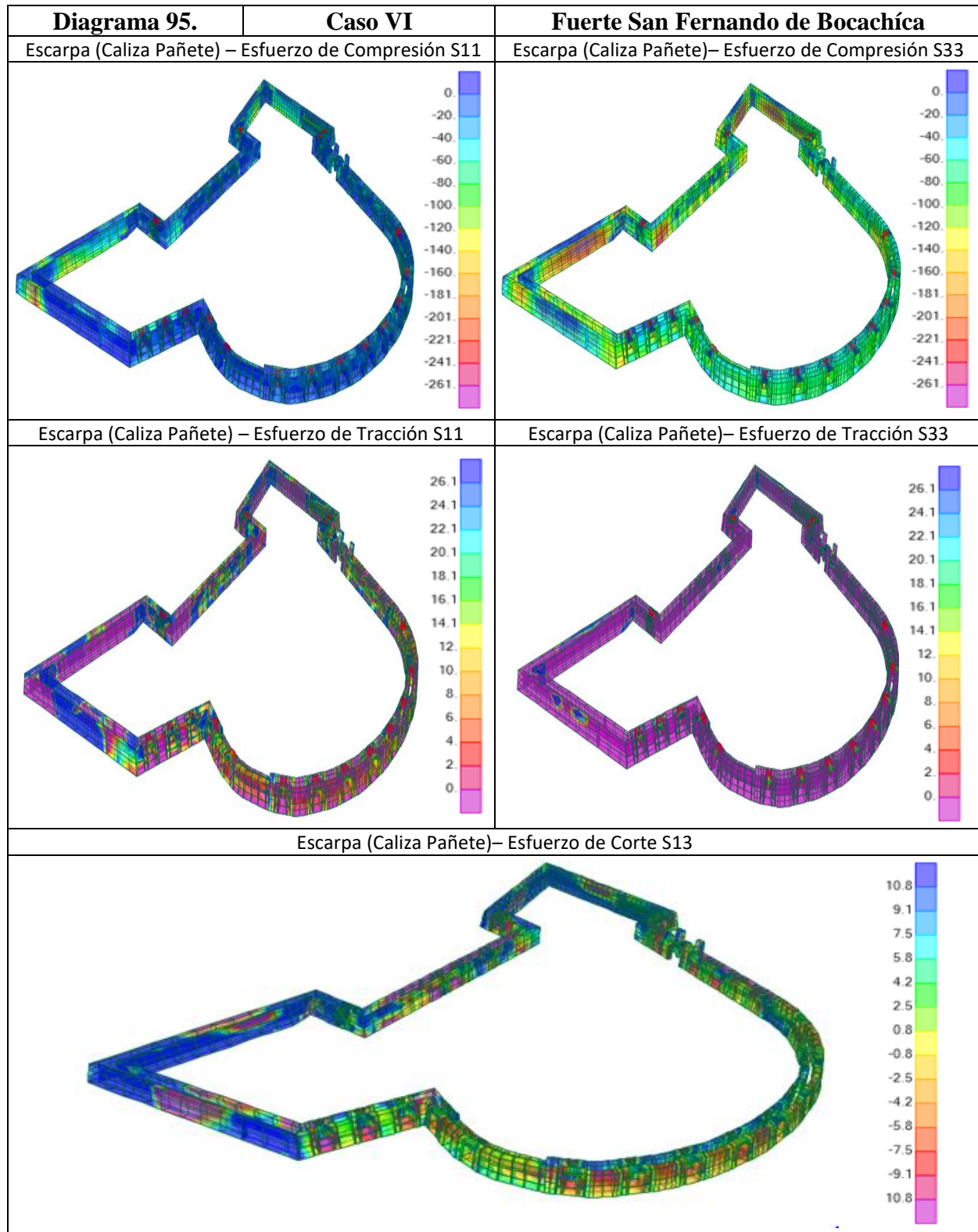


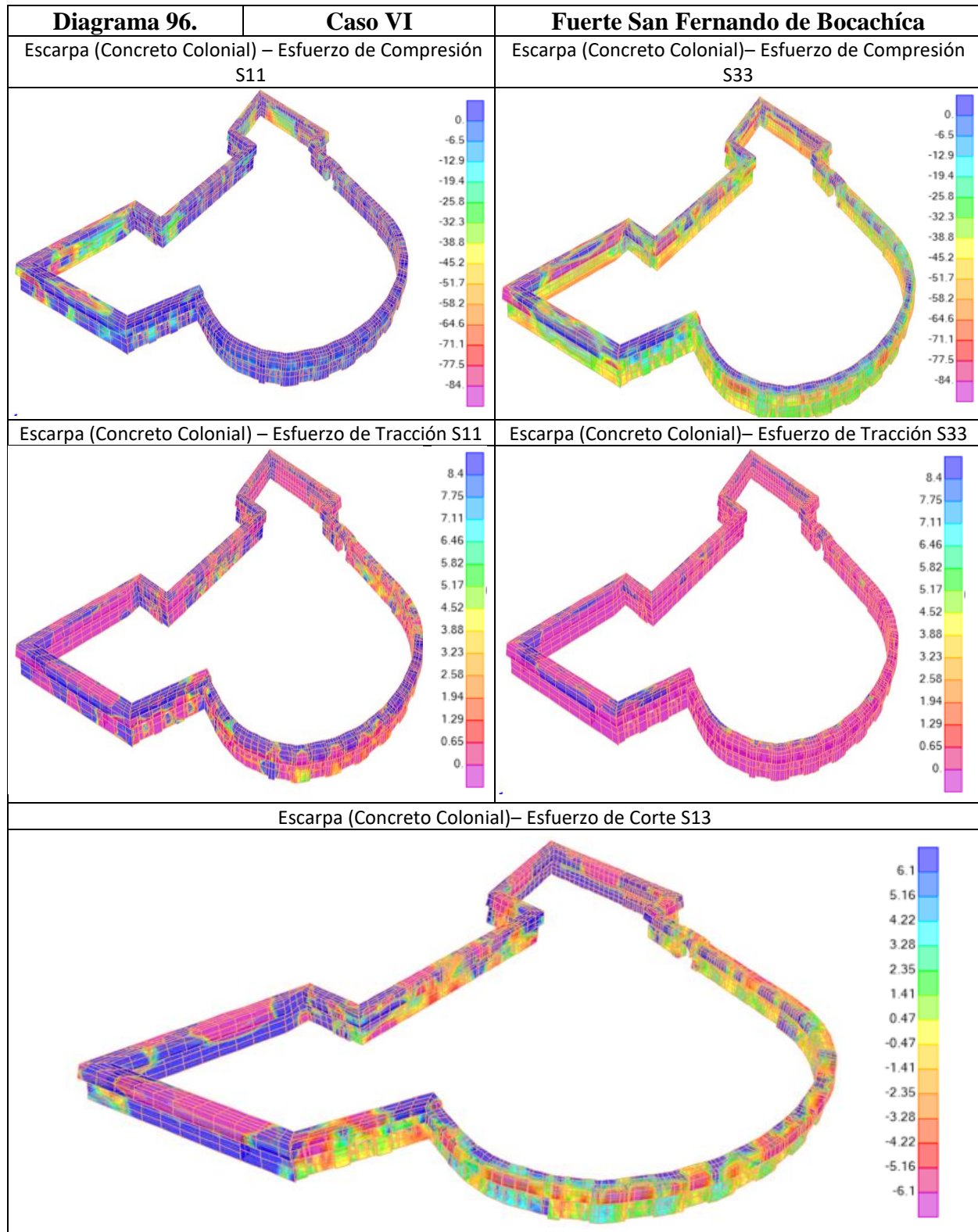


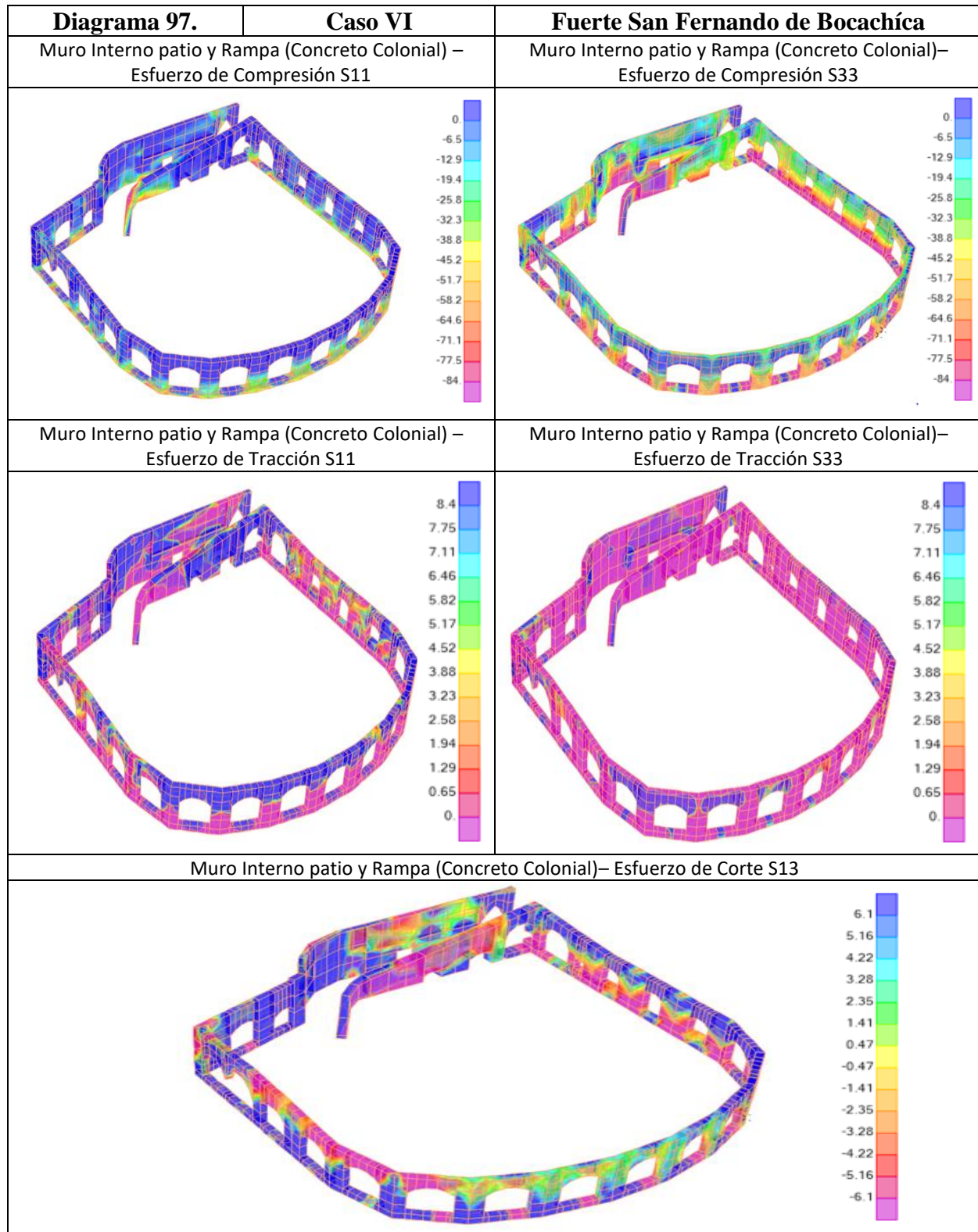


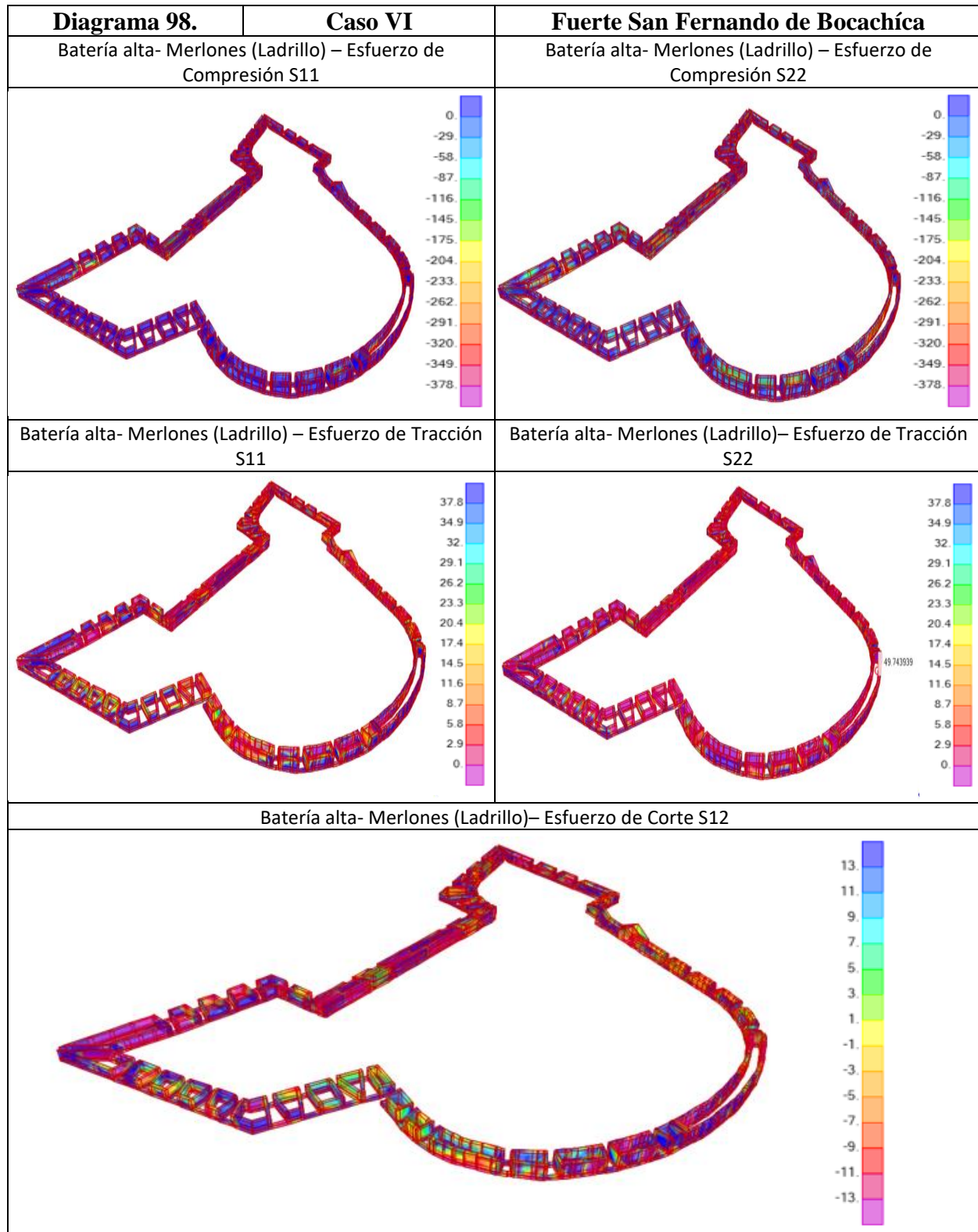


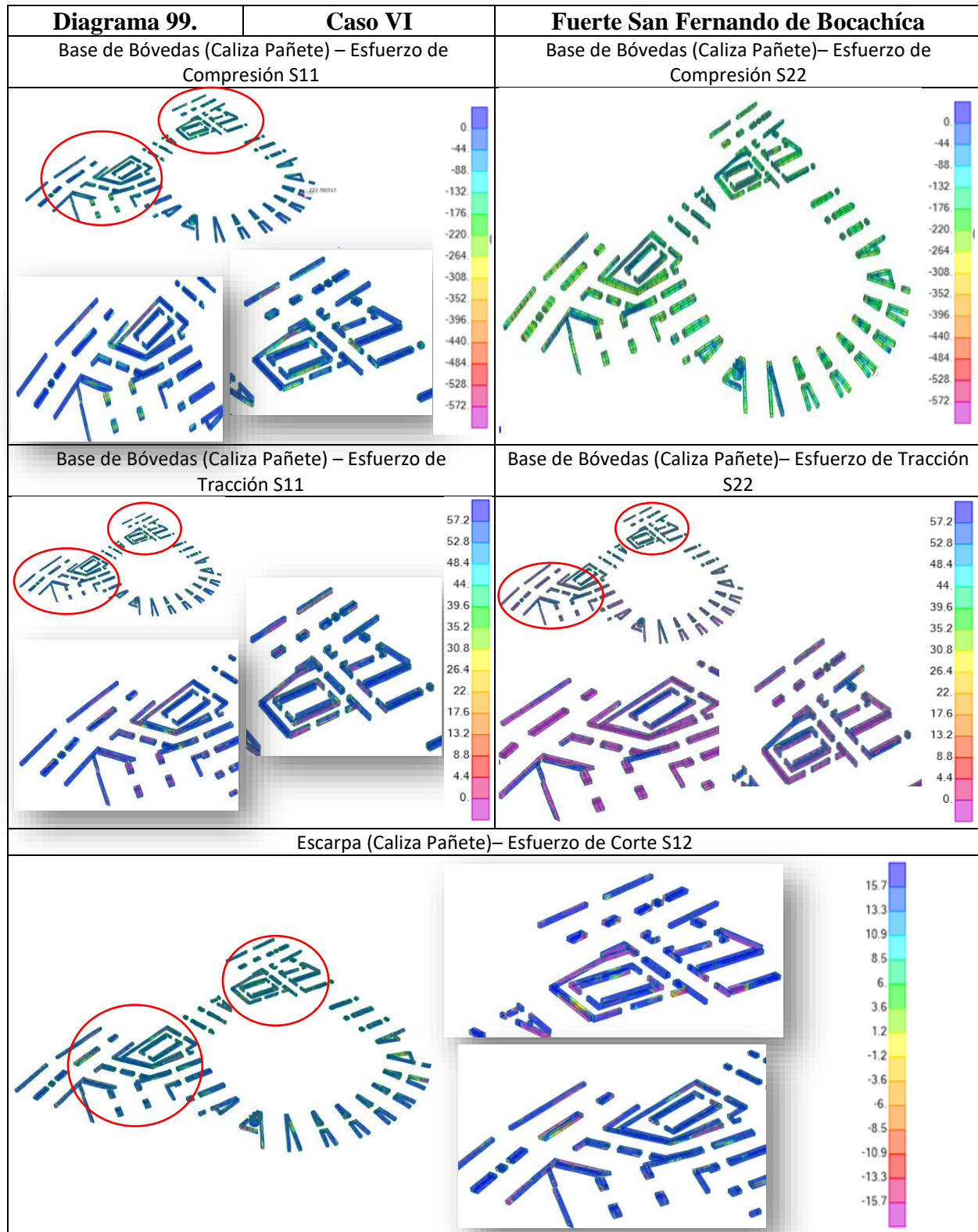


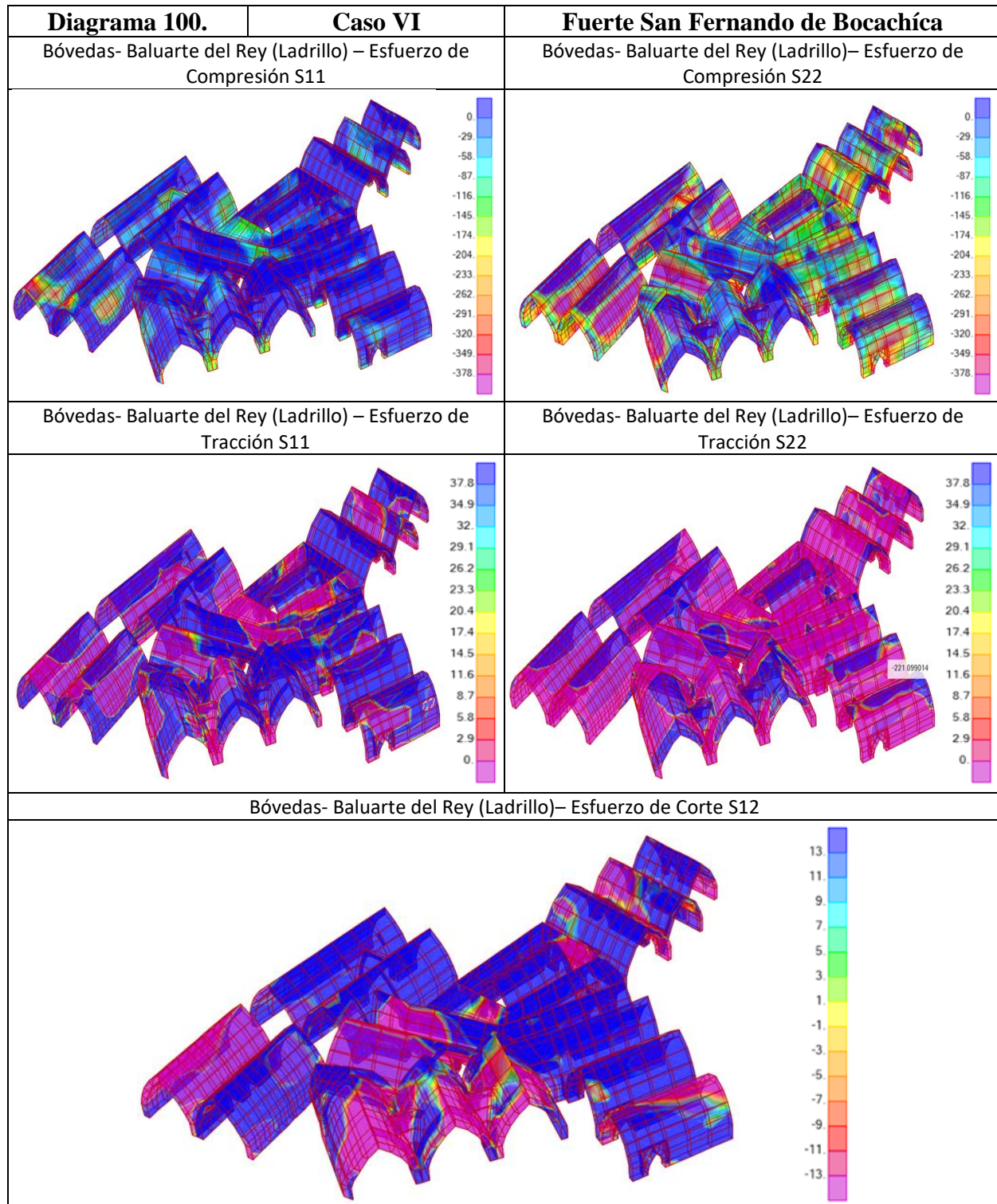


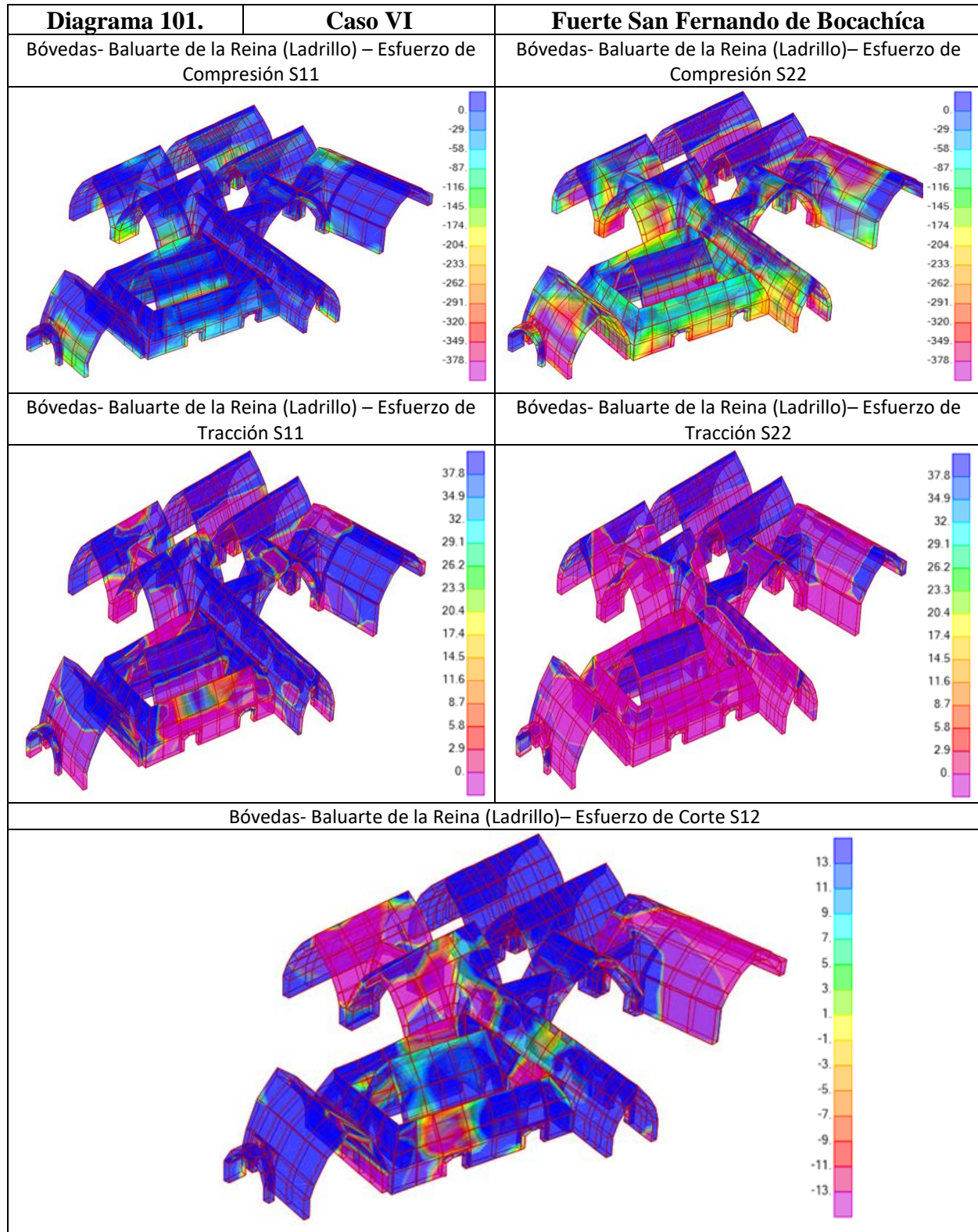


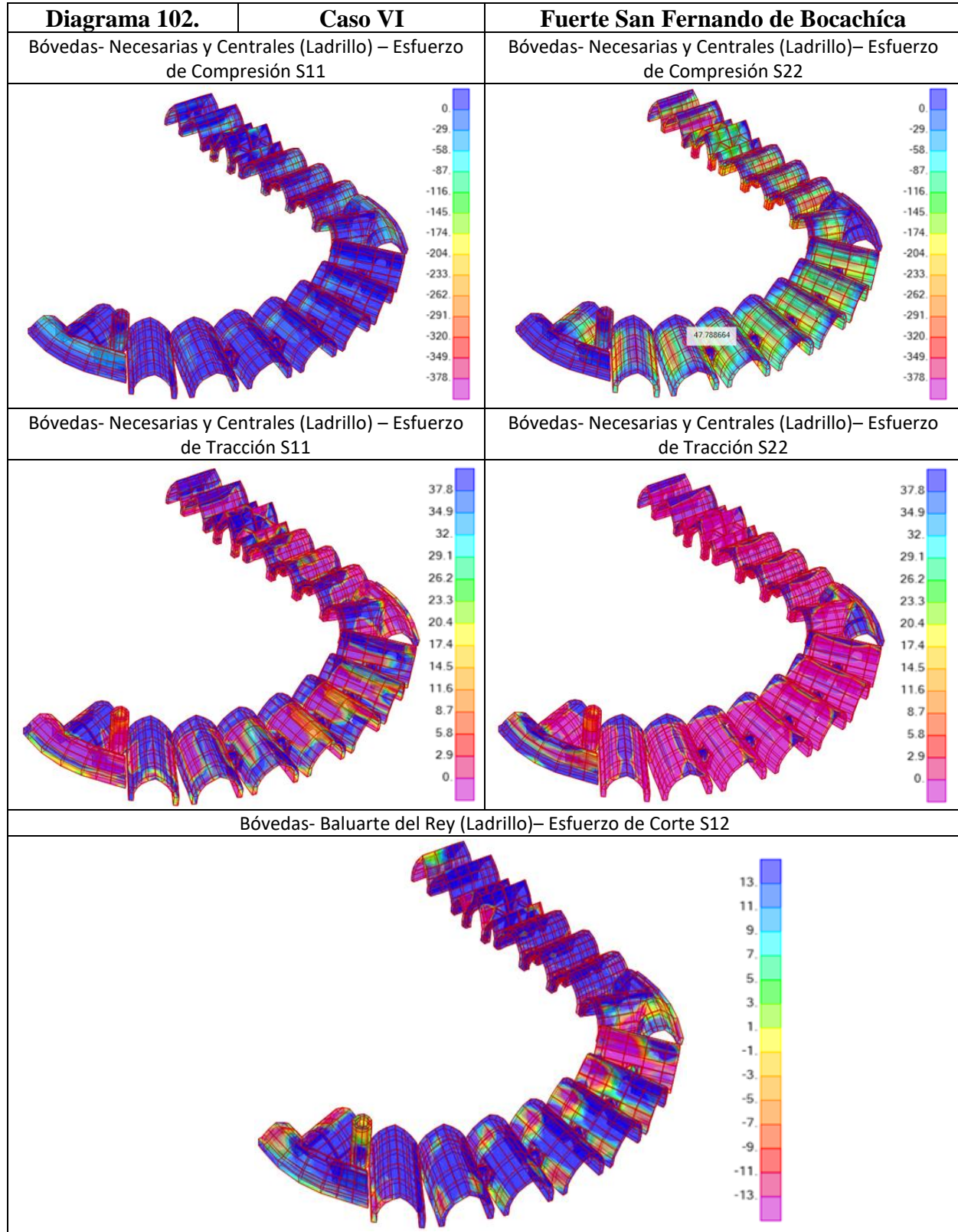












ANEXO D-1.1 Cuadro de Esfuerzos actuantes Fuerte- Batería de San José- Estructura empotrada Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
BÓVEDA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	53,52	25,95	69,07	32,18	85,24	50,22
	Tracción	16,73	20,9	30,38	37,65	48,08	54,7
	Cortante	S12 12,30		S12 21,06		S12 32,70	
BÓVEDA (Caliza-Pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	112,35	31,47	80,83	29,71	112,56	40,24
	Tracción	16,18	20,66	3,73	4,75	33,82	12,23
	Cortante	S12 11,67		S12 14,45		S12 21,34	
ESCARPA (Caliza-Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	13,53	34,45	24,55	38,01	37,88	47,67
	Tracción	9,45	2,87	13,75	6,00	19,98	18,63
	Cortante	S13 8,79		S13 15,61		S13 21,81	
ESCARPA (Concreto-Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	6,95	8,32	9,83	11,39	12,84	15,11
	Tracción	6,21	10,84	11,23	14,87	17,34	19,54
	Cortante	S13 5,27		S13 7,11		S13 9,74	
MURO INTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	5,69	6,30	18,33	32,35	22,19	47,03
	Tracción	5,39	4,43	10,97	7,93	19,58	23,19
	Cortante	S13 3,16		S13 7,75		S13 11,80	
BATERÍA BAJA (Caliza- Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	10,92	24,05	12,29	27,38	14,38	31,22
	Tracción	8,31	11,82	9,33	15,23	10,50	18,85
	Cortante	S13 7,25		S13 8,05		S13 9,67	
MURO EXTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	81,46	135,26	140,84	168,01	234,57	226,46
	Tracción	47,66	75,93	128,11	81,24	247,65	141,34
	Cortante	S13 66,17		S13 99,32		S13 171,42	
RAMPA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	112,35	31,47	25,33	37,00	39,01	40,86
	Tracción	16,73	20,90	33,31	480,43	53,16	54,71
	Cortante	S12 11,67		S12 13,76		S12 19,45	
RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	16,57	17,23	17,09	20,55	25,36	30,42
	Tracción	23,68	19,37	25,06	20,77	26,40	26,52
	Cortante	S13 9,91		S13 13,17		S13 21,71	

Fuente: Autor.

ANEXO D-1.2 Cuadro de Esfuerzos actuantes Fuerte- Batería de San José- Interacción suelo estructura Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 4		CASO 5		CASO 6	
BÓVEDA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	45,84	36,39	127,71	60,57	171,27	76,55
	Tracción	20,86	27,69	99,47	48,93	180,77	64,5
	Cortante	S12 17,12		S12 41,10		S12 61,13	
BÓVEDA (Caliza-Pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	159,03	70,97	131,54	146,98	328,93	185,24
	Tracción	68,64	122,57	136,27	167,60	226,85	213,37
	Cortante	S12 41,62		S12 58,81		S12 90,66	
ESCARPA (Caliza-Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	592,13	264,84	78,60	101,07	159,98	137,84
	Tracción	355,38	166,97	126,39	34,51	187,99	81,99
	Cortante	S13 270,27		S13 42,02		S13 67,68	
ESCARPA (Concreto-Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	17,47	15,25	33,07	23,46	46,98	35,26
	Tracción	9,17	19,17	27,38	31,78	40,32	47,55
	Cortante	S13 14,84		S13 20,57		S13 28,46	
MURO INTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	24,18	43,82	53,87	58,65	80,93	77,95
	Tracción	24,82	9,75	50,99	17,20	82,30	27,67
	Cortante	S13 16,76		S13 27,99		S13 38,90	
BATERÍA BAJA (Caliza-Murete)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	83,41	86,51	227,11	146,63	461,49	233,91
	Tracción	115,56	73,98	276,86	116,47	496,22	210,68
	Cortante	S13 45,08		S13 114,63		S13 210,63	
MURO EXTERNO (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	163,97	135,67	314,86	158,46	499,50	206,99
	Tracción	132,51	80,97	229,02	162,40	311,49	230,53
	Cortante	S13 102,27		S13 119,64		S13 161,05	
RAMPA (Ladrillo)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	561,71	282,4	797,83	427,6	1074,08	599,40
	Tracción	292,86	260,85	440,52	333,07	617,31	427,43
	Cortante	S12 203,55		S12 320,01		S12 462,08	
RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	104,33	62,91	125,52	81,79	156,79	129,66
	Tracción	182,95	111,50	222,27	121,42	282,62	136,45
	Cortante	S13 54,40		S13 64,89		S13 78,68	

Fuente: Autor.

ANEXO D-2.1 Cuadro de Esfuerzos actuantes Fuerte San Fernando de Bocachica Estructura empotrada Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
ESCARPA (Caliza Murete) SILLARES		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	30,82	56,65	39,69	56,65	50,62	66,90
	Tracción	39,67	31,29	41,43	35,23	46,31	44,67
	Cortante	S13 12,87		S13 18,22		S13 25,11	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	18,26	45,64	24,65	59,55	31,04	73,86
	Tracción	10,57	16,23	23,94	16,45	27,16	17,40
	Cortante	S13 16,35		S13 22,43		S13 28,52	
MURO INTERNO PATIO Y RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	24,10	23,68	28,25	27,49	32,39	31,29
	Tracción	20,22	19,69	22,35	23,39	27,91	27,10
	Cortante	S13 11,24		S13 12,83		S13 14,44	
BATERÍA ALTA – MERLONES (ladrillos)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	99,53	151,87	122,38	185,61	145,70	219,34
	Tracción	131,86	136,45	148,24	169,53	164,61	202,60
	Cortante	S13 81,36		S13 89,05		S13 100,98	
BASE DE BÓVEDAS (Caliza pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	106,62	289,35	147,49	388,84	192,52	488,34
	Tracción	80,85	200,27	118,34	312,94	158,44	425,61
	Cortante	S12 37,26		S12 45,12		S12 56,47	
BÓVEDAS- BALUARTE DEL REY (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	121,86	144,47	131,97	174,36	144,97	212,69
	Tracción	118,80	206,85	132,81	261,28	146,82	315,75
	Cortante	S12 44,31		S12 51,61		S12 61,56	
BÓVEDAS- BALUARTE DE LA REINA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	81,09	146,47	101,12	173,23	122,21	200,76
	Tracción	95,78	94,13	124,27	125,91	152,76	168,01
	Cortante	S12 45,23		S12 53,01		S12 80,84	
BÓVEDAS- HERRADURA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	72,85	106,64	94,99	166,2	117,48	196,00
	Tracción	89,46	124,94	113,49	142,59	137,58	160,26
	Cortante	S12 27,85		S12 51,51		S12 66,41	

Fuente: Autor.

ANEXO D-2.2 Cuadro de Esfuerzos actuantes Fuerte San Fernando de Bocachica – Interacción suelo estructura Ton/m².

ZONA	ESFUERZO	CASO 4		CASO 5		CASO 6	
ESCARPA (Caliza Murete) SILLARES		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	53,93	72,37	59,75	72,44	90,37	75,06
	Tracción	94,62	48,98	106,46	174,55	119,58	86,07
	Cortante	S13 25,51		S13 30,3		S13 44,71	
ESCARPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	172,33	72,79	197,36	74,77	220,52	76,7
	Tracción	74,64	67,63	83,86	77,93	92,54	89,7
	Cortante	S13 29,79		S13 32,91		S13 36,24	
MURO INTERNO PATIO Y RAMPA (Concreto Colonial)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	23,12	46,1	33,88	51,08	48,43	56,14
	Tracción	58,95	27,99	71,77	35,44	87,31	44,54
	Cortante	S13 19,35		S13 21,48		S13 26,12	
BATERÍA ALTA- MERLONES (ladrillos)		S11	S33	S11	S33	S11	S33
	Compresión	319,76	142,24	360,46	166,17	395,74	186,91
	Tracción	460,53	127,24	501,53	138,15	558,52	149,10
	Cortante	S13 81,36		S13 136,86		S13 168,47	
BASE DE BÓVEDAS (Caliza pañete)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	282,78	548,04	301,68	734,96	370,05	921,59
	Tracción	405,33	377,10	466,45	520,35	549,49	805,21
	Cortante	S12 114,82		S12 189,11		S12 317,45	
BÓVEDAS- BALUARTE DEL REY (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	129,91	164,28	149,55	214,44	166,61	284,58
	Tracción	152,33	397,25	180,89	162,57	205,65	489,20
	Cortante	S12 89,44		S12 78,68		S12 117,64	
BÓVEDAS- BALUARTE DE LA REINA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	105,40	223,47	138,32	279,05	175,99	363,27
	Tracción	208,45	381,24	22,52	406,32	234,88	433,22
	Cortante	S12 78,31		S12 80,12		S12 88,19	
BÓVEDAS- HERRADURA (Ladrillos)		S11	S22	S11	S22	S11	S22
	Compresión	92,24	117,32	101,95	168,63	125,43	188,70
	Tracción	107,95	98,12	151,93	202,71	207,99	233,01
	Cortante	S12 47,82		S12 51,69		S12 65,25	

Fuente: Autor.

ANEXO E. Descripción de Registro Fotográfico y Resultados de ensayos (Adjuntos en formato DVD)

Este anexo contiene adjunto en formato digital (dvd) el registro fotográfico de los últimos ensayos realizados a muretes extraídos de edificaciones construidas con técnicas y materiales del periodo Virreinal en la ciudad de Cartagena, y el informe que presenta los resultados obtenidos con estos ensayos.

Adicionalmente, el dvd contiene el registro de fotográfico de la visita más reciente realizada al Fuerte San Fernando de Bocachica en el cual se evidencia el estado del fuerte; esta visita fue realizada en el marco del VII Encuentro Nacional de Patrimonio en el año 2016, organizado por el IPCC (Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena).