

**COMPARACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES E HISTÓRICOS ENTRE
LOS MATERIALES DE LAS FORTIFICACIONES MILITARES DE LA CIUDAD DE
CARTAGENA Y EL CORREGIMIENTO DE BOCACHICA.**



**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**YARLEIDIS GARCÍA CUADRADO
LAURA MEDINA PUELLO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
CARTAGENA DE INDIAS**

2017



**COMPARACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES E HISTÓRICOS ENTRE
LOS MATERIALES DE LAS FORTIFICACIONES MILITARES DE LA CIUDAD DE
CARTAGENA Y EL CORREGIMIENTO DE BOCACHICA.**

**Investigadores:
YARLEIDIS GARCÍA CUADRADO
LAURA MEDINA PUELLO**

**Trabajo de grado para optar al título de:
INGENIERO CIVIL**

**Grupo de investigación:
ESCONPAT**

**Línea de Investigación:
CONSERVACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LOS MONUMENTOS**

**Director:
MSC. ARNOLDO BERROCAL OLAVE**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
CARTAGENA DE INDIAS**

2017



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



NOTA DE ACEPTACION

Firma del director
ARNOLDO BERROCAL OLAVE

Firma del jurado
JORGE ALVAREZ CARRASCAL

Firma del jurado
WALBERTO RIVERA MARTINEZ



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud a Dios
y al apoyo de nuestros Padres.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	14
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO DE REFERENCIA.....	21
1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	21
1.1.1. Entorno Internacional	21
1.1.2. Entorno Local	26
1.2. MARCO TEÓRICO	33
1.2.1. Cartagena de indias, patrimonio histórico y cultural de la humanidad	33
1.2.2. Clasificación de patrimonio cultural tangible inmueble.....	34
1.2.3. Fortificaciones de Cartagena de Indias.....	34
1.3. MARCO CONCEPTUAL	37
1.3.1. Fortificación.....	37
1.3.2. Muralla.....	37
1.3.3. Baluarte.....	37
1.3.4. Plano	38
1.3.5. Lleno	38
1.3.6. Doble	38
1.3.7. Cortado	38
1.3.8. Separado	38
1.3.9. Vacío.....	38
1.3.10. Cortina	38



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



1.3.11. Batería.....	39
1.3.12. Castillo.....	39
1.3.13. Contramuralla	39
1.3.14. Edificio Militar	39
1.3.15. Escarpa.....	39
1.3.16. Contraescarpa	39
1.3.17. Garita	39
1.3.18. Intervención	39
1.3.19. Materiales de conformación a las fortificaciones	40
1.3.19.1 . Caliza.....	40
1.3.19.2 . Origen químico	40
1.3.19.3 . Origen biológico	40
1.3.19.4. Cal.....	40
1.3.19.5.Ladrillos de Arcilla.....	41
1.3.19.6.Argamasa	42
1.3.20. Características Físicas y Químicas	42
1.3.20.1.Porosidad	42
1.3.20.2.Densidad	42
1.3.20.3.Dureza.....	42
1.3.20.4.Resistencia a la abrasión.....	43
1.3.20.5.Resistencia a la compresión.....	43
1.4. MARCO LEGAL	43
1.4.1. Normas generales para la Protección del Patrimonio Cultural a nivel nacional .	43



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



1.4.2. Normas protectoras al patrimonio cultural de Cartagena de Indias a nivel distrital	44
1.4.3. Regulaciones de Intervención a un BIC	45
2. OBJETIVOS	47
2.1. OBJETIVO GENERAL	47
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	47
3. ALCANCE	48
3.1. DELIMITACION ESPACIAL	48
3.2. DELIMITACION TEMPORAL.....	50
3.3. DELIMITACION CONCEPTUAL.....	50
3.4. RESULTADOS ESPERADOS	50
3.5. PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS	50
3.6. PRODUCTO FINAL ENTREGADO	50
3.7. LIMITACIONES	51
4. METODOLOGIA.....	52
4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	52
4.1.1. Revisión bibliográfica de antecedentes, estado de arte y casos de estudio a nivel nacional e internacional sobre fortificaciones consideradas patrimonio histórico de la humanidad.....	53
4.1.2. Visitas e inspecciones visuales a las fortificaciones militares.....	53
4.1.3. Entrevistas con profesionales relacionados con los estudios e intervenciones realizadas a las fortificaciones militares	53
4.2. CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	54
4.3. PREPARACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL	54



5.	RESULTADOS Y DISCUSION	55
5.1.	PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS FORTIFICACIONES	55
5.1.1.	Proceso constructivo.....	57
5.1.1.1.	PARTE 1: Precedentes a la construcción	57
5.1.1.2.	PARTE 2: Proyección y construcción de las estructuras militares en Cartagena de Indias y el corregimiento de Bocachica	59
5.1.1.2.1.	Baterías	63
5.1.1.3.	Fuertes de Cartagena de indias	64
5.1.1.3.1.	Cortinas	64
5.1.1.3.2.	Revellines.....	65
5.1.1.3.3.	Camino cubierto.....	66
5.1.1.3.4.	Glacis o explanada	66
5.1.1.3.5.	Traveses	66
5.1.1.4.	Fuertes de tierra bomba	67
5.1.1.4.1.	Aljibes	70
5.1.1.4.2.	Necesarias	70
5.1.1.4.3.	Flancos	71
5.1.1.5.	Obras subterráneas.....	72
5.1.1.6.	Puertas principales de las plazas.....	74
5.2.	PERFILES CONSTRUCTIVOS DE CIMIENTOS Y MUROS	75
5.2.1.	Cimientos erigidos en las fortificaciones militares de la ciudad Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica.....	75
5.2.1.1.	Construcción de muros sobre la pendiente de una roca.....	78
5.2.2.	Tipos de muros y sus técnicas constructivas	80



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



5.3. MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS FOTIFICACIONES Y SU PROCEDENCIA HISTORICA.....	82
5.3.1. Piedra caliza.....	83
5.3.2. Ladrillos.....	83
5.3.3. Los hornos de ladrillos y tejas	84
5.3.4. La cal	85
5.3.5. Canteras y hornos	85
5.3.6. La argamasa.....	87
5.3.7. Madera	88
5.3.8. Almacenamiento de la madera	88
5.3.9. Agua.....	89
5.3.10. El hierro	90
5.4. INTERVENCIONES REALIZADAS EN LAS FORTIFICACIONES.....	90
5.4.1. Cortina entre el baluarte de francisco Javier y baluarte de san Ignacio	90
5.4.2. Baluarte de san Ignacio.....	91
5.4.3. Cortina entre el baluarte de san Ignacio y san Juan Evangelista	91
5.4.4. Baluarte de san Juan Evangelista.....	92
5.4.5. Cortina de la boca del puente o torre del reloj.....	92
5.4.6. Fuerte san Fernando de Bocachica	93
5.4.7. Fuerte-batería san José de Bocachica	93
5.5. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS.....	95
5.5.1. Comparación de la resistencia a la compresión entre las murallas de Cartagena y el corregimiento de Bocachica.....	95
5.5.2. Comparación de la resistencia a la compresión de las murallas de Cartagena....	98



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



5.5.3. Comparación de resultados de ensayos murallas / contra-murallas	100
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	114



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de Francisco Javier y baluarte de San Ignacio.....	90
Tabla 2. Cronología de construcción e intervenciones baluarte de San Ignacio.....	91
Tabla 3. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de San Ignacio y San Juan Evangelista.....	91
Tabla 4. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de San Ignacio y San Juan Evangelista.....	92
Tabla 5. Cronología de construcción e intervenciones cortina de la boca del puente o torre del reloj.....	92
Tabla 6. Cronología de construcción e intervenciones Fuerte San Fernando.....	93
Tabla 7. Cronología de construcción e intervenciones Fuerte San José.....	93
Tabla 8. Componentes y características lienzo de muralla entre el monumento de la India Catalina y el museo de la marina en Cartagena de indias.....	94
Tabla 9. Propiedades de la muralla, fortificaciones comprendidas entre la cortina del baluarte San Fernando y San Ignacio y la cortina Boca del puente y el baluarte San Pedro mártir.....	95
Tabla 10. Propiedades de la muralla, fortificaciones comprendidas entre el monumento de la india catalina y el museo de la marina.....	96
Tabla 11. Propiedades del fuerte San Fernando.....	96
Tabla 12. Propiedades del fuerte - batería San José.....	97
Tabla 13. Propiedades y composición química de los materiales de las murallas de la ciudad de Cartagena.....	118



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación ciudad de Cartagena de Indias.	48
Ilustración 2. Ubicación Isla de Tierra Bomba.....	49
Ilustración 3. Murallas de Cartagena.....	49
Ilustración 4. Baluartes de San Ignacio. San Francisco Javier y Santiago.....	65
Ilustración 5. Plano de la batería del Ángel San Rafael	73



LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Comparación de resistencia de valores promedio, máximo y mínimo entre las fortificaciones de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica.	97
Grafico 2. Comparación de la resistencia a la compresión por los ensayos de cilindros, esclerómetro y ultrasonido.	98
Grafico 3. Comparación de Densidades de valores promedio, máximo y mínimo entre las fortificaciones de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica.	99
Grafico 4. Comparación de la resistencia a la compresión de murallas y contramurallas.	100



RESUMEN

En Cartagena de Indias y el corregimiento de Bocachica se encuentran fortificaciones militares que representan un gran patrimonio arquitectónico para nuestro país. Debido a la importancia de preservar la historia representada de forma material en construcciones coloniales que hoy día se han visto afectadas de forma directa por diferentes factores que ponen en peligro el estado físico y la permanencia en años venideros para dichas estructuras, es por ello que en esta investigación se compararon diferentes aspectos estructurales referentes a las fortificaciones militares del centro histórico de Cartagena de Indias y los fuertes del corregimiento de Bocachica, mediante la recopilación de información con el fin de elaborar una base de datos que brinde información de manera consolidada, además de establecer recomendaciones que sirvan en futuros procesos de intervención.

Este proyecto desarrolló una investigación bibliográfica de naturaleza cualitativa, con la que se elaboró un análisis de información tanto primaria como secundaria, examinada y seleccionada a partir de distintas fuentes. Se tomó información desde medios físicos, virtuales y personalmente mediante entrevistas e inspecciones visuales, para luego dar paso al análisis de la información, cuyos parámetros en evaluación y comparación incluyen: Características físicas y químicas, tipos de muros constructivos utilizados, materiales, procedencia de los materiales, estratos portantes de la estructura y tipo de cimentación empleada, además de presentarse la recopilación histórica que describe el proceso constructivo de estas fortificaciones militares, obteniendo como resultado los fundamentos constructivos y las singularidades de la fábrica de elementos utilizados en las fortalezas como baterías, flancos, caminos cubiertos, explanadas, entre otros. Se observaron diferentes técnicas constructivas, entre ellas “muratura a sacco” y técnicas francesas aplicadas tanto para las cimentaciones profundas en los fuertes de la ciudad de Cartagena como para las cimentaciones superficiales en los fuertes de Bocachica. El estudio histórico pudo revelar además, datos de archivo sobre las intervenciones realizadas a lo largo de los años, en donde es posible observar que estas, sobre todo en sus últimos años han presentado un enfoque para el manteniendo, inclusión o incorporación de las fortalezas en las rutas efectuadas hacia atractivo turístico.



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



Considerando la comparación físico-química realizada, tanto en los fuertes de Cartagena como el corregimiento de Bocachica se identificaron en diferentes estudios gran variedad de materiales tales como Caliza (caliza sobre regata, caliza sobre pilastra, piedra caliza), concreto colonial, concreto base cal, pañete base caliza, labrillo, morteros; utilizando parámetros como módulo de elasticidad y resistencia a la compresión, fue posible concluir que el comportamiento de los materiales con respecto a esta primer propiedad es muy variado y los materiales con mayor rigidez son la piedra caliza sobre regata y el concreto base cal, mientras que el material con mejor comportamiento de resistencia a la compresión es el concreto base cal, el cual resulta ser un material significativamente más rígido que el resto de materiales.

PALABRAS CLAVES:

Fortificaciones – Cartagena – Bocachica – análisis – comparación.



ABSTRACT

In Cartagena de Indias and the corregimiento of Bocachica there are military fortifications that represent a great architectural heritage for our country. Due to the importance of preserving the history represented materially in colonial buildings that today has been directly affected by different factors that endanger the physical state and permanence in years to come for the structures, so it is The investigation refers to a comparison with the military fortifications of the historic center of Cartagena de Indias and the forts of the corregimiento of Bocachica, by gathering information in order to develop a database that provides information in a consolidated manner, as well as establishing recommendations that serve in future intervention processes.

This project has a qualitative bibliographic research, with which it can be used to analyze as well as secondary, examined and selected from different sources. Physical, virtual and personalized media searches were conducted through interviews and visual inspections, to then take the step to analyze the information, whose parameters for evaluation and comparison include: Physical and chemical characteristics, types of constructive walls used, materials, procedures the material means, strata bearing the structure and type of certification used, in addition to presenting the historical compilation that describe the constructive process of these military fortifications, obtaining as a result the constructive foundations and the singularities of the factory of elements used in the fortresses as batteries, flanks, covered roads, esplanades, among others. Different constructive techniques were observed, among them "muratura a sacco" and French techniques applied both to the deep foundations in the forts of the city of Cartagena and to the superficial foundations in the forts of Bocachica. The historical study was also revealed, archive data on the interventions carried out over the years, where it is possible to observe that these, especially in their last years, have presented an approach for the maintenance, inclusion or incorporation of the strengths in the routes made towards tourist attraction.

Considering that the physical-chemical comparison carried out, both in the forts of Cartagena and the corregimiento of Bocachica were identified in different studies, a great variety of materials, stories, stories such as Limestone (limestone over race, limestone over pilaster, limestone),



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



concrete colonial, base of lime concrete, base palette limestone, labrillo, mortars; Using parameters such as the modulus of elasticity and resistance to compression, it was possible to conclude that the behavior of the materials with respect to this first property is very varied and the materials with greater rigidity are the stone, limestone over the regatta and the base base lime, while the material with better behavior of resistance to compression is concrete base lime, which turns out to be a material significantly more rigid than the rest of materials.

KEYWORDS:

Fortifications - Cartagena - Bocachica - analysis - comparison.



INTRODUCCIÓN

Tal y como lo revela la historia, la mayoría de las fortificaciones militares surgieron como resultado de la necesidad defensiva que se producía ante la incidencia de conflictos bélicos. (Wiesheu, 2002)

Para dar pie a estas estructuras se emplearon diferentes materiales de construcción y variedades de diseños geométricos elaborados por expertos ingenieros militares y que son símbolos de expresividad y homogeneidad. La piedra coralina, extraída de los arrecifes y de las costas cercanas y la piedra de cantería fueron utilizadas para levantar los muros. (Blanes Martín , 2005)

Se realizaron diferentes tipologías constructivas y fuertes, ubicados en los puntos más vulnerables de las ciudades según las estrategias militares, considerando la topografía del terreno y las diferentes características geográficas de cada lugar.

Cada tipología respondía a una determinada función. Torres homenajes, torres, casa-fuertes, fortalezas permanentes abaluartadas, torreones, reductos, murallas, baterías de costa y de campaña, hornabeques, cuarteles, polvorines, trochas, líneas defensivas, fortines, trincheras y casas de guardia son testimonios de una obra legada por prestigiosos ingenieros y maestros de oficios como canteros, albañiles, herreros, carpinteros, y una mano de obra heterogénea de mayor cuantía como la de esclavos, obreros asalariados, prisioneros, vagabundos, entre otros. (Blanes Martín , 2005)

Cartagena de Indias es una ciudad que por su valor cultural y patrimonial se ha ganado un lugar en la historia. En épocas coloniales fue uno de los principales puertos que servían de vinculación entre España y sus diferentes colonias americanas, convirtiéndose en el legado de una generación que marcó el desarrollo de un país entero. Cartagena actualmente es un gran centro cultural y turístico por poseer bellas iglesias y casas coloniales, pero tiene como principal atractivo a las construcciones militares, como lo son las murallas, fuertes y baterías, preservadas y declaradas patrimonio histórico de la humanidad (UNESCO, 1984)



Al igual que ocurre en otros lugares del mundo, las fortificaciones de la ciudad de Cartagena no solo se han visto afectadas por usos inapropiados, sino también por procesos inadecuados al momento de realizar intervenciones.

De acuerdo con lo anterior, conservar estas estructuras se hace de gran importancia, pues significa conservar una parte de la historia no solo de Cartagena de Indias sino del mundo entero.

Es por ello que en las últimas décadas se ha emprendido una ardua labor para la mejora y rescate de diferentes conjuntos. En el corregimiento de Bocachica se realizó un estudio para la rehabilitación del Parque Histórico y Cultural, que dio como resultado una restauración en las baterías de San Fernando y en la de San José y la reconstrucción en la batería del Ángel San Rafael. Así mismo en la ciudad de Cartagena se han logrado efectivas labores de restauración como en las baterías de San Sebastián del Pastelillo, Manzanillo, la muralla y en el baluarte de Santa Catalina, recuperando el valor que por su naturaleza poseen estas estructuras.

Puesto que la conservación de las fortificaciones militares deben realizarse de tal manera que se pueda preservar la esencia con la que se construyeron en aquella época así como también el buen estado de los materiales, se hace necesaria una investigación en la que se establezca toda la información pertinente a estudios e intervenciones de forma organizada y consolidada que pueda servir de base para el mantenimiento de tan emblemáticas estructuras, que además permita establecer si realmente han sido pertinentes o adecuados los métodos con los que se han venido realizando los procedimientos aplicados en las intervenciones de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias y el corregimiento de Bocachica.

Este proyecto investigativo tuvo por objetivo comparar los aspectos estructurales, las tipologías de muros y los materiales utilizados en las fortificaciones militares de los baluartes de San Ignacio o de los Moros, San Juan Bautista o de la Contaduría y el reloj público en la ciudad de Cartagena de Indias y los fuertes de San José y el fuerte de San Fernando en el corregimiento de Bocachica, mediante la recopilación de información y el análisis de estudios realizados anteriormente en estas fortificaciones, este proyecto ampliará la información existente y realizará una base de datos sobre qué tipo de estudios, evaluaciones e intervenciones que han sido realizadas y que resultados se han obtenido a partir de estas en los fuertes de Cartagena y el corregimiento de Bocachica. Su



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



importancia radica en el aporte al mantenimiento de las estructuras coloniales, además de presentar utilidad teórica y práctica, pues de verse en la necesidad de realizar intervenciones y mejoras a tales estructuras será posible recurrir a esta base informativa y tomar las pautas o recomendaciones establecidas, para proceder de manera oportuna y correcta, disminuyendo así el rápido deterioro de los fuertes para que prevalezcan no solo en la historia, sino que también se conserve el bien tangible en el mejor estado posible, contribuyendo de esa manera con la línea investigativa de conservación y consolidación de monumentos en concordancia con los intereses del grupo de investigación Estructuras, Construcción y Patrimonio (ESCONPAT) de la Universidad de Cartagena.



1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Cartagena es una ciudad privilegiada en el mundo, debido a su gran aporte en cultura e historia de bienes tangibles e intangibles que provee para toda la humanidad. La conservación y mantenimiento del patrimonio histórico, arquitectónico e ingenieril ha sido de vital importancia no solo para la ciudad de Cartagena, sino también para el mundo entero, por esto los procesos de desarrollo encaminados al sostenimiento de los bienes coloniales son un tema de constante investigación y avances con el propósito de preservar en el mejor estado posible para generaciones actuales y futuras.

Con el paso del tiempo las investigaciones de los materiales y el estado físico de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica han sido objeto de estudio para determinar de forma asertiva el método de restauración y los materiales idóneos para mantener en condiciones óptimas los monumentos coloniales de la ciudad que poseen un gran valor histórico y patrimonial para la humanidad; con el fin de establecer recomendaciones que sirvan de soporte a futuras restauraciones e intervenciones a las murallas teniendo en cuenta el estado y especificaciones de los materiales. A continuación, se encuentran algunos de los estudios realizados sobre materiales, restauración y conservación de los bienes con valor histórico y patrimonial.

1.1.1. Entorno Internacional

- ❖ **PATRIMONIO, I. A. (2011). Recomendaciones técnicas para la georreferenciación de entidades patrimoniales. Sevilla: Junta de Andalucía.**

Este proyecto consistió en demostrar el papel relevante que hoy día juega el uso de la información geográfica en los procesos de restauración como herramienta para conocer y documentar el patrimonio cultural en el marco del Instituto del Patrimonio Histórico, así como fuente de información para su estudio, arrojando como resultado un protocolo normalizado para los procesos de tratamiento de la documentación cartográfica sobre el patrimonio, definiendo las fases del proceso, las técnicas a utilizar en cada fase, los datos y metadatos a obtener y los estándares



oficiales aplicables en el ámbito de la realización de registros de inventarios. Entre las limitaciones que presenta este estudio se tiene que el error máximo tolerable que arrojan estos sistemas de georreferenciación está relacionado con la escala de producción de los datos y el límite de percepción visual del ojo humano (estandarizado en 0,2 mm), por tanto, la precisión requerida debe equivaler a la dimensión espacial en la realidad (metros) que tenga un objeto representado en la cartografía a escala con una dimensión menor o igual a 0,2 mm. (Instituto Andaluz del patrimonio histórico, 2011)

❖ **TORRES MONTEALEGRE, M., & LÓPEZ VÁZQUEZ, L. (1998). Estudio de las murallas de Talavera de la Reina: Deterioro y restauración. Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, (pág. 8). Coruña.**

En la realización de este estudio se documentó la importancia histórica de las murallas de Talavera la Reina, los materiales y técnicas empleadas durante su construcción y el proceso de transformación y deterioro que el hombre le ha impuesto.

Además, este estudio evidenció problemas en la muralla de Talavera producto del proceso de urbanismo del siglo XX, debido a que muchas de las casas aledañas a la muralla tomaron esta como pared medianera anclando vigas y tejados que le sumaban cargas que no fueron consideradas en su diseño original, lo cual amenazaba la estabilidad de esta. Para solucionar este problema se adquirió un verdadero compromiso institucional que fortaleció una ley que data desde el 1978 la cual permite realizar expropiaciones de los predios ilegales para su posterior derribo y así convertir estas zonas en jardines y paseos peatonales. La limitación que tuvieron en la implementación de esta ley es que algunos predios pertenecían a personas influyentes en la ciudad las cuales utilizaron cierto tipo de argucias jurídicas para frenar la restauración.

Con este estudio otro problema que se evidenció fue la contaminación de la roca; Lo que consiste en una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de esta como consecuencia de la acumulación de sustancias tóxicas en unas concentraciones que superan el poder de amortiguación natural de la piedra y que modifican negativamente sus propiedades. La solución que se dio fue la de implementar tratamientos de biorrecuperación, pero para que la efectividad de estos tratamientos en rocas sean los esperados y no se vean limitados no sólo hay que tener en



cuenta factores biológicos, como la existencia de poblaciones microbianas susceptibles de transformar los contaminantes, la presencia de nutrientes y oxígeno, sino también factores ambientales como el tipo de roca, la temperatura y el pH. Terminado el estudio se concluyó que, en cualquier caso, un factor limitante para la biorrecuperación es que todavía no se conocen en profundidad los mecanismos que controlan el crecimiento y la actividad de los microorganismos en ambientes contaminados. (Torres Montealegre & López Vázquez, 1998)

- ❖ **RIVERA ALICEA, PAUL A. (2012). Nuevas rutas y movilidad posfordista en el espacio turístico caribeño. estudios de caso: ciudades patrimonios de la humanidad con sistemas de murallas y fortificaciones españolas de los siglos xvi al xix: san juan de puerto rico, santo domingo. tesis doctoral, universidad de las islas baleares, palma de Mallorca.**

El objetivo principal de la tesis y trabajo de investigación doctoral fue: Auscultar las posibilidades de cambio que produciría el establecimiento de nuevas rutas y movilidad postfordista en el espacio turístico del litoral del Caribe Español: San Juan de Puerto Rico, Santo Domingo, La Habana y Cartagena de Indias. Así como Conocer las motivaciones de viaje del visitante que se desplaza a San Juan de Puerto Rico y sus posibilidades de visitar las demás ciudades patrimonio de la humanidad del Caribe Español.

Con el método investigativo de recolección e investigación visual y luego de haber recorrido y estudiado el Caribe insular español y Cartagena de Indias en el litoral del Gran Caribe suramericano pero, muy especialmente las cuatro ciudades incluidas en este trabajo: San Juan de Puerto Rico, Santo Domingo, Cartagena de Indias y La Habana, se realizaron visitas y entrevistas a directivos y funcionarios de las distintas ONG's responsables de la preservación y gestión de los lugares en donde se encuentran los sistemas de murallas y fortificaciones españolas de los siglos XVI al XIX.

En estas cuatro ciudades patrimonio de la humanidad, se trabajó directamente con el organismo que mejor información reúne de cada uno de los sitios; éstos son: la Biblioteca y Centro de Investigación de los Lugares de Interés Histórico del Sistema de Parques Federales de los Estados Unidos de América, ubicado, en el Castillo San Cristóbal en San Juan de Puerto Rico; con el



Departamento de Historia y Geografía de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD); con el Centro de Investigación y Plan Maestro de la Oficina del Historiador de La Habana; con la Oficina de Mejoras Publicas de Cartagena de Indias; y, con el Archivo General de Indias en Sevilla, España. Además de las visitas y entrevistas realizadas, en viajes de reconocimiento del espacio geográfico y sobre los objetos patrimoniales incluidos en dicha investigación, se utilizaron herramientas de trabajo e investigación, entre las cuales incluyen: lecturas de textos de historia y geografía clásica de cada ciudad y de la región caribeña, libros de geografía turística, del fordismo y postfordismo turístico global, artículos y documentos especializados en los sistemas de murallas y fortificaciones españolas del Caribe Español de los Siglos XVI al XIX, cartografía y mapas, locales y regionales, literatura turística, estadística histórica y actual de la actividad turística disponible en cada ciudad; y otros escritos y documentos, necesarios y relacionados a través de internet.

Las conclusiones generales de esta investigación se desprenden de los resultados provenientes de las encuestas y las entrevistas realizadas. A partir del trabajo de campo es posible concluir que la hipótesis principal de esta tesis: El postfordismo promueve un cambio socio – económico en los destinos turísticos del Caribe español, queda afirmada. De esta forma queda totalmente comprobada: “Los sistemas de murallas y fortificaciones españolas construidas entre los siglos XVI al XIX son recursos suficientes para generar nuevas rutas y constituirse en atractores de turistas postfordistas”. (Riviera Alicea, 2012)

- ❖ **GIL CRESPO, I. J. (2013). Fundamentos constructivos de las fortificaciones fronterizas entre las coronas de castilla y Aragón de los siglos xii al xv en la actual provincia de Soria. universidad politécnica de Madrid, arquitectura. Madrid: escuela técnica superior de arquitectura de Madrid.**

El objetivo fundamental de esta tesis es el estudio crítico de los sistemas y técnicas constructivas, empleadas en las fortificaciones bajomedievales fronterizas entre las coronas de castilla y Aragón en la actual provincia de Soria. La investigación se desarrolla a través de un sistema de comparaciones de cómo y aproximadamente, cuando se construyeron estos edificios para establecer tipos constructivos y a partir de ellos generar una calificación cronológica constructiva



que se combina con ese estudio de la documentación historiográfica asequible para investigadores. La investigación utiliza herramientas conceptuales y no destructivas.

Como propósito se tuvo conocer y detallar los elementos históricos que originan enfrentamientos entre las coronas de castilla y Aragón y su desarrollo mediante herramientas historiográficas y analizar las características naturales del territorio en litigio mediante instrumentos cartográficos. Así como conocer y analizar los tipos arquitectónicos y las tradiciones constructivas empleadas en las construcciones que se enmarcan en la investigación.

A pesar del carácter pluridisciplinar de esta investigación en la que confluyen estudios relativos a la geografía, la historia y la arquitectura de un territorio, su campo de acción se puede incluir dentro de la historia de la construcción. El estudio de las técnicas constructivas dentro del periodo histórico, como en el caso del propósito principal de la tesis. La definición del problema surge de la falta de análisis metódico y ordenado del sistema fortificado bajomedieval, así como por las diversas dotaciones erróneas o sin fundamentar, derivado de la aparente falta de fuentes documentales sobre la fundación o las reparaciones de estas fortificaciones. (Gil Crespo, 2013)

❖ **CASTRO BRUNETTO, C. J. (2014). La arquitectura en las fuentes coloniales brasileñas del tiempo de Felipe ii: José de Anchieta y Gabriel soares de Sousa. revista de estudios brasileños.**

La arquitectura que nació en Brasil durante la segunda mitad del siglo XVI. Mientras en Europa eran frecuentes los debates intelectuales y las discusiones en torno al arte, en estas tierras de América del Sur lo que interesaba era fortificar el territorio, combatir a los indígenas hostiles y crear un sistema complejo destinado a la explotación de las riquezas de la colonia gracias al trabajo esclavo. En ese contexto, la arquitectura no era un fin estético, sino una necesidad para cubrir la demanda de fortificaciones, iglesias y construcciones domésticas. Por ello no se redactaron textos específicos sobre cómo debía ser la arquitectura en la colonia, aunque en muchos documentos la arquitectura aparece como referencia secundaria. El paso del tiempo y el poco interés por conservar los textos antiguos, oscurecieron el conocimiento del arte de esa época. Sin embargo, bajo el reinado de Felipe II en Brasil, durante la Unión Ibérica, dos personajes, José de Anchieta y Gabriel Soares de Sousa, intervinieron como cronistas de su época. La luz que arrojan sus escritos colabora



en el conocimiento del Brasil de finales del siglo XVI y la importancia que entonces tuvo la arquitectura como seña de identidad lusitana en la gigante colonia tropical.

A modo de conclusión, es posible indicar que la reunión de todas estas informaciones, a veces inconexas, como se había anticipado, es útil para plantear las siguientes consideraciones sobre la relación entre la arquitectura, la cultura y la religión en el Brasil filipino: En primer lugar, el único elemento verdaderamente significativo de la cultura brasileña en sus inicios está asociado exclusivamente con el hecho militar y religioso. Cualquier otra información relativa a la colonia tendría un interés geográfico, biológico o, simplemente, descriptivo, pero no afectaría al desarrollo de una cultura artística o escrita donde interfiriesen otros conceptos que no fuesen los religiosos.

Se ha de entender que al plantear la idea cultural de la existencia del Brasil se refiere a un hecho urbano, una cultura que se desarrolla en un medio que reproduce los modelos importados de la metrópoli. No se quiere, ni mucho menos, plantear que toda la trascendental actividad misionera de los jesuitas –y restantes órdenes desde el siglo XVII– sobre los indios sea menos brasileña. Lo que se quiere señalar es que, simplemente, la cultura indígena y las misiones influirían poco en la formación del hecho colonial a posteriori. La única excepción, fuera de los centros urbanos, vendrá determinada por la organización de los ingenios, micro ciudades que empleaban los mismos materiales constructivos y formas artísticas de las villas, pero en una escala diferente. (Castro Brunetto, 2014)

1.1.2. Entorno Local

- ❖ **FERNANDEZ TORRES, G., & PALENCIA CANTILLO, S. (2014). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos extraídos de la isla de tierra bomba para comprobar su uso en la construcción de las murallas de Cartagena de indias y compararlo con el utilizado actualmente en su restauración, pro. Cartagena: universidad de Cartagena.**

La investigación tuvo como objetivo principal Comparar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos extraídos de la isla de tierra bomba con los materiales constitutivos de las murallas de Cartagena de Indias y comprobar su uso en la construcción de estas y a su vez



compararlo con el utilizado actualmente en su restauración, proveniente de la cantera “Coloncito” en Turbaco.

Este trabajo se realizó mediante una investigación de tipo mixto, donde principalmente se buscó determinar las propiedades físicas y mecánicas del material pétreo extraído de las Canteras de la Isla de Tierra Bomba para compararlas con las del material pétreo que constituyen las murallas de Cartagena y así comprobar, cómo lo dice la literatura históricamente, si fue utilizado en la construcción del cordón amurallado.

Así mismo se pretendió comparar las propiedades del material pétreo extraído de la cantera Coloncito en el municipio de Turbaco - Bolívar utilizado en la restauración de las murallas, con el material extraído de la Isla de Tierra Bomba y el que constituye las murallas de Cartagena para determinar si es un material posee características similares y es apropiado para las labores de restauración y rehabilitación de las murallas de Cartagena.

Como resultados de esta investigación se tiene que, las murallas presentan variaciones en sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo de la misma, debido a esto, se organizaron los resultados en tres zonas que corresponden a las siguientes: Zona 1 (Fuerte de la Tenaza hasta el Baluarte La Merced), zona 2 (Baluarte La Merced al Baluarte Santiago) y zona 3 (Baluarte Santiago al Baluarte San Francisco Javier).

El material extraído de canteras de Tierra Bomba es 63,44% menos resistente que el de coloncito y coincide solo con la zona 3 de las murallas, (Baluarte Santiago al Baluarte San Francisco Javier), con una resistencia a la compresión de 110,52 kg/cm² y porcentaje de desgaste del 33,70 %. La diferencia porcentual entre densidades es de 1,43% y 0,25% para la porosidad total. En consecuencia, los resultados arrojados en los ensayos realizados a este material y la similitud que presentó con los estudios previos realizados al cordón amurallado sobre todo en su porosidad y resistencia a la compresión, se corrobora el hecho histórico de la utilización del material pétreo extraído de las canteras de Tierra Bomba en la construcción de las murallas de Cartagena de Indias.

El material de Coloncito coincide con la zona 2, (Baluarte La Merced al Baluarte Santiago), con diferencias porcentuales de densidades de 1,75%, resistencia a la compresión 6,99% y porosidad total de 1,75%. Este material presenta un porcentaje de desgaste aceptable por lo que, en términos



de calidad, se puede afirmar que es un material relativamente bueno e indica que es óptimo para ser utilizado en procesos de restauración y rehabilitación de esta zona de la muralla.

Es importante efectuar estudios en la zona 1 de las murallas, puesto que es el tramo de los estudiados que no coincide con los resultados de la densidad real y la resistencia a la compresión del material de Tierra Bomba ni con el de Coloncito, asemejándose a la densidad aparente y a la porosidad presente en el material de Tierra Bomba, esto se debe a las características de la roca que se utilizó en su construcción. (Fernandez Torres & Palencia Cantillo, 2014)

❖ **CABRERA CRUZ, A., BORGES, C., VERGARA, O., & MORALES, I. (2004).
Estudio técnico bienes culturales Cartagena de Indias. Cartagena: IPCC.**

Este estudio pone en marco los diferentes estilos arquitectónicos que están presentes en el centro histórico de Cartagena debido a las distintas épocas coloniales en las que fueron edificadas, la primera etapa del estudio fue una inspección visual para una descripción de los problemas estructurales, antrópicos y patológico que afectan a las murallas, elaborando un informe de manera general con el diagnóstico y recomendaciones en los que se atribuye el mejoramiento de los lugares inspeccionados de las fortificaciones, dividida en 5 sectores (1.Castillo de San Felipe de Barajas; 2.Fuerte de San Sebastián del Pastelillo; 3.Estructuras arquitectónicas y fortificaciones de la Bahía Cartagena; 4.Fortificaciones del Centro Histórico, barrios Catedral, Santa Teresa, Santo Toribio, San Diego y San Sebastián; 5.Fortificaciones de Getsemaní).

Dando como conclusiones del estudio para el Castillo de San Felipe que es una de las pocas fortificaciones que cumple con casi todos los parámetros de conveniente manejo y de auto sostenibilidad, con algunas salvedades estructurales de agrietamientos y áreas no cuidadas, pero que en general se encuentre en buen estado, considerando que el verdadero potencial del castillo está muy por debajo de lo ideal; para el fuerte de San Sebastián del Pastelillo, se encontró deficiente el cuidado general del fuerte y atención al público en general; en las Estructuras arquitectónicas y fortificaciones de la Bahía Cartagena, Varios de los mejores monumentos de la ciudad están en un inexplicable abandono con pocas ayudas museográficas y museológicas y descuido general a merced de las graves patologías que los acosan y algunos son saqueados sistemáticamente; en las Fortificaciones del Centro Histórico, barrios Catedral, Santa Teresa, Santo Toribio, San Diego y



San Sebastián, se destacan grandes altibajos en el manejo del arriendo de los concesionarios, en el tratamiento de las estructuras. Los arrendatarios intervienen a su acomodo sin conceptos técnicos de restauración los monumentos; y para las fortificaciones de Getsemaní, se observó con algunas formas de apropiaciones indebidas de los monumentos en muchos casos por grupos marginales, desplazados, gamines e indigentes. Las murallas en general se encontraron cubiertas de fragmentos de vidrios de las continuas riñas callejeras, en general el sitio es peligro para cualquier transeúnte ocasional que desconozca esta realidad.

Como limitantes, este estudio fue una recolección de evidencias visuales de los problemas de las estructuras en cuestión, sin ningún tipo de ensayos que permitan evaluar las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los materiales usados en las edificaciones coloniales, adicional a esta falta de datos representativos por ensayo esta la falta de geo referencia a las patologías encontradas. (Cabrera Cruz , Borges, Vergara , & Morales , 2004)

❖ **MEZA, M., & RHENALS, J. (2011). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales más utilizados y disponibles en la región para la restauración de las fortificaciones coloniales de la ciudad de Cartagena. Cartagena: universidad de Cartagena.**

Esta investigación tuvo la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de los principales materiales disponibles para restaurar el cordón amurallado en la ciudad de Cartagena, tomando como referencia las principales fuentes que los suministran en el departamento de Bolívar. Para cumplir este objetivo, se recolectó toda la información existente sobre el tema, se contactó con arquitectos que han intervenido estas fortificaciones, se visitaron entidades encargadas de conservar los monumentos de la ciudad y se realizaron ensayos a los materiales hallados (caliza, ladrillo y argamasa) en las distintas fuentes (Turbaco y Bayunca). Las propiedades físicas y mecánicas que se establecieron como fundamentales en dichos materiales fueron: la resistencia a la compresión, desgaste, densidad y porosidad.

Las comparaciones realizadas en los ensayos mostraron que las piedras calizas que cuentan con las mejores propiedades físicas y mecánicas son las extraídas de la Cantera de Coloncito y La Constancia, mientras que las piedras de la cantera Guadalupe mostraron las características menos



apropiadas para las restauraciones del Cordón amurallado (con un porcentaje mayor al 50% en el ensayo de desgaste y una resistencia de 37,04 Kg/cm²). En el caso de los ladrillos, se observaron resistencias similares en las distintas fuentes, los ladrillos que presentaron mayor resistencia fueron los de la Ladrillera el Peaje. Las pruebas realizadas a la mezcla de argamasa dieron como resultado una resistencia más alta en los cubos de relación dos partes de arena por una de cal (3,34 Kg/cm²) frente a la de la relación de dos partes de cal por una de arena (2,97 Kg/cm²); además de esto se mostró que existe una relación directa entre la resistencia y el número de días que tenía la muestra. Los autores recomiendan analizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados originalmente en la construcción de las murallas, para luego compararlos con los materiales que están disponibles para su restauración. (Meza & Rhenals , 2011)

❖ **DÍAZ ANDRADE., L., & MÉNDEZ PINEDA, J. (2015). Plan para intervención y monitoreo de las patologías del cordón amurallado de la ciudad de Cartagena de indias. Cartagena: universidad de Cartagena.**

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el de Diseñar un plan para intervención y monitoreo de las patologías existentes en el cordón amurallado del centro histórico de la ciudad de Cartagena de indias específicamente en el tramo comprendido desde el baluarte de San pedro Mártir hasta el baluarte de La Merced, mediante la revisión y actualización de estudios previos, y así proponer una solución a cada caso específico para las áreas afectadas. (Diaz Andrade & Mendez Pineda, 2015)

La metodología de estudio en primera instancia fue una descripción de las características de los materiales usados en la construcción de las fortificaciones militares, además de los factores por lo que se ven afectadas y toda la normativa legal y vigente que rige los procesos de restauración.

Luego procedió la segunda fase de la metodología de investigación y se obtuvieron los resultados del ensayo con martillo Smith o esclerómetro y de las coordenadas producto de la georreferenciación de las patologías encontradas en el tramo de muralla comprendido desde el baluarte san pedro mártir hasta el baluarte la merced en su escarpa, contraescarpa y plataforma. Los resultados de resistencia de la piedra afectada fueron comparados con los resultados de la prueba de resistencia realizados a una piedra que no presenta ninguna clase de patología. También



se comparó con el estudio realizado en el año 2012 por los ingenieros Luis Santos y Lilia Rhenals ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS MATERIALES PETREOS EXTRAIDOS DE LA ISLA DE TIERRA BOMBA PARA COMPROBAR SU USO EN LA CONSTRUCCION DE LAS MURALLAS DE CARTAGENA DE INDIAS Y COMPARARLO CON EL UTILIZADO ACTUALMENTE EN SU RESTAURACION, PROVENIENTE DE LA CANTERA “COLONCITO” EN TURBACO.

Se evidencio en las conclusiones de la investigación: que el tramo de muralla evaluado que corresponde desde el baluarte San Pedro Mártir hasta el Baluarte la Merced relativamente se encuentra en buen estado con una resistencia promedio de la roca con problemas patológicos de 273Kg/cm² (moderadamente resistente) en comparación con los otros dos tramos de murallas investigados por nuestros compañeros de proyecto como es el tramo comprendido desde el Baluarte la Merced hasta el Baluarte San Francisco Javier cuya resistencia promedio de la roca afectada fue de 119.95Kg/cm² (débil) y el tramo comprendido desde el Baluarte San Francisco Javier hasta la Torre del Reloj que mostro un resistencia promedio de las rocas afectadas de 53.03Kg/cm² (muy débil) . Esto se debe a factores como que el tramo estudio fue construido de manera más reciente que el resto de la muralla, por su ubicación se encuentra resguardado de los vientos que azotan con mucha intensidad que junto a partículas de arena generan un efecto san blasting y tal vez la razón más importante es que algunas partes de la escarpa y plataforma no sufrieron tantos impactos de bala de cañón durante los asedios piratas y batallas que se libraron en Cartagena de indias. (Diaz Andrade & Mendez Pineda, 2015)

❖ **NAVARRO OYOLA, J., & TRUJILLO ORDOÑEZ, G. (2014). Evaluación patológica y de vulnerabilidad sísmica del fuerte san Fernando de bocachica. Cartagena: universidad de Cartagena.**

El objetivo principal de este estudio fue diagnosticar el estado actual del Fuerte de San Fernando de Bocachica a través de un estudio patológico y de vulnerabilidad sísmica que se ajustaron a las especificaciones de la Norma de Construcción Sismo Resistente de Colombia (NSR-10), con el fin de plantear las soluciones más adecuadas para la conservación del monumento y que impacten



lo menos posible a la estructura original, para así, garantizar la seguridad estructural de la misma. (Navarro Oyola & Trujillo Ordoñez, 2014)

El proceso de investigación que se desarrolló durante este trabajo fue de tipo mixto, ya que contó con dos fases, constituida por una parte descriptiva y otra experimental. Cada fase se realizó por una serie de pasos secuenciales de manera ordenada, que ayudaron en el progreso de la investigación. Esta contó con un estudio patológico y posterior, un estudio de vulnerabilidad sísmica.

Como resultados de la investigación mediante el estudio patológico y de vulnerabilidad sísmica del fuerte San Fernando fue posible dar un veredicto final del estado de la estructura. Se pudo observar que el fuerte está afectado por daños y/o afectaciones que se encuentran en gran parte de su área, entre los daños que se encontraron en el fuerte, se identificaron caries superficiales, profundas, pérdida de los sillares, pérdida del pañete, entre otros. Dichas afectaciones se dieron debido a reacciones químicas las cuales no perjudican directamente el comportamiento mecánico de la estructura. (Navarro Oyola & Trujillo Ordoñez, 2014)

❖ **BARBOSA L, A., & CARMONA, L. (2011). Caracterización fisicoquímica de un biomaterial marino con fines de restauración de bienes culturales. Cartagena: universidad de Cartagena.**

Este estudio tuvo como finalidad la caracterización de materiales en un ámbito fisicoquímico. El estudio fisicoquímico y espectroscópico del material fue realizado para hallar su biorreceptividad superficial y sintetizar morteros más resistentes al intemperismo. Además de Los análisis de DRX en los que se reflejaron la presencia predominante de calcita y para la especie PR trazas de aragonita, esta muestra presentó mayor absorción de metales Fe y Mn, siendo indicativo de contaminación.

A partir de este estudio se obtuvo cal procedente de los materiales marinos meteorizados, que fue óptima para la fabricación de morteros tipo pañete para restauración, debido a los porcentajes altos de calcio que poseían, siendo una fuente promisoría de CaCO_3 para la obtención de cal hidráulica y ser empleadas en restauración de material pétreo de edificaciones antiguas. Además, presentaron la ventaja que, al poseer superficies específicas bajas y microporosidad alta, son poco adsorbentes



y menos propensos a los ataques de microorganismos y absorción de contaminantes atmosféricos. (Barbosa L & Carmona , 2011)

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Cartagena de indias, patrimonio histórico y cultural de la humanidad

Los españoles la dotaron del sistema de fortificaciones defensivas más extenso e imponente de cuantas ciudades fundaron en el Nuevo Mundo y construyeron, además, uno de los conjuntos arquitectónicos más representativos del período colonial, plasmado en edificaciones civiles y domésticas, iglesias y claustros, calles y plazas que le dieron un carácter único a nivel mundial.

Fue declarada Patrimonio Histórico de la Humanidad por la UNESCO en noviembre de 1984 (código C-285), siendo el primer lugar colombiano en entrar a formar parte de la Lista del Patrimonio Mundial Cultural y Natural con la denominación de «Puerto, Fortaleza y Conjunto Monumental de Cartagena».

Fundada sobre una de las pocas elevaciones naturales de la región, antiguo asentamiento de los indios Malibúes, la ciudad se constituyó en paso obligado de mercaderías y viajeros entre Cartagena y el interior. Su situación privilegiada y su activo comercio dieron origen a una excepcional calidad y belleza en su arquitectura, la cual se conservó intacta hasta nuestros días, gracias, paradójicamente, al estado de aislamiento y postración en que cayó la ciudad durante el siglo XIX y gran parte del XX, debido al cambio paulatino del curso principal del río y al atraso socioeconómico derivado de la guerra de Independencia y de la sucesión de guerras civiles que afectaron a Colombia a lo largo del siglo XIX.

Fue declarada Monumento Nacional en 1959 y, en diciembre de 1995, entró a formar parte del Patrimonio Mundial de la UNESCO (código C-742), como una muestra depurada de la arquitectura colonial española en el Nuevo Mundo. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2003)



1.2.2. Clasificación de patrimonio cultural tangible inmueble

Patrimonio es el conjunto de bienes culturales y naturales, tangibles e intangibles, generados localmente, y que una generación hereda / transmite a la siguiente con el propósito de preservar, continuar y acrecentar dicha herencia. (DeCarli, 2006).

El patrimonio natural y cultural constituyen la fuente insustituible de inspiración y de identidad de una nación, pues es la herencia de lo que ella fue, el sustrato de lo que es y el fundamento del mañana que aspira a legar a sus hijos. (UNESCO).

Existen dos tipos de patrimonio: Patrimonio natural que abarca a los lugares de la naturaleza esenciales para la preservación de los ecosistemas y el patrimonio cultural de un pueblo, este, comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas, surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo; la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte y los archivos y bibliotecas.

Existe así el patrimonio cultural tangible (que es el que se puede ver y tocar, como una pintura, un instrumento musical, o un edificio) e intangible (que no tiene forma física, como lo es un lenguaje autóctono, una leyenda, una celebración o una tradición).

El patrimonio tangible a su vez se clasifica en mueble (que puede trasladarse) e inmueble (que no se puede trasladar, como una casa o edificio).

El Principal tipo de patrimonio existente en Cartagena corresponde al patrimonio cultural tangible inmueble, específicamente a un conjunto de edificios históricos. (BAMONDS, 2009).

1.2.3. Fortificaciones de Cartagena de Indias

Cartagena de Indias desde sus inicios como ciudad clave del Imperio Español fue siempre el objetivo militar de países entonces rivales como fueron Inglaterra y Francia. Por esto, la fortificación de la plaza era más que indispensable para poder asegurar la victoria en caso de incursiones enemigas.



El proceso de fortificación de toda la ciudad y sus alrededores comenzó en la Colonia en pleno siglo XVI y siguió hasta finales del siglo XVIII, a pocos años de la época de la Independencia. El Fuerte del Boquerón, el primero en Cartagena de Indias, surgió por la necesidad de cubrir la entrada a la Bahía de las Ánimas, para dificultar cualquier desembarco o penetración masiva en las proximidades. Dicho fuerte estaba ubicado donde hoy está el Fuerte de San Sebastián del Pastelillo, en la Isla de Manga. El Boquerón era auxiliado a su vez por baterías, que impedían el libre acceso por alguna de las rutas de invasión hacia la ciudad.

Hubo dos baterías en cercanías de los Baluartes de Santa Catalina y San Lucas, donde hoy es El Cabrero, que protegían el acceso por tierra desde el norte; dos baterías más se hallaban en Punta Icacos (donde hoy está el Hotel Caribe) y que defendían la entrada por el sur; y dos baterías en el sitio que hoy ocupa el Baluarte de Santo Domingo, protegiendo el acceso frontal desde el mar y desde la península de Bocagrande.

Estas defensas no eran suficientes, sin embargo, para proteger la ciudad, que cayó ante las invasiones de Martin Cote y Francis Drake, y obligó a la Corona Española a diseñar un proyecto de fortificación serio, realizado por el ingeniero italiano Bautista Antonelli, para convertir a Cartagena de Indias en la plaza mejor fortificada en América.

En el siglo XVII las entradas a la bahía por Tierra bomba eran protegidas por el castillo de San Luis de Bocachica, al sur; y el de San Matías, que reemplazó las baterías de Punta Icacos. Este cruzaba fuegos con la Plataforma de Santángel, ubicada al norte de Tierra bomba y que desapareció por su ineficacia.

El Fuerte de Santa Cruz de Castillo grande se ubicaba en la Punta del Judío (donde hoy está el Club Naval) y cruzaba fuegos con el Fuerte de Manzanillo, localizado en la isla del mismo nombre, al otro lado del canal.

El Baluarte del Reducto se ubicaba en uno de los extremos de la entonces Isla de Getsemaní y cruzaba fuegos con El Boquerón, lo mismo que la Puerta de la Media Luna, por donde la ciudad se comunicaba con tierra firme.



En el Cerro de San Lázaro se encontraba el fuerte del mismo nombre, que años después se transformaría en el Castillo San Felipe con reformas y añadiduras que lo harían más poderoso.

En el siglo XVIII fue cuando la construcción militar cobró mayor importancia en Cartagena de Indias. El ingeniero militar Don Juan de Herrera y Sotomayor se encargaría de reparar aquellas edificaciones destruidas en la invasión de Vernon.

Se restauraron el Castillo de San Luis de Bocachica y el Castillo de San Felipe de Barajas.

Se rehabilitaron las baterías de Chamba, San Felipe y Santiago, ubicadas en la costa exterior de Tierra bomba.

Se rehabilitaron a su vez otras dos baterías en la Isla de Barú: Varadero y Punta Abanico.

Se reconstruyeron los fuertes de Manzanillo y Castillo grande.

Otro ingeniero, Juan Bautista Mac Evan, se destacaría por la concepción del proyecto del Castillo de San Fernando de Bocachica (realizado por Lorenzo de Solís y Antonio de Arévalo) el cual reemplazó a San Luis, que de todas maneras había quedado inservible.

También se proyectó el Fuerte de San Sebastián del Pastelillo. En la segunda mitad del siglo XVIII, Don Antonio de Arévalo sería el encargado de rematar la fortificación de la plaza para hacerla inexpugnable en su totalidad.

Arévalo reforzó el Castillo de San Felipe con baterías laterales, haciéndolo más fuerte aún.

Construyó la Escollera de la Marina, que corría desde el Baluarte de Santa Catalina hasta el de Santo Domingo y servía para proteger las murallas de las olas del mar.

Concluyó el Castillo de San Fernando en Bocachica y sus baterías respectivas: Ángel San Rafael (hoy restaurada), San Francisco Regis y Santiago.

También se le abona el haber construido el Espigón de Santa Catalina (mal conocido hoy como La Tenaza), que servía para repeler las incursiones terrestres provenientes de la zona de Marbella.

Construyó La Tenaza, ubicada enfrente de los baluartes de Santa Catalina y San Lucas; como también las baterías de Más, Crespo y el Hornabeque de Palo Alto, que hoy no existen.



Realizó la Escollera de Bocagrande, impresionante obra submarina destinada a impedir el paso de navíos por la Boca Grande, entre Punta Icacos y Tierra Bomba.

La última obra de Arévalo fue la construcción de las bóvedas a prueba de bombas ubicadas entre el Baluarte de Santa Catalina y el de Santa Clara, obra que culminaría el cierre sistemático de la ciudad amurallada.

Esta también fue la última edificación militar levantada por España en Cartagena de Indias, ya en las postrimerías del siglo XVIII, cuando el siglo XIX aguardaba con la revolución de la Independencia. (cartagenacaribe, 2017)

1.3. MARCO CONCEPTUAL

En conformidad con el proyecto en estudio, a continuación, se presentan y definen algunos términos técnicos con el fin de caracterizar todos aquellos elementos que intervienen en el proceso de la investigación.

1.3.1. Fortificación

Una fortificación se define como un lugar destinado a la protección de los ataques enemigos, aumentándola a través de obras defensivas. Dentro de la Arquitectura militar, designa al arte de construir obras de defensa militar y de modificar el terreno para el combate de manera tal que beneficie la actividad de las fuerzas propias y dificulte las del enemigo. (Diccionario actual, 2017)

1.3.2. Muralla

Una muralla es una pared que se construye con un fin defensivo. Su objetivo es proteger algún espacio o territorio específico. Las murallas sirven para aislar una población, separar territorios o cerrar un sitio. Esta clase de muro también permite establecer un límite o una frontera. Por lo general, se construye con rocas y ladrillos, que son materiales muy resistentes. (Definicion.de, 2017)

1.3.3. Baluarte

Para la Real Academia Española su definición es “obra de fortificación que sobresale en el encuentro de dos cortinas o lienzos de muralla y se compone de dos caras que forman ángulo



saliente, dos flancos que las unen al muro y una gola de entrada”; “amparo y defensa.” (Diccionario actual , 2017)

El Diccionario de Construcción y Arquitectura lo define como: “obra para la defensa, de planta circular, rectangular o poligonal que sobresale de la muralla de una fortificación. También llamado bastión, luneta.”

En la terminología militar existen varias tipologías de esta fortificación, entre ellas se pueden mencionar, baluarte:

1.3.4. Plano

Utilizado dentro de la fortificación irregular, y se usa cuando la cortina es muy larga y mira al mar o a un río navegable y ésta mal defendida.

1.3.5. Lleno

En el interior existe un terraplén. Algunas veces se realizan bajo el terraplén bóvedas interiores, que son espacios que se usan como almacén.

1.3.6. Doble

Es el que incluye otro menor en su interior.

1.3.7. Cortado

El que posee cortaduras hechas al interior. Esto se realiza como un sistema de prevención ante el avance eventual del enemigo.

1.3.8. Separado

Es un foso que lo separa de la cortina o del cuerpo de la plaza.

1.3.9. Vacío

Es cuando el terraplén sigue las caras y flancos de la fortificación.

1.3.10. Cortina

En arquitectura militar, cortina es el lienzo de muralla comprendido entre dos bastiones, torres de un castillo o fortaleza, de las que recibe apoyo y flanqueo.



1.3.11. Batería

Conjunto de piezas artilleras dispuestas para hacer fuego en edificios construidos para albergar los cañones. Por tanto, una batería es también una obra de fortificación, que puede quedar adjetivada de varios modos en función de sus características. Existen muchos tipos de baterías y se solían emplazar en la entrada de los puertos, asegurando así un control efectivo sobre el tráfico marítimo que se introducía en determinadas bahías. (Region de Murcia Digital, 2017)

1.3.12. Castillo

Edificio fortificado, cercado de murallas, fosos y baluartes.

1.3.13. Contramuralla

Pared o fortaleza baja que para mayor protección se levanta desde el muro principal.

1.3.14. Edificio Militar

Fortificaciones presentan un claro fin utilitario, el de la defensa de territorios y personas. Así, presenta un aspecto técnico, desarrollado por la ingeniería militar. (Enciclonet, 2017)

1.3.15. Escarpa

Talud inclinado construido como medida defensiva en una fortificación.

1.3.16. Contraescarpa

Pared en talud del foso del lado contrario a la fortificación, o sea, del lado de la escarpa.

1.3.17. Garita

Consiste en una pequeña torre con troneras o saeteras, generalmente levantada en el ángulo más saliente del baluarte de una fortaleza, que sirve de abrigo y protección a los centinelas que resguardan el recinto.

1.3.18. Intervención

Por intervención se entiende todo acto que cause cambios al bien de interés cultural o que afecte el estado del mismo. Comprende, a título enunciativo, actos de conservación, restauración, recuperación, remoción, demolición, desmembramiento, desplazamiento o subdivisión, y deberá realizarse de conformidad con el Plan Especial de Manejo y Protección si éste fuese requerido. (Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2017)



1.3.19. Materiales de conformación a las fortificaciones

1.3.19.1. Caliza

Roca sedimentaria compuesta, en forma predominante, por minerales de carbonato, principalmente carbonatos de calcio y de magnesio. Los minerales más importantes de las calizas son la calcita y la aragonita, y, en las calizas dolomíticas, la dolomita.

1.3.19.2. Origen químico

El Carbonato de calcio se disuelve con mucha facilidad en aguas que contienen Gas carbónico disuelto (CO₂). En entornos en los que aguas cargadas de CO₂ liberan bruscamente este gas en la atmósfera, se produce generalmente la precipitación del carbonato de calcio en exceso según la siguiente reacción: $Ca^{2+} + 2 (HCO_3^-) = CaCO_3 + H_2O + CO_2$ Esa liberación de CO₂ interviene, fundamentalmente, en dos tipos de entornos: en el litoral cuando llegan a la superficie aguas cargadas de CO₂ y, sobre los continentes, cuando las aguas subterráneas alcanzan la superficie.

1.3.19.3. Origen biológico

Numerosos organismos utilizan el Carbonato de calcio para construir su esqueleto mineral, debido a que se trata de un compuesto abundante y muchas veces casi a saturación en las aguas superficiales de los Océanos y Lagos (siendo, por ello, relativamente fácil inducir su precipitación). Tras la muerte de esos organismos, se produce en muchos entornos la acumulación de esos restos minerales en cantidades tales que llegan a constituir sedimentos que son el origen de la gran mayoría de las calizas existentes. (EcuRed., 2017)

1.3.19.4. Cal

La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que proviene de la calcinación de la piedra caliza. La cal común es el óxido de calcio de fórmula CaO, también conocido como cal viva. Es un material muy utilizado en construcción y en otras actividades humanas. Como producto comercial, normalmente contiene también óxido de magnesio, óxido de silicio y pequeñas cantidades de óxidos de aluminio y hierro.

La cal se puede obtener normalmente por descomposición térmica de materiales como la piedra caliza, que contiene carbonato de calcio (CaCO₃), material extraído de depósitos sedimentarios llamados caliches. Se somete a temperaturas muy altas, que oscilan entre 900 y 1200 °C, por un



período de 3 días, en un horno rotatorio o en un horno especial llamado kiln de cal. El proceso, llamado calcinación, libera una molécula de dióxido de carbono (CO_2), resultando el material llamado óxido de calcio (CaO), de color blanco y muy cáustico (quema los tejidos orgánicos). Sin embargo, el proceso puede ser reversible, ya que, al enfriarse la cal, comienza a absorber nuevamente el CO_2 del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en CaCO_3 o carbonato de calcio.

La cal viva puede ser combinada con agua, produciéndose una reacción violenta que desprende mucho calor. Se forma entonces el hidróxido de calcio que se comercializa en forma de polvo blanco conocido como cal muerta o apagada.

Desde la antigüedad, el uso más frecuente de la cal es como aglomerante en la construcción. Al mezclar cal con agua y arena, se produce una especie de mortero que se utiliza para pegar ladrillos, piedras y también para aplanar paredes y techos. Este uso se debe principalmente a que la cal puede adquirir mucha dureza al secarse y puede ser un material muy resistente. Eso se produce debido a que la cal apagada absorbe el dióxido de carbono que había perdido y se convierte lentamente en carbonato de calcio al secarse. Debido a esa misma característica, la cal también se utiliza para crear pinturas murales con la técnica del fresco. Al endurecerse la cal, por convertirse en carbonato de calcio, facilita la fijación de los colores del fresco. En muchos lugares, también se usa para recubrir fachadas debido a su impermeabilidad.

1.3.19.5.Ladrillos de Arcilla

Bloque de arcilla o cerámica cocida empleado en la construcción y para revestimientos decorativos. Los ladrillos pueden secarse al sol, pero acostumbran a secarse en hornos. Resisten 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 con las tradiciones arquitectónicas.

Algunos ladrillos están hechos de arcillas resistentes al fuego para construir chimeneas y hornos. Otros están hechos con vidrio o se someten a procesos de vitrificación. Los ladrillos se pueden fabricar de diferentes formas, dependiendo de la manera en que se vayan a colocar sus costados largos (al hilo) y sus extremos cortos (cabezales). (Arcillas de Colombia SA, 2017)



1.3.19.6.Argamasa

La argamasa es un tipo de mortero empleado como material de construcción en albañilería, compuesto por una mezcla de cal, arena y agua.

1.3.20. Características Físicas y Químicas

1.3.20.1.Porosidad

Se define la porosidad como la propiedad por el cual todos los cuerpos poseen en el interior de su masa, espacios que se llaman poros o espacios intermoleculares. (Full Quimica, 2017)

Su fórmula es:

$$\phi = \frac{\text{Volumen de espacio para almacenar fluidos}}{\text{Volumen Total}}$$

Como el volumen de espacios disponibles para almacenar fluidos no puede ser mayor que el volumen total de la roca, la porosidad es una fracción y el máximo valor teórico que puede alcanzar es 1. Muchas veces la porosidad es expresada como un porcentaje, esta cantidad resulta de multiplicar la ecuación 1.1 por 100. (Da Silva, 2017)

1.3.20.2.Densidad

La densidad es una propiedad física característica de cualquier materia. Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo:

$$\text{Densidad} = \frac{M}{V}$$

Es decir, es la cantidad de materia (masa) que tiene un cuerpo en una unidad de volumen. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico, pero por razones prácticas se utiliza normalmente el gramo por centímetro cúbico.

1.3.20.3.Dureza

La dureza es la oposición que presenta un material a ser rayado o penetrado por otro cuerpo sólido. La dureza también es una medida de las propiedades de abrasión de un material. Generalmente, los materiales más duros presentan mejores propiedades a la abrasión que otros.



1.3.20.4. Resistencia a la abrasión

Es la propiedad que poseen algunos materiales de resistirse al desgaste provocado sobre el cuerpo por el rozamiento producto de diferentes fenómenos como por ejemplo la erosión.

1.3.20.5. Resistencia a la compresión

Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (Gharagozlou , 2017)

1.4. MARCO LEGAL

1.4.1. Normas generales para la Protección del Patrimonio Cultural a nivel nacional

Nuestra constitución política establece como obligación para el estado y las personas la protección de riquezas culturales y naturales de la nación.

El Sistema Nacional de Patrimonio Cultural de la Nación tiene por objeto contribuir a la valoración, preservación, salva - guardia, protección, recuperación, conservación, sostenibilidad, divulgación y apropiación social del patrimonio cultural, de acuerdo con lo establecido en la Constitución Política en la legislación, en particular en la Ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008 y bajo los principios de descentralización, diversidad, participación, coordinación y autonomía. (Ministerio de Cultura, 2010).

Para principios de la década de los dos mil se crearon planes de acción para la recuperación de centros históricos que incluyen proyectos pilotos en ciudades del país como resultado de la creación del Plan Nacional de Recuperación de Centros Históricos (PNRCH).

El PNRCH es el conjunto de acciones de planificación, financiación, articulación y fortalecimiento institucional propuesto por el Ministerio de Cultura para recuperar y revitalizar los centros históricos declarados bienes de interés cultural del ámbito nacional, surge como respuesta a la



necesidad de recuperar, conservar y revitalizar los centros históricos de las ciudades con una visión de futuro, donde los sectores urbanos fundacionales, recuperen sus funciones como áreas activas de la ciudad, donde se promueva el desarrollo de una manera sostenible con la preservación de las estructuras existentes y con nuevas acciones al interior de sus territorios.

Se ejecutará mediante la formulación e implementación de los Planes Especiales de Manejo y Protección -PEMP-, con una metodología participativa, que garantice la sostenibilidad del bien.

Mediante el PNRCH se pretende Mejorar la calidad de vida en los Centros Históricos, desarrollar un modelo de manejo integral del patrimonio cultural, fortalecer la identidad cultural, avanzar en la equidad social, estimular la participación comunitaria y la descentralización administrativa.

Actualmente existen antecedentes normativos a esta propuesta, leyes y decretos nacionales que buscan la protección y conservaciones de los bienes de interés cultural (BIC). La Ley 1185 de 2008 establece que las entidades territoriales deben armonizar, sus planes de desarrollo con el Plan Decenal de Cultura y con el Plan Nacional de Desarrollo, y asignar recursos para la conservación, recuperación, protección, sostenibilidad y divulgación del patrimonio cultural, el Decreto 763 de 2009 reglamentó de manera precisa los objetivos, contenidos, competencias y estímulos para la conservación y mantenimiento de los BIC, en la elaboración e implementación de los PEMP. La resolución 983 de 2010 se desarrolla algunos aspectos técnicos relativos al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material, el decreto 1080 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura". (Mejía, 2017)

1.4.2. Normas protectoras al patrimonio cultural de Cartagena de Indias a nivel distrital

Inicialmente las reglamentaciones existentes para la protección y defensa del patrimonio histórico de Cartagena de Indias poco regulaban las modificaciones de los bienes culturales y patrimoniales de la ciudad, tal y como se observa en el “reglamento del centro histórico, su área de influencia y la periferia histórica” ubicado en la octava parte del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias establecido mediante el DECRETO No. 0977 DE 2001.

Actualmente existe el Acuerdo 001 de febrero 4 de 2003, acuerdo de Creación del IPCC, donde se dictan normas sobre el patrimonio cultural, la protección y conservación de este, tal y como lo estipula en el Artículo 58.



El Instituto de Patrimonio y Cultura realizará estudios sobre la viabilidad de reglamentar el artículo 68 de la ley 9 de 1989, los artículos 38,48, 49 y pertinentes de la ley 388 de 1997 y el Decreto 0977 de 2001 para establecer los mecanismos que garanticen el reparto equitativo de cargas y beneficios derivados de los tratamientos de conservación que afectan a los inmuebles de carácter patrimonial según el Artículo 74 del acuerdo de creación del IPCC, en este también se estipulan las sanciones a las que se somete quien cometa infracciones que vayan en contra las obligaciones del acuerdo, explicadas en el capítulo V.

En febrero de 2016 se firmó el decreto 0227 que avala la conformación del Consejo Distrital de Patrimonio Cultural, en cumplimiento de lo establecido en la Ley lo cual permitirá la preservación del patrimonio de la ciudad, cuya secretaria técnica estará a cargo de IPCC.

El Consejo Distrital de Patrimonio Cultural se encargará de asesorar a través del diseño de políticas públicas de la protección, salvaguardia, recuperación, conservación, sostenibilidad y divulgación del patrimonio cultural de la Nación.

A su vez se decretó la conformación del nuevo Comité Técnico de Patrimonio, encargado de asesorar sobre todo tipo de intervenciones en los bienes inmuebles y espacios públicos del Centro Histórico y en los inmuebles catalogados de la periferia histórica.

El objetivo es propender por la correcta aplicación de los reglamentos para la intervención y uso de los bienes del patrimonio histórico y cultural del Distrito. (EL UNIVERSAL, 2017)

1.4.3. Regulaciones de Intervención a un BIC

La intervención de un bien de interés cultural del ámbito nacional deberá contar con la autorización del Ministerio de Cultura o el Archivo General de la Nación, según el caso. Para el patrimonio arqueológico, esta autorización compete al Instituto Colombiano de Antropología e Historia de conformidad con el Plan de Manejo Arqueológico. Asimismo, la intervención de un bien de interés cultural del ámbito territorial deberá contar con la autorización de la entidad territorial que haya efectuado dicha declaratoria. La intervención sólo podrá realizarse bajo la supervisión de profesionales en la materia debidamente registrados o acreditados ante la respectiva autoridad. La autorización de intervención que debe expedir la autoridad competente no podrá sustituirse, en el caso de bienes inmuebles, por ninguna otra clase de autorización o licencia que corresponda



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



expedir a otras autoridades públicas en materia urbanística. Quien pretenda realizar una obra en inmuebles ubicados en el área de influencia o que sean colindantes con un bien inmueble declarado de interés cultural, deberá comunicarlo previamente a la autoridad que hubiera efectuado la respectiva declaratoria. De acuerdo con la naturaleza de las obras y el impacto que pueda tener en el bien inmueble de interés cultural, la autoridad correspondiente aprobará su realización o, si es el caso, podrá solicitar que las mismas se ajusten al Plan Especial de Manejo y Protección que hubiera sido aprobado para dicho inmueble. El otorgamiento de cualquier clase de licencia por autoridad ambiental, territorial, por las curadurías o por cualquiera otra entidad que implique la realización de acciones materiales sobre inmuebles declarados como de interés cultural, deberá garantizar el cumplimiento del Plan Especial de Manejo y Protección si éste hubiere sido aprobado. (Ministerio de Cultura, 2010).



2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

Comparar los aspectos estructurales, las tipologías de muros y los materiales utilizados en las fortificaciones militares del centro histórico de Cartagena de Indias y los Fuertes del corregimiento de Bocachica, mediante la recopilación de información y el análisis de estudios realizados anteriormente en estas fortificaciones, con el fin de elaborar una base de datos que brinde información de manera consolidada, además de establecer recomendaciones que sirvan en futuros procesos de intervención.

2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las propiedades físicas y químicas de los materiales que constituyen las fortificaciones a partir de la revisión bibliográfica de bases de datos y estudios realizados.
- Determinar los métodos constructivos utilizados y procedencia histórica de los materiales empleados en las fortificaciones con base en la información recopilada y estudios realizados.
- Elaborar de manera específica y cronológica la descripción general del proceso constructivo de las fortificaciones militares del centro histórico de Cartagena y el corregimiento de Bocachica.
- Elaborar una base de datos que proporcione de manera específica información referente a las intervenciones estructurales realizadas en las fortificaciones.



3. ALCANCE

3.1. DELIMITACION ESPACIAL

El estudio comparativo sobre el origen histórico de los materiales utilizados, métodos constructivos y su caracterización físico química se realizó en la ciudad de Cartagena de indias, ubicada dentro de Colombia, a orillas del Mar Caribe, es actualmente la capital del departamento de Bolívar, zona noroccidental de América del Sur, la investigación se dio paso en las fortificaciones militares ubicadas en el sector Centro de la ciudad, más específicamente en los baluartes de San Ignacio o de los Moros, San Juan Evangelista o de la Contaduría, la Puerta del Reloj o Boca del puente y en el corregimiento de Bocachica ubicado a 1,5 km al suroeste de Cartagena de Indias, en la batería de San José ubicada al otro lado del canal, separado por bajos de la isla de Barú y el fuerte de San Fernando, el cual está construido en el extremo sur de la isla de Tierrabomba.

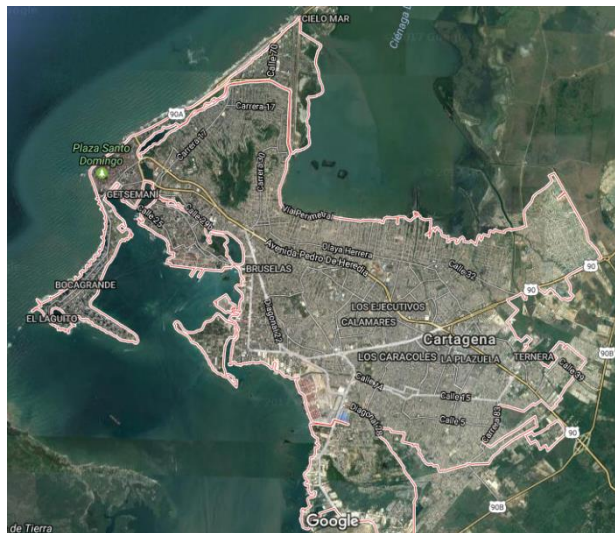


Ilustración 1. Ubicación ciudad de Cartagena de Indias.

Fuente: (Google maps, 2017)



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica

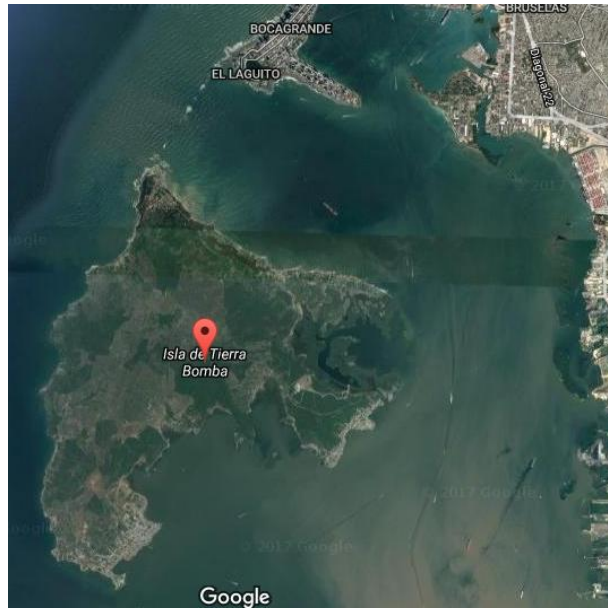


Ilustración 2. Ubicación Isla de Tierra Bomba.

Fuente: (Google maps, 2017)

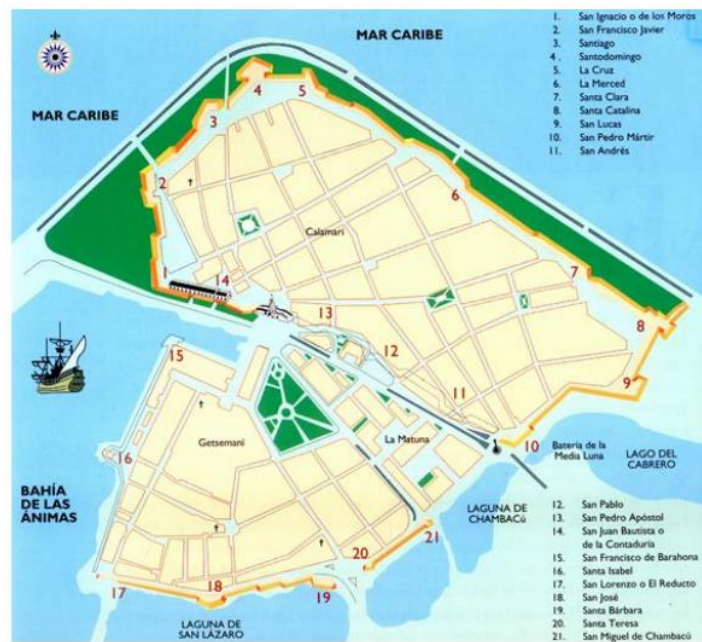


Ilustración 3. Murallas de Cartagena.

Fuente: Capítulo 1, informe técnico bienes culturales, Arq. Alfonso Cabrera.



3.2. DELIMITACION TEMPORAL

La realización de esta investigación se dio durante el segundo periodo académico del año 2017.

3.3. DELIMITACION CONCEPTUAL

En este proyecto se establecieron las diferencias físicas y químicas, origen geológico y el tipo de materiales utilizados en la construcción de las fortificaciones militares ubicadas en la ciudad de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica, comparando los tipos de muros y métodos constructivos empleados en estas, mediante estudios e investigaciones previas, complementando con la investigación histórica, procedencia de los materiales y determinación de perfiles constructivos de cimientos y muros que en esa época fueron utilizados para la construcción de las murallas y los fuertes.

3.4. RESULTADOS ESPERADOS

En la realización de este informe final de acuerdo con el presente proyecto de investigación se exponen los resultados comparativos de la recopilación histórica sobre el origen, diferencias físicoquímicas, el tipo de materiales utilizados en la construcción y los métodos constructivos empleados en las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica, junto con las recomendaciones acertadas luego de realización del análisis pertinente.

3.5. PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados en el establecimiento de bases ante futuras investigaciones relacionadas con los diferentes usos de conformidad a la época actual y futura, como lo es la explotación turística que se le está dando a este tipo de monumento, contrastando con el uso con que fueron concebidas inicialmente. Lo anterior amerita hacer investigaciones previamente para garantizar las resistencias y comportamiento con los nuevos regímenes de carga para evitar colapso o situaciones indeseables que de algún modo atenten con la seguridad del usuario y la vida misma de las fortificaciones militares.

3.6. PRODUCTO FINAL ENTREGADO

Como producto final de este proyecto es un documento de consulta en el que se encuentra la información compilada y se describen las diferentes consideraciones al momento de intervenir o



restaurar las fortificaciones del centro histórico de la ciudad de Cartagena de Indias y del corregimiento de Bocachica, involucradas en el estudio.

3.7.LIMITACIONES

El enfoque de la presente investigación se limitó a la recopilación de datos bibliográficos para establecer las diferencias y similitudes entre los materiales y tipos de métodos constructivos en las fortificaciones, así como a la comparación entre las características fisicoquímicas de estudios previos en estas, sin dar paso a la realización de nuevos estudios técnicos de tales características.



4. METODOLOGIA

La metodología se fundamentó en los análisis empleados a lo largo de diferentes estudios por organizaciones encargadas de la preservación del patrimonio cultural edificado, tales como: la UNESCO (Organización Cultural, Educativa y Científica de las Naciones Unidas); ICCROM (Centro Internacional de Estudio para la Conservación y Restauración de los bienes culturales); INPC (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural), las cuales a través de sus diferentes programas aportan bases informativas, leyes, metodologías y demás para procesos de intervención e investigación.

Este proyecto se planteó como una investigación bibliográfica amplia de carácter especializado, en la que se elaboró un análisis de información tanto primaria como secundaria, examinada y seleccionada a partir de las distintas fuentes, desde medios físicos, personales y virtuales, para establecer una comparación de aspectos constructivos, físicos, químicos e históricos entre los Baluartes San Ignacio o de los Moros, el Baluarte San Juan Bautista o de la Contaduría y el reloj público en la ciudad de Cartagena y los Fuertes San José y San Fernando en el corregimiento de Bocachica.

La realización de esta investigación se dio durante el segundo periodo académico del año 2017 y posee naturaleza cualitativa, puesto que se realizaron los pertinentes análisis de la información bibliográfica recolectada a partir del conjunto de técnicas y estrategias que se emplearon para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

Con el fin de dar paso al logro de los objetivos y solventar el problema de este estudio se emplearon instrumentos y técnicas enfocadas en obtener información y datos a través de los siguientes métodos:

4.1.RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En esta etapa se estableció una recopilación amplia de la información conforme a las características constructivas de las fortificaciones ubicadas en la ciudad de Cartagena de Indias y en el corregimiento de Bocachica en referencia a los métodos constructivos empleados, materiales,



además de aspectos físicos y químicos con base en estudios aplicados con anterioridad en dichas fortificaciones. Lo anterior se llevó a cabo a través de instrumentos de búsqueda como catálogos colectivos, bibliotecas, centros e instituciones de documentación, artículos, monografías y fuentes virtuales en las que comenzará una búsqueda especializada de carácter más general, que proporcionarán una visión más amplia y más exacta de la materia.

4.1.1. Revisión bibliográfica de antecedentes, estado de arte y casos de estudio a nivel nacional e internacional sobre fortificaciones consideradas patrimonio histórico de la humanidad

Para esta fase, se llevó a cabo la búsqueda de información y revisión de la literatura. Principalmente se deseó alcanzar, de la manera más precisa posible, todo aquello que haya sido publicado referente a las fortificaciones declaradas como patrimonio histórico de la humanidad, utilizando bibliografías retrospectivas y corrientes; así mismo se hizo de gran interés conocer las publicaciones periódicas especializadas como bibliografías de artículos de revistas y documentos virtuales, que proporcionan la información más reciente sobre intervenciones a las fortificaciones, además de la revisión de las tesis registradas, que bien ya se hayan presentado o estén en proceso de elaboración.

4.1.2. Visitas e inspecciones visuales a las fortificaciones militares

Se hicieron necesarias visitas a entes de carácter institucional como la Sociedad de Mejoras Publicas, la Escuela Taller Cartagena de Indias y el Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena de Indias, que cuentan con documentación de primera y segunda mano referente a intervenciones y datos históricos sobre las fortificaciones. Además, se realizaron visitas e inspecciones visuales y registros fotográficos a las fortificaciones militares en estudio con el fin de observar y tomar nota sobre el estado actual de estas.

4.1.3. Entrevistas con profesionales relacionados con los estudios e intervenciones realizadas a las fortificaciones militares

Esta sub-etapa consistió en la realización de entrevistas abiertas a personal profesional con conocimientos referentes a las fortificaciones militares, como restauradores, arquitectos, ingenieros e historiadores a nivel local y nacional para recolectar información concerniente a estas



estructuras y así poder ir datando más información sobre los diferentes procesos en los que se han visto emergentes dichas estructuras coloniales.

4.2. CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la realización de esta etapa se procedió al desarrollo, clasificación y análisis comparativo entre las fortificaciones ubicadas en Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica con base a los parámetros establecidos para la realización de esta evaluación y documentación y con ello se determinaron las diferencias y similitudes entre dichas fortificaciones.

Los parámetros evaluados y comparados incluyen: Características físicas y químicas, tipos de cimientos utilizados, materiales, procedencia de los materiales, estratos portantes de la estructura y tipo de cimentación empleada.

En conjunto a ello se presentará la recopilación histórica que describe el proceso constructivo de estas fortificaciones militares.

Al tener como base los datos a obtener descritos anteriormente, se utilizaron como ayudas para facilitar el proceso de síntesis, desarrollo, comparación y tabulación de esta investigación herramientas fundamentales de Microsoft Office tales como Excel y Word.

4.3. PREPARACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL

Al llevar a cabo los pasos descritos con anterioridad, cumplir con los objetivos propuestos y tener una síntesis pertinente para dar las pautas necesarias a futuras intervenciones basadas en la información recopilada en esta investigación, se procedió a describir el informe final, donde se desplegarán de la manera más precisa y organizada posible todos los resultados obtenidos, además de todos los detalles importantes que corresponden al mismo.



5. RESULTADOS Y DISCUSION

Siguiendo la metodología planificada, se obtuvieron resultados a partir de la revisión bibliográfica de bases de datos y estudios anteriormente realizados en las fortificaciones militares, considerando su proceso constructivo, procedencia de los materiales utilizados para la construcción, la comparación de las propiedades físicas y químicas de estos y las intervenciones realizadas en los fuertes de Cartagena de Indias y del corregimiento de Bocachica pertinentes en este estudio. Estos resultados y su respectivo análisis se presentan a continuación.

5.1.PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS FORTIFICACIONES

Las fortalezas de Cartagena de Indias y el corregimiento de Bocachica, fueron construidas en los periodos comprendidos entre la edad media y el periodo Barroco, debido a la necesidad de obras de defensa al territorio colonizado por los españoles ante los ataques de empresas piraticas y enfrentamientos con extranjeros, fortificando el hermoso puerto de Cartagena, de estratégica ubicación con un sistema de castillos y murallas que tuvieron su utilidad durante los múltiples conflictos ocurridos en esa época. Las fortificaciones erigidas en Cartagena y Bocachica defendían una de las primordiales plazas del caribe, pues *“el puerto de Cartagena representaba uno de los puntos de mayor estrategia comercial, política y militar en el dominio español”*. (Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

Para erigir las fortalezas se utilizaron diversos principios o técnicas constructivas en sus muros, atendiendo flancos, bóvedas, caminos cubiertos, tipos de cimentaciones, entre otros elementos característicos de estas emblemáticas fortificaciones.

En la época medieval la construcción de edificios militares y civiles en zonas estratégicas era menester para la conservación del dominio del territorio, y tal y como o curre hoy en día para la construcción de un edificio se precisaba de la realización de investigaciones y estudios pertinentes en la zona antes de llevar a cabo la construcción, pero esto en el proceso constructivo de las fortificaciones se podía ver limitado por las condiciones y herramientas que permitía la época. Inicialmente al plan de fortificaciones era necesario reconocer las características que hacían a la zona determinada el lugar ideal para la realización de las fortificaciones.



“La ciudad de Cartagena se aprovechaba de su privilegiada localización, en el extremo norte de la bahía, en una larga isla arenosa de formación geológica reciente, conformada por la acumulación de sedimentos en suspensión que el mar fue depositando al golpear con los arrecifes coralinos superficiales. Una de las razones más importantes de la elección de este sitio para fundarla ciudad, fue el hecho de que de por sí era una fortaleza natural rodeada de caños, esteros, lagunas y ciénagas que, a manera de fosos húmedos naturales, fueron aprovechados estratégicamente”. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

En la época precolonial los conquistadores hallaron que la geomorfología de la ciudad y su bahía se encontraba constituida por un archipiélago conformado por pequeñas islas rodeadas de densos bosques de manglares, árboles y arbustos espinosos. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

En la ciudad eran necesarias pocas y puntuales fortificaciones para controlar previsibles invasiones.

Entonces Cartagena defendida de forma natural, por una red de caños y ciénagas que hacen difícil su aproximación y que a su vez tiene otras islas: Getsemaní, Manga, Chambacú, Manzanillo, que actúan como defensas adelantadas, que se adaptaba a las mil maravillas a las necesidades de defensa de la pequeña guarnición de 150 hombres con que contaba el fundador de la gobernación, se mostraba como un lugar ideal para una plaza de fortificación. Sin embargo, tenía tres sitios vulnerables: el primero, denominado Avenida de la Cruz Grande, por el norte; el segundo, la Avenida de Bocagrande o de Tierra Bomba, y, por último, el acceso a la ciudad por tierra firme. Partiendo de las estribaciones del cerro de San Lázaro. (Cabellos Barreiro, 1991; Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

Así mismo, Cartagena presentaba unas condiciones privilegiadas para dar abrigo a los navíos con tres niveles de protección: La bahía de las animas que puede actuar como puerto para embarcaciones menores, adicional a esta, la misma puerta de la ciudad, limitado por castillo grande y la isla de manzanillo, que permitían albergar toda una escuadra abrigada de los alisios del N.E. y el tercer nivel de protección lo constituía la Bahía exterior, entre Bocagrande y Bocachica, que permitía la cómoda maniobra de los navíos para acudir a la defensa de las bocas de dicha bahía.



Estas características hacían que su emplazamiento fuese adecuado para su defensa. (Cabellos Barreiro, 1991)

Puesto que las fortificaciones eran construidas según las técnicas de la escuela de donde provenía el ingeniero de turno y se utilizaban diferentes tipos de materiales, era necesario inspeccionar además de la disponibilidad de agua, la disponibilidad de materiales como piedra, ladrillo, cal, madera, arena.

5.1.1. Proceso constructivo

5.1.1.1.PARTE 1: Precedentes a la construcción

«El ingeniero al mando una vez en Cartagena de Indias debía enviar a España una relación, junta con el plano y perfiles del terreno».

Para esto se examinaba el terreno, se levantaba su correspondiente plano con especial cuidado y exactitud, junto con varios perfiles que expresaban bien las desigualdades y naturaleza circundante del terreno, así mismo las marcaciones de la extensión, márgenes del agua, sondeo y profundidades. Igualmente se señalaba en estas relaciones los montes o terrenos elevados que se encontrasen, como las cercas o vallados y caminos hondos que se comprendan en aquel espacio, notando entre ambas circunstancias en el plano, y los perfiles para que la irregularidad del terreno sea distintivamente representada. A estos papeles el ingeniero debía añadir una relación, en la que se explique puntualmente la naturaleza y disposición del terreno, distinguiendo si es roca, pantanoso o llano: si se encuentra algún río o lago, que uno u otro pueda ser útil para la navegación o para hacer más fuerte la plaza, además si a la mano hay bastante leña o carbón u otra materia para entretener el fuego.

En la construcción de los edificios militares y civiles se precisaban además circunstancias y conceptos que se debían tener presentes para establecer con ventajas el proyecto de una fortaleza, como:

- Que todas las obras debían ser vistas y flanqueadas las unas con las otras para que se defiendan mutuamente del mejor modo posible.



- Que la comunicación del cuerpo de la plaza a las obras exteriores y la de estas entre sí fuese fácil y segura.
- Que las obras se adecuaran con propiedad a la naturaleza del terreno y si este fuese bajo se debían construir tenazones, lunetas o segundo foso y caminos cubiertos. Además, si hubiere algunos caminos hondos que se dirigen hacia la plaza lo conveniente era disponer algunas obras que flanqueen.
- Que si había algunos montes o terrenos elevados que dominaran parte de las obras, importaba ocupar estos puestos con pequeños fuertes o reductos, asegurando su comunicación con la plaza y evitando con traveses el que nada resultara enfilado. (Muller, 1769)

En la relación se debía describir si se encontraban en las inmediaciones de la zona o a que distancias las clases de materiales que hayan de servir para la construcción y si se debían conducir por tierra o por agua, expresando al mismo tiempo su naturaleza, cualidades y precios con el jornal regular que se le debía abonar a cada clase de obreros.

La mano de obra utilizada habitualmente era la de artesanos libres, esclavos negros, “malechores” que cumplían sus penas y en ocasiones la tropa residente en Cartagena también hacía parte de la mano de obra constructiva, pues su disciplina castrense le colocaba a disposición de los ingenieros militares. (Muller, 1769; Cabellos Barreiro, 1991)

Se explicaba también si la fábrica se debía hacer de piedra o de ladrillo, notando los parajes en que encontrasen las canteras o los terrenos de donde se pudiese sacar buena greda para formar los ladrillos: si había bastante material para cocer unos y otros hornos: si se ofrecía para llevar arena a la obra a moderado costo y por último era necesario que en esta relación se expresaran las cosas precisas tanto para la construcción como para la manutención de la plaza. (Muller, 1769)

«En Cartagena la carencia de piedra en las cercanías de la arenosa ciudad fue un problema en los primeros tiempos para levantar los edificios sólidos». No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XVI que se abrieron las primeras canteras y se generalizó el uso de la piedra en algunos edificios principales. Si bien el mejor y más duradero de los materiales de construcción era la piedra, su uso se vio restringido a los edificios más nobles por simples rones de capacidad económica. Los puntos



de extracción de piedra y de destino estaban dotados con muelles para la carga y descarga. Las dificultades del uso de este material no se precisaban en su técnica sino en el coste del transporte, pagado únicamente por el gobierno en sus edificios oficiales y en la construcción de las murallas.

Una vez se tenía lista la relación, junta con el plano y perfiles del terreno, el ingeniero la presentaba al rey y comisión española, quienes nombraban a otros ingenieros y estudiosos para que volvieran a examinar y reconocer el terreno confrontando sus particularidades, corrigiendo así tanto los planos como la relación lo que no hallaran bien representado y explicado. (Muller, 1769)

Después que todo este convenido en un dictamen se pedía la aprobación del soberano o junta de guerra. Los proyectos que el gobernador de Cartagena, los asesores de este o virrey proponían, recaían en la junta de guerra de España, la cual contaba con asesores y proyectistas, pues era la suprema autoridad y tenía la capacidad de decisión final. (Cabellos Barreiro, 1991)

El plan de llevar a cabo la construcción de las fortificaciones en Cartagena, en cambio se trató de un proyecto de iniciativa de la misma junta de guerra en el siglo XVI, Pues el monarca Felipe II, luego de examinar los diferentes ataques producidos durante siglos a Cartagena evidencio la necesidad del primer gran plan de defensa de los dominios de ultramar, en el siglo XVI. (Zapatero, Las fortificaciones de Cartagena de indias, 1969)

5.1.1.2.PARTE 2: Proyección y construcción de las estructuras militares en Cartagena de Indias y el corregimiento de Bocachica

El Proyecto de Antonelli, ingeniero al mando del primer plan de fortificación de Cartagena, basado en un estudio técnico y táctico con el sello o característica de la fortificación al exterior, propio de la escuela italiana, consistía en construir un fuerte de 130 pies, terraplenado en la punta de Icacos, otro en la isla de Carex para cruzar los fuegos con el primero. Unas baterías con los caños San Anastasio, del Ahorcado o del Cabrero, y en la Caleta. Aseguraban la defensa de unos navíos apostados en la canal de Bocachica. Y respecto a la defensa de la ciudad, señalo una sensacional traza, un recinto de murallas, baluartes, revellines, contraguardias y fosos. (Zapatero, Las fortificaciones de Cartagena de indias, 1969)

Cuando se debía fortificar una plaza antigua en zonas donde eventualmente contarán con algunas obras ya construidas, el ingeniero pedía instrucciones en las razones que empeñaron a sus



ejecuciones y una vez enterado de ellas este, examinaba si correspondían bien al intento las mismas obras o bien que alteración se podrían hacer en ellas, para que aprovechándolas en parte, cuando no sea posible en el todo, satisficieran mejor la propuesta idea, llevando especial cuidado en no demoler juntas sin absoluta precisión edificio alguno que se haya de reemplazar con otro a fin de hacer el menor costo de la obra. (Muller, 1769)

Antonelli hizo una extensa inspección de la ciudad y las fortificaciones anteriormente construidas, a las que juzgó convenientes para la defensa provisional de la plaza.

El ingeniero italiano retomó todas las fortificaciones ya erigidas como el fuerte de Boquerón y con ellas trató de hacer una plaza fortificada inscrita en un polígono regular de doce lados. Efectuó trabajos de mejora en tal fuerte, construido en 1566 por el gobernador don Antón Dávalos Luna en la isla de Manga, hoy desaparecido, los cuales consistieron en hacerle un refuerzo general en la torre y cubierta. En el planteamiento táctico se respetaba una batería construida en frente de este, en el sitio denominado La Caleta, para lograr el cruce de fuegos y así proteger el acceso a la Bahía de las Ánimas o La Caleta.

También reforzó las baterías ya existentes en los sitios más peligrosos, estratégicamente hablando, en la Avenida del Norte o Cruz Grande para cortar el paso a los enemigos. Al tratar de acomodar su diseño y ajustarlo a las manzanas y calles existentes, el resultado fue el de un polígono irregular, circunscrito a la ciudad. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

Las situaciones a quienes la misma naturaleza las hacía en parte inaccesibles con escarpados, precipicios, rocas o aguas eran muy aprovechadas, porque además de poder fortificar a menos costo, solo había necesidad de una corta guarnición para defender la plaza, cuando esta se debía edificar sobre la roca, convenía construir con ellas las obras en cuanto lo permitieran las circunstancias del terreno, desmontando las alturas y terraplenando los hoyos y profundidades, logrando así mucho ahorro, pero era preciso atender que todas las obras debiesen quedar casi sobre un mismo nivel y que las interiores se elevasen proporcionalmente sobre las exteriores. (Muller, 1769)

Antonelli consideró que era necesario un tipo de construcción militar muy diferente a la medieval, la cual, al no tener que protegerse de armas de fuego, estaba constituida por murallas altas



colmadas de almenas, torreones, matacanes, estribos, dobles flancos en los baluartes, orejones, plazas bajas, ángulos fijantes, revellines, contraguardias y fosos. Los fuertes ahora presentaban forma geométrica y estrellada, las murallas debían ser más bajas para exponer menos área a las nuevas armas de pólvora, cañones, fusiles, bombas, cuyos efectos en una muralla medieval eran devastadores. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998; Zapatero, Las fortificaciones de Cartagena de indias, 1969)

El trabajo de construcción de las murallas se inicia con la construcción del baluarte de San Felipe, hoy de Santo Domingo y de los medios baluartes de Santiago y de la Santa Cruz. El Baluarte de San Felipe fue proyectado en 1602 por el ingeniero Cristóbal de Roda, sucesor de Antonelli, cuyos planos del fuerte ya edificado fueron remitidos a la corona en 1617, en los que se presentaban cortinas prolongadas para defender el norte del recinto. Por delante del amurallamiento, de traveses y baluartes, se dejaría suficiente espacio para facilitar el paso de los vecinos. Fue reglado en todas sus partes: espaldas, plazas bajas, dobles flancos retirados, parapeto para la artillería y en la gola la rampa para la ascensión a su plataforma. Parecidas cuestiones son dadas a aplicar en los baluartes de Santiago y La Cruz. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998; Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

Las murallas, entonces, empezaron a fabricarse con muros frontales gruesos reforzados en piedra. Aparece la contramuralla y entre ésta y la muralla se construye el terraplén, encima del cual, a manera de adarve, se ubica la plataforma. Este sistema demostró su eficacia al conseguir que las partes vulnerables de una fortificación pudieran ser cubiertas por otras, para que todos los puntos pudiesen ser vistos unos desde otros. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

Antonelli, desarrolló las bases de la plaza fortificada hoy conocida y años más adelante con llegada del sobrino de Bautista Antonelli: Cristóbal de Roda retornando el concepto de Antonelli, adelantó las fortificaciones hacia el norte y construyó las cortinas y los muros frontales de Santa Catalina y San Lucas, los cuales resultaron tan esbeltos y de tan buena fábrica como Santo Domingo, además de expandir el recinto hacia el lado norte y levantar la cortina perimetral y baluartes sin terraplén, ni contramuralla, sin embargo Santa Catalina y San Lucas fueron casi destruidos a finales del siglo



XVIII en la visita que hiciera el barón de Pointis a la ciudad, pero más adelante con la llegada de Herrera y Sotomayor, a principios del siglo XVIII, se reconstruyó y terraplenó, descrito en los trabajos de la Sociedad de Mejoras Públicas, realizados en 1996. Así resulta que todos los baluartes menos el que parece hoy corresponder al de San Francisco Javier estaban rellenos o terraplenados, guardaban los ángulos fijantes la exacta proporción de sus magnitudes, lo que dotaría de equilibrio defensivo al recinto urbano. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998; Zapatero, Las fortificaciones de Cartagena de indias, 1969)

Las razones en las que se apoyaba el dictamen de elevar los parapetos, construir y elevar terraplenes eran:

Que cubrían mejor las casas y otros edificios, que desde todas las obras de un mismo frente se podría incomodar y batir al enemigo sin que lo estorben ni se maltraten las obras exteriores. A esto se respondía con los conceptos de que cuando las obras se elevaban gradualmente las unas sobre las otras quedaban expuestas a que el enemigo las arruinara todas al tiempo, deshaciendo sus defensas aun con las primeras baterías que establezca, y por lo propio lograra la ventaja de adelantar sus aproches, sin recelar otro daño que el de las armas cortas. Fuera de ello, levantando demasiado los terraplenes de la plaza, necesariamente había de aumentar mucho gasto; cuyo inconveniente debe evitarse, siempre que sea posible en toda clase de obra.

Pero si se hacían toda la obra casi de una misma altura no podrá el enemigo desmontar la artillería de las interiores, hasta haberse apoderado de las exteriores a menos que lo consiguiese por medio de las bombas lo que es tan casual y difícil que se puede regular la contingencia de muy poca consideración.

Cuando se establecía el plano de una fortaleza, era necesario determinar el perfil que se daría a sus muros, ya sean revertidos de mampostería en toda su altura, o ya en parte, señalando al mismo tiempo, en cuanto deben exceder los del cuerpo de la plaza a los de las obras exteriores. Además, lo mejor era siempre que fuese posible terminar las obras en la línea que se le tire, desde el parapeto del cuerpo de la plaza hasta la extremidad de la explanada, porque de esa forma se conseguían mucho ahorro, el enemigo se veía obligado a batir unas obras después de otras, y por lo mismo, le sería preciso establecer tantas baterías como sea el número de obras. (Muller, 1769)



5.1.1.2.1. Baterías

«Las baterías generalmente se construían sobre terraplenes de poca altura, proyectadas en cañones pequeños en los flacos para la defensa de los fosos, convenientes al fortificar al margen del mar donde los grandes Bajeles tengan facilidad de acercarse, porque en ellos ordinariamente colocaban la tropa en la parte superior de los Martiles que siendo más elevados que los parapetos de las baterías bajas, incomodaban desde el fuerte a los artilleros con bala menuda, pues allí residía la ventaja que lograban los bajeles sobre las baterías de tierra y no en el mayor número de cañones.» (Muller, 1769)

Una vez empezaban a trazar el plano de las fortalezas sobre el terreno, iniciaban el proceso por aquella parte donde se encontrasen en el recinto edificios ya erigidos que no fuesen a ser demolidos para que quedaran en su debida ubicación respecto al plano.

Los instrumentos que ordinariamente utilizaban para trazar las obras sobre el terreno eran la mesilla o plancheta y el teodolito o circulo graduado. Más simple pero menos exacta era la plancheta y por lo propio solo era usada para las obras pequeñas o de poca consideración.

Al haber trazado la línea magistral de la obra, importaba nivelar toda la extensión y alrededores de la plaza, para darle entre las varias alturas y profundidades que ofrezca el terreno natural, aquella situación y nivel más ventajoso que sea posible. Con el desmonte de las partes más elevadas se podían terraplenar los hoyos y profundidades comprendidas en el mismo espacio. El centro de las fortalezas debe quedar seis pies más alto que el expresado nivel, a fin de dar al piso de las calles una pendiente proporcionada para el desagüe de las lluvias. Con esta preparación abre una zanja por todo el circuito, capaz de recibir el cimiento del muro principal, pero le ha de atender cuidadosamente a distribuir las tierras de esta excavación y la del foso de tal fuerte, que no queden dentro del recinto más de las que puedan emplearse en los terraplenes y parapetos del cuerpo de la plaza, a fin de evitar en tanto sea posible la repetición del gasto en los transportes. Para este efecto conviene calcular las porciones de tierra que se eleven sobre el nivel determinado y las que resulten de las excavaciones que se hayan de hacer para sistemas, conductos y casamatas. (Muller, 1769)



5.1.1.3. Fuertes de Cartagena de indias

En el **primera mitad del siglo XVII**, más exactamente en **1626** fue levantado el fuerte o castillo de S.ta Cruz, construido estratégicamente en la punta del Judío, reborde este de Tierra Bomba, hoy Bocagrande, edificado por Cristobal de Roda. Contaba con cuatro baluartes regulares en los ángulos cuyas bisectrices eran las líneas capitales, terraplenados o llenos a lo que se ascendían por las rampas adosadas a las contramurallas al de las cortinas. En 1633, el gobernador Don Francisco de Murga le añadiría al castillo la tenaza, concepto técnico ya ensayado en los baluartes de Santa Catalina y San Lucas, realizándole foso, dos plazas de armas para la defensa de los frentes de la plaza y camino cubierto. (Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

En este primer periodo también se data la construcción del Baluarte de **San Juan Evangelista**, conocido además como de la Contaduría, construido en 1617 siguiendo la traza del ingeniero Cristóbal de Roda, siendo por aquel entonces una delgada muralla y mejorado con un terraplén por el gobernador e ingeniero Francisco de Murga en 1630.

En este último año fue construido el **Baluarte de San Ignacio**, por Cristóbal de Roda, llamado originalmente baluarte de los Moros. Su misión era desestimular cualquier intento contra el muelle o contra las riberas del arrabal de Getsemani y cooperar en el cubrimiento de Bocagrande. A este se le construyó años después una nueva cortina, unos metros más adelante, dejando entre la más reciente y la vieja edificación el espacio reglamentario para el paso de ronda o vía para vigilar desde la fortificación.

5.1.1.3.1. Cortinas

«Las cortinas consisten en aquellos tramos rectos, escarpados y generalmente extensos de un «frente de plaza» que se encargaba de unir dos baluartes, en este caso entre los de San Ignacio y San Francisco Javier, se trata de cortinas de tipología de recinto irregular, adaptadas a un perfil en escarpa, construidas con menos altura y más espesor que en la época medieval» (Banco de la republica, s.f.; Herrera Diaz, 2008)

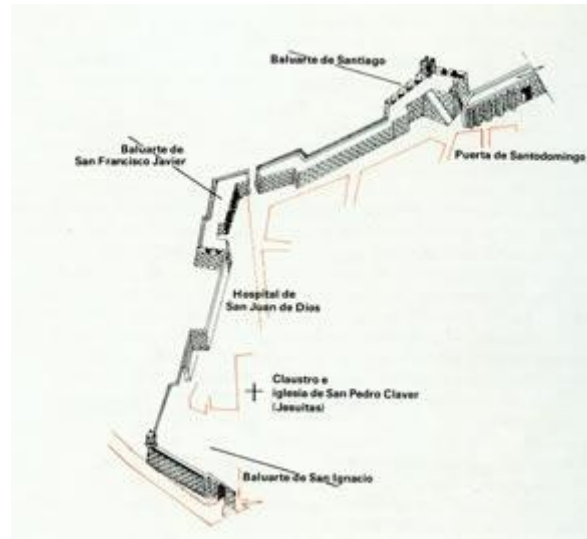


Ilustración 4. Baluartes de San Ignacio, San Francisco Javier y Santiago. El tramo de cortina entre los dos primeros no existe hoy.

Fuente: Banrepcultural web site. (Banco de la republica, s.f.)

Avanzada la cortina según lo dispuesto por orden real, fue también necesario desplazar el San Ignacio. Gracias a Juan de Herrera y Sotomayor, el baluarte adquirió finalmente, hacia 1730, su dimensión actual, su gran garitón barroco y su rampa de acceso, resurgida esta última hace unos años en el curso de la restauración que demolió el estéticamente desacertado Monumento a la Bandera con el que contaba. (Banco de la republica, s.f.)

En los baluartes erigidos es posible apreciar que, además, a defensa de las cortinas era mejorada por los **revellines o medias lunas**, obras externas que se sitúan frente a ellas.

Las murallas configuradas por baluartes y cortinas se ocultan de la vista del enemigo, creciendo hacia abajo, abriendo a sus pies amplios y profundos **fosos húmedos**.

5.1.1.3.2. Revellines

«Los revellines se construían en medio o rodeados de ese mismo foso. El objetivo era ocultar la escarpa de la muralla o revestimiento externo del muro de los disparos directos de la artillería.» (Glosario de las fortificaciones , s.f.)



Tras la contraescarpa, muro opuesto a la escarpa, al otro lado del foso, se trazaba el camino de circunvalación, **camino cubierto** que protegido mediante un parapeto y estacada o empalizada marcaban la línea defensiva perimetral de la plaza.

5.1.1.3.3. Camino cubierto

«Los caminos cubiertos obedecían a determinadas características del terreno, pues si este era bajo era propicio realizarlos. Los caminos eran delimitados en el interior por la contraescarpa de los fosos y en el exterior por el muro perimetral que servía de parapeto a los tiradores. La estacada de estos caminos era perfeccionada y asegurada ya que tenía por objetivo mantener alejada la infantería enemiga, es por ello por lo que el camino cubierto representaba la primera línea de defensa exterior de la fortificación. También servía como base de las incursiones exteriores que la guarnición de la obra podía realizar sobre las tropas enemigas en caso de asedio y las surtidas de estos en las fortalezas eran cerradas con rastrillos.» (Ajuntament de Barcelona, s.f.; Muller, 1769) Para marcar el camino cubierto plantaban dos piquetes a doce varas de distancia de la ubicación de la contraescarpa y mediante ellos trazaban una línea recta, haciendo la misma operación sobre estas líneas, pero a 40 o 50 varas apartados de ellas hacia la campaña quedaba señalado el término de la explanada. (Muller, 1769)

5.1.1.3.4. Glacis o explanada

«Esta rodea al conjunto, se trata de una pendiente de arcilla artificial, formada por un volumen de tierra de protección del conjunto. Su límite externo marcaba las magníficas formas de los polígonos estrellados citados anteriormente. El declive o pendiente de la explanada desde el campo de batalla hasta el parapeto del camino cubierto, con su empalizada, proporcionaba el volumen de protección al conjunto de la fortaleza ocultándola parcialmente al enemigo.» (Glosario de las fortificaciones , s.f.)

5.1.1.3.5. Traveses

«**Los traveses** de las fortificaciones se trazaban con facilidad sobre el terreno, por la construcción que tienen en el papel. Era así como marcaban las obras por medio de líneas o eran determinadas por trigonometría, por ejemplo, para trazar un **hornabeque**, era preciso determinar el ángulo que formaban sus alanas con la contraescarpa o con las caras del baluarte, como también la longitud



de las mismas alas, con lo cual se marcaba fácilmente todo lo demás. Del mismo modo se trazaban las **lunetas, tenazones, contraguardias y demás obras.**» (Muller, 1769)

En 1631 Cartagena adquirió la puerta del reloj (**Fuerte Del Reloj**), originalmente llamada Boca del Puente. Contra su angosta bóveda descargaba el puente que ya se conocía como San Francisco, por el convento en Getsemaní. Dicha puerta sería destrozada por los franceses tiempo después de su construcción.

En la primera parte del siglo XVIII gracias a Juan de Herrera se inician las fortificaciones abaluartadas, sucesoras a los fuertes de inspiración medieval del siglo XVI, y al de la transición de construcciones renacentistas del siglo XVII a estilos barrocos. (Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

En 1704, Juan de Herrera repara la brecha dejada por los franceses y resuelve regalarle a Cartagena la puerta en regla que hoy conocemos. La dotó de tres bóvedas a prueba de bomba, hoy todas abiertas, pero donde originalmente sólo la del medio servía para el tránsito ciudadano. Las dos laterales estaban destinadas a cuerpo de guardia y almacén de pertrechos y abrían exclusivamente hacia la central. Herrera embellece su puerta con la portada barroca y la corona con un cuerpo rematado por un chapitel y una pieza para el alojamiento del reloj de la ciudad y de la campana de aviso. Aunque consciente de su imitada significación militar, don Juan cumplió estrictamente con lo señalado por las normas de la escuela y técnicas Vauban; la puerta del puente se situaba equidistante entre dos baluartes: el desaparecido de San Pedro Apóstol y el de San Juan Bautista, que desde sus flancos debían protegerla como a uno de los puntos más expuestos de plaza. (Glosario de las fortificaciones , s.f.)

5.1.1.4.Fuertes de tierra bomba

En segunda mitad del siglo XVIII, reluce el esplendor del sistema abaluartado, con conceptos del estilo neoclásico militar.

El fuerte de San José, comenzado en el año 1751 y finalmente construido en 1759 por el ingeniero Bautista MacEvan, se trata de una combinación de fuerte y batería, proyectado para flanquear al fuerte de San Fernando. Utilizando para el fuerte propiamente dicho los restos de la fortificación erigida por Juan de Herrera y Sotomayor, treinta y cinco años antes.



El 12 de marzo de 1753 fue colocada la primera piedra del fuerte de San Fernando, completando su construcción en el año 1759 por el ingeniero Antonio de Arévalo, ubicado en el corregimiento de Bocachica. Esta obra fue construida en piedra casi en su totalidad, sus paredes y murallas son más altas que las proyectadas en su diseño original. Fue erigido con técnicas constructivas conocidas como “muratura a sacco”, la cual consistía en tal y como se refleja en los muros de carga del edificio, que parecen ser masivos.

En el fuerte se destacan la plaza de Armas; la puerta de entrada; el baluarte de la Reina; la rampa; batería y el foso húmedo o foso de los tiburones de cuatro pies de agua, conveniente a la defensa y la limpieza de las letrinas, con contraescarpa con puestos de entrada en la misma en vez de contrafuerte, considerado una de las perlas de las construcciones militares hispánicas en el Nuevo Mundo, erigido también con técnicas de Vauban, procedente de Francia. (Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

El muro perimetral y los baluartes son altos, entre 8 y 10 metros. El foso húmedo que rodea la construcción actualmente se encuentra parcialmente enterrado en los sedimentos o tierra pantanosa. El edificio también cuenta con un glacis, que rodea el foso húmedo, y dos baterías laterales: la batería de Santiago y la de San Juan Francisco Regis. La primera se localiza en el noreste y la última hacia el suroeste del cuerpo central. (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

En la explanada hay una serie de obras subterráneas con varias ramas que datan del siglo XVIII (construidos por el Ingeniero Arévalo). Hay dos entradas históricas a la fortaleza: la primera es desde el mar, a través del antiguo muelle, lo que conduce a la puerta de entrada con un puente levadizo; la segunda es desde la parte continental, por una pasarela (hasta hace unos años un puente) que pasa sobre el foso húmedo. Esta última entrada plantea un considerable problema de mantenimiento: la arena, que se acumula allí de forma continua, se debe enjuagar todos los días.

Este edificio se organiza en torno a un gran espacio central de forma curvilínea en U (Plaza das Armas) de aproximadamente 40 por 40 metros. Esta plaza central proporciona acceso a todas las habitaciones. Éstas están abovedadas. Hay muchos tipos de bóvedas que están presentes: circulares, lanceta, deprimidas e incluso góticas otomanas. Por esta razón, este fuerte contiene una



verdadera cornucopia de bóvedas que destacan la habilidad de sus constructores. (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

La ciudad de Cartagena careció, hasta poco antes de la Independencia, de un refugio apropiado para sus tropas. El regimiento Fijo tuvo que contentarse largos años con la caserna de la calle del Cuartel, nada idónea para el sueño reparador bajo un bombardeo. La atención a este último detalle de la plaza fuerte correspondió a Antonio de Arévalo, quien, desde 1773, había propuesto la construcción de bóvedas a prueba de bomba.

Las veinticuatro bóvedas de Cartagena de Indias comienzan a construirse en 1789, y para 1795 ya se utilizaban parcialmente como cuartel. Los cuarenta y siete pórticos exteriores no se terminan. Casi dos metros de tierra apisonada separan las claves de las bóvedas del solado o piso superior, suficiente para dormir tranquilo, en la confianza de que Arévalo había "embarazado", el castigo enemigo.

Como contribución activa a la defensa de la plaza, las bóvedas cubrían la playa adyacente con fuego de mosquetería desde las aspilleras que perforan su fachada externa o escarpa. Estas servían, además, para su ventilación. Y a falta de climatización artificial, contaban adicionalmente, con el tiro de dos chimeneas (en los extremos del gran edificio) que distribuían ingeniosamente el aire a través de simétricos pasadizos interbóvedas. (Glosario de las fortificaciones , s.f.)

En el fuerte de San Fernando las bóvedas siempre se hicieron de cuatro ladrillos de brezo. Todos los bloques de mampostería, tanto en las paredes como en las bóvedas, se presentan con juntas de mortero de gran espesor, a veces son tan gruesas como el ladrillo en sí (generalmente de 2-3 centímetros). Se determinó el espesor de las bóvedas, así como el aparato de mampostería, contemplando las bóvedas de las siete habitaciones adyacentes situadas entre las dos habitaciones en forma de T. Aquí, los tabiques longitudinales internos entre las habitaciones miden aproximadamente 64-65 cm, considerando el espesor de yeso de aproximadamente 3 centímetros.

Desde la Plaza das Armas, una rampa monumental se eleva 6,50 metros y conduce a una terraza cubierta rodeada de almenas. Al igual que en otros fuertes de la época, hay tanques de agua grandes, uno en cada baluarte conocidas como **aljibes**, hermanos menores de las monumentales cisternas.



5.1.1.4.1. Aljibes

«Eran construidos o labrados y cubierto por una bóveda que permitía salvar luces mayores y transmitían empujes horizontales a la parte superior de los muros, lo cual hacía posible eliminar los diafragmas o riostras interiores, sin peligro de hundimiento, dando una mayor anchura a las cisternas. El agua acumulada solía proceder de la lluvia recogida de los tejados de las casas o de las acogidas del entorno canalizadas hasta él. Suele estar construido con ladrillos unidos con argamasa, las paredes internas están recubiertas de una mezcla de cal, arena, óxido de hierro y arcilla roja para impedir filtraciones y la putrefacción del agua que contiene». (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

Se datan aproximadamente 390 aljibes realizados, construcciones típicas de Cartagena de Indias que aún se encuentran presentes en muchos patios interiores de los edificios coloniales. (Covo Torres, 1988; Marco Dorta, 1951)

Este mismo fuerte cuenta dos habitaciones ortogonales que, albergaban la cocina y el baño, denominadas “**necesarias**”, ubicadas la una y la otra a cada extremo de la elipse, forma característica del fuerte, cada necesaria tiene forma de T y enlazan la parte curva de la fortaleza con la rectilínea, cuyo techo está formado por dos bóvedas ojivales que se entrecruzan para formar tres lunetas.

5.1.1.4.2. Necesarias

«Para la construcción de estas, se procuraban situar sobre el mar para evitar en lo posible los efectos de su mal olor, como en el caso de los baños. En las plazas donde ello no era posible, se disponían en las cortinas, abriendo un paso en el parapeto y sosteniéndolas con tornapuntas de hierro para que se avancen en el foso hasta que quedaran fuera de la escarpa del muro principal, cuidando al mismo tiempo de no acercarlas a las poternas para que no incomodaran su uso». (Muller, 1769)

El piso de las necesarias presenta una inclinación general cerca de la parte inferior de la pared (probablemente diseñado de esta manera para dirigir el flujo de agua hacia los desagües). (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013; Muller, 1769)



Para iniciar las obras de una plaza una vez eran construidos los fundamentos del recinto, y se les dejaba tomar el tiempo y dureza suficiente, lo primero que hacían eran los **flancos**.

5.1.1.4.3. Flancos

«Estos solían expedir demasiado humo en las casamatas, por ello procuraban dejar abiertas las casamatas por la parte interior del flanco en forma de arquería, por eso a cada cañón le cubre un arco o bóveda y cuadros pequeños o aberturas llamadas troneras en su exterior, sus muros eran construidos con merlones de tierra revestidos de ladrillo, pues así se lograba que en medio de ataques enemigos, estos no destruyeran las cañoneras con la misma prontitud que si se revistiesen de piedra, pues en esta al ser de mayor dureza hacia más estrago la bala que en el ladrillo». (Muller, 1769)

Seguidamente procuraban construir los baluartes, para que en caso de que el enemigo se acercase a impedir los trabajos fuese fácil alejarle por medio de la artillería colocada en los mismos flancos. Para que ello funcionara era básico que los fundamentos fueran de buena consistencia, porque de edificar antes de que el cimiento este bien asentado y endurecido resultarían aberturas y grietas en toda la obra que la harían de poca robustez y mala vista.

Después de construir los fundamentos era importante también disponer de las bocas y puertas de las Atalcas y albañales por donde se difundan al mar las aguas de lluvias además de los residuos de la ciudad, atendiendo a que los conductos resultasen con una pendiente proporcionada para que nada se detuviera en ellos a fin de evitar el que se azolven con frecuencia. Dirigían estos conductos por las necesarias realizadas en los cuarteles para que las mismas lluvias las pudiese limpiar sin costo alguno y con esta precaución se remediaban el mal olor para los habitantes.

Construcciones como almacenes de pólvora o municiones, obras subterráneas u hospitales para heridos en el sitio, convenían fabricarlos al mismo tiempo que los baluartes, para realizar de una vez las excavaciones y transporte de tierra que resultasen precisas. Así mismo todo edificio u obra subterránea era construida al mismo tiempo que los muros y revestimientos de la fortaleza de que se sigue, es por ello por lo que al momento de iniciar una construcción no solo contaban con los planos y perfiles de la fortificación para construir la plaza sino también los que correspondían a la distribución de los demás edificios que compongan el todo, con el tanteo del coste de cada uno.



En algunos fuertes se labraba con piedra de talla la parte inferior de los muros, hasta unos ocho o doce pies de altura como también los ángulos flanqueantes hasta el cordón. En todos los parajes expuestos al continuo choque de las aguas de mar se utilizaba la piedra más sólida que se encontrara, porque si se utilizaba piedra de mala calidad la arrancarían las olas en poco tiempo.

Las piedras de talla o sillares labrados se distinguen en sogá y tizón; conociéndose sogá como la piedra que se ajusta por su longitud a la superficie exterior del muro y tizón la que se asienta a través. De forma que en los edificios de canteras ordinariamente se colocaba la piedra a sogá, y tizón alternativamente y en los ángulos la que era sogá en un paramento y la que era tizón en el otro, siendo absolutamente necesario que estos sillares resultasen bien escuadrados para que se ajustaran perfectamente por sus lechos en la obra, luego se labraba y pulía la superficie exterior hasta que resultase tan sólido e impecable a la vista como si se hubiera hecho en una sola piedra.

El dorso de los muros principales y contraescarpas se debía labrar con buen mortero, hasta el espesor de dos pies, o al menos dándoles un año de descanso para que se enjuguen bien antes de aplicarles las tierras, de lo contrario los muros siempre se conservarían con mucha humedad lo cual les impediría la debida resistencia ante el empuje de las tierras. (Muller, 1769)

5.1.1.5. Obras subterráneas

Entre 1762 y 1778 se trazó y construyó la batería del Ángel San Rafael, obra del ingeniero Antonio de Arévalo ubicada en la isla de Tierrabomba, hace parte del conjunto defensivo del canal de Bocachica, en la bahía de Cartagena.

Tiene forma de media luna y cortinas amuralladas, está rodeada de un foso seco, atravesado por un puente durmiente. Cuenta también con una explanada para las maniobras de artillería, una cocina y una garita. También consta de un tendal y una casa fuerte, así como de un aljibe y una grandiosa galería subterránea, de unos 600 metros que une a esta batería con la hoy desaparecida Batería de Santa Bárbara.

El objeto de este túnel era el de permitir una posible retirada de las tropas en caso de emergencia. (Instituto Cervantes, s.f.)



Ilustración 5. Plano de la batería del Ángel San Rafael elaborado por Antonio de Arévalo en 1778.

Fuente: (Banco de la republica, s.f.)

Entre las diversas obras de Arévalo, se destaca también la Escollera, una pared subterránea construida en el fondo del mar en el estrecho de Bocagrande para impedir la navegación al mar, empezada a construir el 11 de noviembre de 1771 y terminada siete años después, en 1778. De este modo, la eficacia de la estrategia de defensa fue asegurada, ya que cualquier buque enemigo no tenía otra alternativa que pasar por el estrecho de Bocachica (Zapatero, Las fortificaciones de Cartagena de indias, 1969; Zapatero, Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias , 1979)

Así mismo en la explanada del fuerte de San Fernando, hay una serie de túneles que datan del siglo XVIII.

En la construcción de las obras subterráneas se tenía especial cuidado, en estas se aplicaron diferentes métodos franceses, para los cuales era necesario construir la mampostería o labor asentando las hiladas de piedra o de ladrillo sobre buena mezcla de cal y cenizas o polvo de texa bien cocida sin que se dejara el más pequeño hueco por macizar y dejándola reposar después de concluida hasta que haga su asiento y se endureciera completamente, luego se cubrían las bóvedas con una argamasa. (Muller, 1769)

Antes de aplicar la argamasa a la bóvedas era necesario que este bien seca la obra y que se alejasen sus juntas, descarnándolas con un hierro y sacándoles todo el escombro y polvo a fin de que



humedeciendo lo firme del material, se facilite la buena unión de este con la argamasa, después se aplicaba está a las juntas comprimiéndolas hasta que no quedara hueco alguno, de la misma pasta se agregaba sobre la bóveda una capa de pulgada y media de espesor, cuidando de que quedara bien unida y extendida con igualdad, se alisaba con ayuda de una plana hasta que adquiriera cuerpo y consistencia, dicha capa era importante mantener húmeda una vez al día por algún tiempo, para ello utilizaban un trapo o estropajo embebido en lechada de la misma argamasa y se alisaba inmediatamente con ayuda de la plana, luego se cubría con hierba seca o paja para que el calor del sol no la abriera y se continuaba con el mismo método hasta que no se viera la menor grieta. Seguidamente se colocaba una tonga de cuatro a seis pulgadas de arena, fuerte, bien apretada, sobre la cual se colocaba otra de pie y medio de tierra bien pilonada y se continuaba con tongas de tierra hasta llegar al terrado de la bóveda.

La distribución de las tierras que se sacaban de los fosos y de las obras subterráneas, pedían mucha atención y conocimiento para que no se llevara al interior de la plaza sino las que se empleara en ella y aplicaran las que sobraran a las **explanadas**. En esta práctica era tan difícil el acierto que para efectuar la repartición de transportes sería muy oportuno no mover tierra alguna sin haber medido antes con madura reflexión el paraje donde se pudiese aplicar con ventaja. (Muller, 1769)

5.1.1.6. Puertas principales de las plazas

Las puertas principales de las plazas se hacían de dos hojas para que se pudiesen abrir y cerrar cómodamente, cada una está compuesta por cercos y peynazos contra quienes se clavaban gruesos tablones, que por la parte exterior se guarnecían con chapas de hierro hasta la altura de ocho o nueve pies y diferentes barrotes con sus clavos a cabeza de diamante para que fuese difícil el arrancarlos. Estas hojas de puerta tienen su movimiento por un fuerte quicio de hierro que estriba sobre un dado de la misma materia y en la parte superior se le clavaban bisagras muy robustas enlazadas en sus machos que están de firme en el muro. En una de las hojas se solía disponer un postigo para la precisa comunicación de las tropas en tiempo de sitio y también para salir al romper del día a hacer la descubierta y reconocer las avenidas de la plaza.

El peyne consiste en un enrejado de gruesas estacas verticales clavadas a otras horizontales, el peynazo inferior, como así mismo las estacas verticales hasta la altura de ocho pies se cubrían con



chapas de hierro para que no fuesen destruidas fácilmente. Esta barrera se suspende por dos cadenas amarradas y envueltas en un torno que se coloca sobre el paso de la puerta por cuyo medio se hacía caer cuando convenía para detener al enemigo en caso de que haya ganado la entrada, además sobre esta se dejaba en la bóveda un Matacán o abertura para arrojar piedra y metralla con que se embarazaba al enemigo. (Muller, 1769)

5.2.PERFILES CONSTRUCTIVOS DE CIMIENTOS Y MUROS

5.2.1. Cimientos erigidos en las fortificaciones militares de la ciudad Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica

Cuando el terreno presentaba buena consistencia, hasta una profundidad regular en toda la extensión que ocuparía la obra, no había necesidad de otra precaución que la de abrir una zanja de cuatro o seis pies de profundidad, para establecer el cimiento, pero era preciso proporcionar su anchura con la elevación de los muros, pues cuanto más fuese esta mayor sería el peso que se cargaría sobre los cimientos.

Si el suelo fuere arenisco o de consistencia desigual sería forzado a fundar el cimiento sobre enrejado de madera, convenía servirse el enrejado para que la obra no se bajase. Siempre que un muro o terraplén sea muy elevado importaba asegurar el cimiento del mejor modo posible, aunque este implicara más costos.

Cuando se establecía el cimiento sobre enmaderados se debía asentar sin mezcla la primera hilada de piedras, porque de lo contrario en poco tiempo se destruiría la madera con el espíritu corrosivo de la cal, y por lo mínimo se usaba de greda fuerte para asentar en estos casos la primera hilada del material.

Algunos carpinteros solían forrar con tablas delgadas las cabezas de las vigas que debían entrar en los muros, cuya práctica contribuía mucho a las duraciones de los edificios.

Cuando el terreno no era muy firme a proporcionada profundidad, era necesario establecer el cimiento sobre un enrejado de maderos, formado por una fila de durmientes que reciben otros cuarterones o vigas de través bien ligados y clavados con estaquillas de madera recia. Algunas veces se cubrían estos enrejados con tablones de tres pulgadas de grueso y en otros se rellenaba sus



huecos con grandes piedras hasta la superficie superior de los cuartones que de una u otra forma recibían el cimiento. (Muller, 1769)

El emplazamiento de Cartagena de Indias gozaba de múltiples ventajas, se contaba con un buen terreno para cimentar todo tipo de construcciones. Tanto el antiguo bohío de Calamarí, como los alrededores de Bocagrande y la Boquilla , así como las islas de Getsemaní y de Manga, están formados por cuerpos de arena, sobre fondos coralinos, originados en tiempos geológicos recientes por el transporte litoral de arenas en suspensión, que son fáciles de pilotar hincando estacas de madera y que tienen una buena capacidad portante para cimentaciones superficiales de 2 a 3 kg/cm², lo cual permitía cimentar obras de bastante peso y murallas de hasta unos 10 a 15 metros de altura, lo cual resultó más que suficiente para las necesidades de las obras de fortificaciones. (Cabellos Barreiro, 1991)

En terrenos que no podían asegurar el enrejado pero que a cierta profundidad se encontraban de buena consistencia, era preciso clavar estacas que pudieran recibir los maderos. Estos pilotes o estacas debían colocarse debajo de los empalmes de los cuartones que formaban el enrejado, haciéndolos entrar a golpes de mazas, hasta que el terreno los resistiera y se unieran con tarugos o estaquillas de madera recia en lugar de clavos.

Este método de fundar los cimientos generalmente solo era propicios en obras de fortificaciones y aplicable cuando las circunstancias del terreno estrictamente así lo ameritaban pues resultaba muy costoso.

La principal utilidad que se sacan de los cimientos profundos, especialmente en las caras de los baluartes (donde se forman las brechas), consistía en que servían de barreras a los miradores enemigos, pues si no se encontrasen con este embarazo, llevarían sus galerías por debajo del muro, y le harían volar en menos tiempo que el necesario al cañón para perfeccionar la brecha.

Para determinar la longitud de las estacas, era necesario clavar una o dos hasta la profundidad que permitía la naturaleza del terreno, y después se podían cortar de esta medida las que se juzgen propia para las obras, pero si el cimiento hubiese de variar, era preciso proporcionar la longitud de las estacas con la naturaleza del terreno, de esa forma se aseguraba no gastar otra madera de la que fuese necesaria para afirmar los fundamentos, pues si las estacas se cortaban todas a un tiempo y



sin examinar la longitud que debían tener, sería factible que unas resultasen muy largas y otras muy pequeñas y por consiguiente se consumiría e inutilizaría mucha madera sin provecho alguno.

Además de los pilotes que sostenían el enrejado se clavaba otra fila de ellos hacia la parte del foso y al tope contra las vigas del enrejado para impedir que se moviera de su situación, y se ponían más o menos unidos entre sí a proporción de la buena o mala calidad del terreno. (Muller, 1769)

La construcción de la escollera de Bocagrande es la obra donde se aplicaron las mayores cantidades de madera en la historia de Cartagena una de las obras hidráulicas más sobresalientes de España en América del Sur:

“Cada una de las cuatro hileras estaba compuesta por pilotes de 6 a 10” de diámetro, por 15 pies de alto, con una separación de 2 a 3” entre cada uno, para un total parcial de 21.700 pilotes por hilera, es decir, 86.700 pilotes en general [...]. Este propósito requería 2.300 varas adicionales de tablestacado, es decir, 5.900 varas de largo para cubrir un área aproximada de 4.826 metros lineales de escollera y tablestacado, que necesitaban por hilera 33.875 pilotes, cuyo resultado final era de 145.142 unidades. Hasta aquí, tenemos los pilotes hincados para soportar el enrocado. Encima de esta estructura se colocaba luego un puente o entablado con un hueco largo en el centro para poder mantener el material en el interior de la carcasa del tablestacado”. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

En comparación a los fuertes establecidos en la ciudad de Cartagena, los fuertes de San José y San Fernando, ubicados en Bocachica, constan de cimentaciones superficiales y corridas, con hasta 3,3 y 3,9 metros de sobre ancho respectivamente, que bajan escalonadas desde el nivel de piso hasta una profundidad aproximada de 2 y 2,5 metros. En estudios realizados para la determinación del perfil del subsuelo y los componentes que poseen los fuertes, se determinó que las placas de contrapiso eran apoyadas sobre capas de rocas y mangle. Las placas de piso del fuerte de San José están apoyadas sobre otra placa de concreto, aparentemente de una edad mayor, y una membrana de polietileno que separaba las placas de una capa de piedras con un espesor aproximados de 0,50 metros, además presenta una arena limosa con rastros de Mangle en descomposición y caracolejo, parda gris. Las placas de piso del fuerte San Fernando están apoyadas sobre una capa de piedras



con un espesor aproximados de 0,40 metros y cuenta con un perfil del suelo del sitio tipo D, en base a la NSR-10. (AICO, 2012a)

En estos casos cuando se encontraba que el suelo era de roca, convenía abrir en él una caja de seis pulgadas de profundidad, para que recibiera el muro e impidiera que se resbalara por la mala unión que de ordinario hace la mampostería con la roca. Después de haber cortado la caja, era necesario limpiarla del escombros y polvo, humedeciéndola bien al tiempo de edificar en ella, pues con estas precauciones se insinuaría la mezcla en los poros y pequeñas cavidades y contribuiría a la mejor unión del muro con la roca.

Aunque la roca fuese uno de los mejores suelos para fundar, como todo solía presentar generalmente graves dificultades en su natural disposición, porque hallándose muy rara vez de un mismo nivel y que al contrario sus continuas desigualdades hacían variar el perfil de la obra. Se tenía que la mampostería no podría ligar ni unirse firmemente a la roca, sin tomar antes de edificar acertadas precauciones.

El mejor modo de proceder en estos casos era abrir en la roca sus cajas horizontales por la longitud del muro, después había que labrar por mezcla fina y buenos sillares todas las partes del mismo muro que estriben en los bajos de la roca, hasta igualarse con las más altas, en esta disposición convenía dejar la obra hasta que se haya asentado y endurecido de manera que la continuación del muro no le haga ceder en alguna parte.

5.2.1.1. Construcción de muros sobre la pendiente de una roca

Sucedía algunas veces, que era preciso labrar un muro sobre la pendiente de una roca y para asegurar la obra era necesario formar las cajas en escalera, iniciaban la construcción por la parte más baja, se elevaba seis pies y se dejaba asentar hasta que endureciera, después se proseguía la labor elevándola otros seis pies y se volvía a suspender el trabajo hasta que se consolidara lo ejecutado. De esta manera se seguía hasta concluir el todo, pero si la longitud del muro fuere considerable se podría empezar en diversas partes su construcción para que no faltara trabajo a sus obreros.

También ocurría, que la roca se elevaba hasta la altura del muro por su espalda o bien que este se construyera arrimado a un peñasco, en uno y otro caso era preciso disponer sus cajas de modo que



se ha explicado y si el paramento exterior de la roca o peña fuere muy liso convenía picarlo y abrirle diferentes cavidades para que la mezcla se introdujera en ellas y facilitara la perfecta unión con el muro, este debía labrarse con lentitud para que fuese adquiriendo tenacidad, pues de llevarlo con precipitación se despegaría la roca a proporción que se asentara.

Algunos ingenieros utilizando técnicas francesas para la construcción de muros, en estos casos utilizaban un método que consistía en disponer un cajón de madera, sin fondo y de proporcionada anchura para el grueso del muro, este cajón lo colocan a plomo en el paraje donde se han de empezar la obra y lo llenaban de una especie de hormigón compuesto de buen mortero mezclado con cascajo y piedras menudas que no excedieran gran magnitud, después se dejaba reposar hasta que la obra tomara cuerpo y consistencia para luego desarmar el cajón para que sirviese en otro lugar. La superficie superior de esta argamasa debía quedar llana y de nivel para que la continuación de la obra hiciera su asiento por igual y pasara a unirse a la roca con más firmeza, que cualquier otro género de labor, porque con el tiempo adquiriría la misma tenacidad y dureza de la piedra.

En algunos parajes se encontraba abundancia de piedra para hacer cal, y en estos casos no se podía dar mejor obra que la que se construía con la clase de piedra que la cal que produce, pues por la similitud de sus partes se uniría el todo de forma que con el tiempo se convertirá en una sola piedra. (Muller, 1769)

Aún con todas estas precauciones en el desarrollo de la construcción de las fortificaciones, los fuertes presentan asentamientos ocurridos en más de un 90 por ciento durante su construcción debido a la naturaleza granular de los materiales que constituyen el subsuelo del sitio.

El Fuerte de San José cuenta con alturas máximas de 7,5 metros de una mezcla de roca y suelo. Teniendo en cuenta estas alturas, las presiones que los fuertes transmiten al subsuelo es de 15 toneladas por metro cuadrado, lo cual originó durante su construcción asentamientos del orden de 6 centímetros para los muros del fuerte. (AICO, 2012b)

Por otra parte, el Fuerte de San Fernando tiene alturas máximas de 9 metros de una mezcla de roca y suelo, generando presiones que los fuertes transmiten al subsuelo de 18 toneladas por metro cuadrado, originó también durante su construcción asentamientos del orden de 4 centímetros para



los muros como consecuencia de las diferencias en las cargas y/o las condiciones del subsuelo. (AICO, 2012a)

Actualmente es posible observar grietas en los elementos estructurales. La hipótesis planteada en la “EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS FUERTES DE SAN JOSE EN LA ISLA CASCAJO, BOCACHICA”, por el ingeniero ALVARO IGNACIO COVO TORRES (2012) explica que dichos agrietamientos se deben a la remoción de la arena fina que soporta los muros del fuerte, debido al oleaje natural de la zona y mayormente a las olas originadas por los barcos que ingresan a la bahía de Cartagena a través del canal de acceso que vigilan ambos fuertes.

5.2.2. Tipos de muros y sus técnicas constructivas

Los muros eran construidos con la técnica llamada “muratura a sacco”. Esta consistía en la construcción de dos paredes o compartimientos hechas de piedra o ladrillos paralelos y separados (que tienen la función de contención y acabado superficial), para crear una estructura monolítica formada por los dos compartimientos, espaciados, constituyendo una especie de saco relleno de conglomerado cementado, posiblemente también armado, mezclaban piedra triturada y restos de piezas de trabajo, unidas con mortero de cemento o lima. El resultado de este proceso constructivo era una estructura de mampostería con considerable solidez, monoliticidad y resistencia estática, capaz de proporcionar respuestas adecuadas a las acciones sísmicas, en la que se usaba recubrimiento para dar mayor resistencia al terraplén y dificultar el ascenso de los enemigos. (Acocella, 1994)

Tal y como se aprecia en los muros de carga del fuerte de San Fernando, que parecen ser masivos. Sus tabiques interiores y exteriores están hechos de grandes bloques de piedra caliza, a veces mezclada con ladrillos y piedras más pequeñas. (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

Los tabiques exteriores de las paredes junto al mar y el foso están marcados por un cordón magistral a nivel del suelo de la terraza de la azotea. Se cree que este cordón (un elemento decorativo con función de trabajo en piedra), y el portal de estilo neoclásico situado en el muelle de acceso, fueron tomados de la antigua fortaleza San Luis, la fortificación preexistente que fue destruida y situada no muy lejos de San Fernando. Los tabiques exteriores están hechos de piedras



labradas, mientras que el tabique en mampostería que rodea la plaza de armas está hecho de escombros mezclados con ladrillos

Los muros de las necesarias de esta fortaleza cuentan con paredes de 3,00 metros de profundidad y 1,40 metros de altura desde el suelo hasta la imposta de la bóveda que la apuntase. Los muros circulares están en contacto directo, en su parte más baja y en la base con el agua. Los muros son de masivo espesor, y por ellos están compuestos por más de una sola capa, compuesto de tres partes, dos tabiques exteriores de bloques de piedra de aproximadamente 60 cm de espesor y un tabique interno relleno de escombros y piedras más pequeñas de aproximadamente 180 cm de espesor. (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

En los fuertes de San José y San Fernando, los muros exteriores tienen una protección con bolsacretos escalonados con una proyección de hasta de 2,0 metros desde la estructura del fuerte. (AICO, 2012b; AICO, 2012a)

Las excavaciones que se hacían para construir los muros de fortificaciones se formaban con escalones hacia la parte del terraplén.

Cuando debían de aplicar al muro todo el terraplén de tierra convenía no ejecutarlo hasta que la obra se hallara seca y consistente, para lo cual se requería, un año al menos, porque si a un muro acabado de construir, se le aplican las tierras húmedas y apisonadas necesitaba mucho tiempo para enjugarse, y si la mezcla no era muy buena era posible que jamás se secara. Para evitar este inconveniente, se conducía a labrar el paramento interior del muro con mezcla de cal y cenizas hasta el espesor de pie y medio; porque enjugándose con prontitud esa porción de muro que recibía las tierras, impediría que la humedad de estas penetrara y dañara la mampostería.

A fin de aminorar el empujo de las tierras contra el muro, se entrelazaban al tiempo de apisonarlas con fajinas o ramajes en capas horizontales, procurando clavar sus troncos en tierra firme y que las tongas de tierra y fajina no excedieran juntas de un pie y medio para que se aprieten bien con el pisón. De esta forma lograban que el muro se enjugase antes que las tierras ejercieran contra él toda su presión. (Muller, 1769)



5.3.MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS FOTIFICACIONES Y SU PROCEDENCIA HISTORICA

Las primeras fortificaciones erigidas en Cartagena de Indias por España fueron realizadas con apoyo privado. Estas construcciones militares en sus inicios de traza medieval utilizaban madera, tapia, fajina de corta vida y difícil mantenimiento, posteriormente, estos materiales se reemplazarían, ejecutando los fuertes en piedra. (Cabrera Cruz A. , La fortificación de los puertos de America, 1998)

En el ejercicio de la construcción durante casi trescientos años de periodo virreinal español, se construyeron cerca de una centena de obras, considerando iglesias, conventos, casas, diques, escolleras o murallas submarinas, obras hidráulicas, túneles, aljibes, pozos y más de diecinueve kilómetros de fortificaciones, todos ellos necesitaban como materia prima la piedra caliza de las canteras y la cal que servía para pegar los morteros o hacer “hormigones” y los materiales a base de arcilla, ladrillos y tejas que asoman por todas sus juntas de construcción de los muros, realizados a partir de los insumos aportados por la vasta red de canteras, tejares, campamentos de trabajo, de los que hasta la fecha han sido ubicados, por un grupo de arquitectos, treinta seis hornos de deshidratación de piedra caliza, de un total aproximado, en la colonia, de cerca de cincuenta unidades de hornos, de esa cantidad, la isla de Barú situada frente a la ciudad, contaba con nueve. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

Los centros de producción de materiales para construcción de la época eran industria ultramarina militar, estaban conformados por haciendas, estancias y campamentos, con múltiples funciones, procurando siempre ubicarlos en cercanías de cuerpos de aguas, para facilitar su transporte y protegidos por la presencia de vegetación frondosa, que les permitía su 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 de la beta del yacimiento. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

A continuación, se describen cada uno de estos materiales imprescindibles para la realización de las fortificaciones, exponiendo su procedencia historia y métodos de explotación.



5.3.1. Piedra caliza

Las murallas de Cartagena se harían en principio de madera y fajina, razón por la cual los temporales acabaron con ellas. En líneas generales el acertado trazado de Antonelli, ingeniero al mando en el primer plan de fortificación, se conservó en los proyectos posteriores, que serían ejecutados en piedra sustituyendo las fajinas. (Singladuras por la historia naval, s.f.)

Históricamente las mayores explotaciones de piedra caliza de Cartagena estuvieron ubicadas en las laderas de la popa en la denominada cantera de Tesca, explotaban además en la cantera de Tierrabomba en el sitio del Tejar de San Bernabé de los Jesuitas contigua a la plataforma del Santangel. Así mismo la hacienda Púa en Arroyo de Piedra, fue otra reserva explotada en los periodos de fortificación y otras de menor reserva, pero con características especiales en su composición química, estaban ubicadas en todo el perímetro de la Bahía de Cartagena.

La selección de la Piedra Caliza era un proceso sencillo, consistía fundamentalmente en su triturado para obtener un torneado adecuado. La de color extremadamente blanca, dura y pesada, servían para cales de primera calidad, llamadas "Aéreas". Las igualmente duras y pesadas, pero de colores pardos y acres, servían para producir cales casi duras, o grasas en "Terróri". Las más deleznales, livianas y amarillas, pardas, ocre y rojizas servían para obtención de cales "Hidráulicas".

En el entorno cartagenero las piedras de caliza se encuentran en las colinas de Albornoz, incrustadas horizontalmente sobre arcillas y otras rocas que afloran en sus valles, situados a 8 km de la ciudad sobre la carretera que va hacia el complejo industrial de Mamonal y cuyas reservas se estiman en 75 millones de toneladas. Otro yacimiento importante es el de Turbaco, estimado en 1450 de toneladas, tornando como base un área de 58 Km². (Martinez Segrera, Martinez Vázquez, Cabrera Cruz, & Martelo Osorio, s.f.)

5.3.2. Ladrillos

Se construyeron ladrillos tipo tolete, cuyas mediciones promedio eran de 30 x 15 x 5 cm. (Martinez Segrera, Martinez Vázquez, Cabrera Cruz, & Martelo Osorio, s.f.; Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)



Las fábricas de ladrillo se ejecutaban del mismo modo que las de piedra, en cuanto al asiento y disposición de la mezcla. Ordinariamente los albañiles iban elevando las hiladas de ladrillo hacia el paramento anterior para formar el declivio de los muros y de esto, lo que se consideraba “una mala práctica” resultaban las juntas tan gruesas, así los muros resultaban en sus hiladas con una inflexión o ángulo hacia el centro.

Importaba que sus hiladas se asentaran en una buena mezcla. En algunos casos cuando no se tenía gran cantidad de piedra a disposición se utilizaba ladrillo y piedra al mismo tiempo para erigir los muros. (Muller, 1769)

5.3.3. Los hornos de ladrillos y tejas

Cumplido el tiempo de secado, haya sido a sol o a sombra, se llevaban los ladrillos al horno, cubículo construido con el mismo ladrillo que se va a refractar, pegado con barro. El horneado debía durar alrededor de doce (12) horas a una temperatura de 200 a 300° centígrados. La forma más adecuada de hornear materiales de arcilla se realizaba con el aumento progresivo de la temperatura. Las primeras 24 horas a fuego moderado; luego se procede a elevar durante las siguientes 36 horas y de ahí en adelante, hasta el nivel más intenso hasta que se alcanzara la cocción deseada. Después de apagado, el horno debe dejarse enfriar entre 5 y 6 días.

La extracción se iniciaba con la saturación de agua del terreno hasta la profundidad en que se encuentre la arcilla. Luego venía el corte y la excavación de la masa que se mezcla con aserrín y arena dulce de grano fino, aglutinándose así el sílice, el aluminio y el hierro que contienen ambas. El aserrín aseguraba la formación de poros que permitía su cocción homogénea y su secado. La fase del secado es la única que difiere en cuanto a sus cuidados de una a otra región del mundo. En nuestra región, el clima tórrido proporciona un sol candente que debía ser aprovechado gradualmente, tratando de que no fragile y rompiera la sombra de árboles y cobertizos. Así mismo, la humedad era un factor que debía controlarse. (Martinez Segre, Martinez Vázquez, Cabrera Cruz, & Martelo Osorio, s.f.)



5.3.4. La cal

Fue la cal el subproducto principal de construcción. Su descubrimiento debió ser posterior al del ladrillo. Bastaba con observar cómo la tierra arcillosa, humedecida por la lluvia, podía tomar todas las formas posibles. Al descubrir que la piedra calcárea, al exponerse al fuego, era susceptible de disolverse en el agua, podría producir una pasta fina y untuosa que, al mezclarse con arena, adquiriría con el tiempo una dureza semejante a la de las piedras ordinarias.

Las piedras calcáreas que producen la mejor cal son las más duras y más pesadas, su grano es más fino y compacto y su textura más homogénea. Su procedencia y producción era posible gracias a la existencia de canteras y hornos de cal localizados en distintos puntos de la ciudad. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

5.3.5. Canteras y hornos

La Gran solidez de las estructuras militares y construcciones civiles en general se debe en gran medida a la fortaleza de la industria de los hornos de cal. Como resultado de la existencia de estos, se logró ejecutar el numeroso grupo de fortificaciones que aún perduran en Tierrabomba, Barú y el resto de la ciudad histórica. (Cabrera Cruz A. , Murallas sumergidas, futuro de Cartagena en lecciones del pasado, s.f.)

No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XVI que se abrieron las primeras canteras y se generalizó el uso de la piedra en algunos edificios principales y en la construcción civil y empiezan a utilizarse apenas en las fortificaciones iniciadas en la última parte de este siglo.

Con el paso de los años fueron abriéndose muchas canteras en los alrededores de la reciente fundación, mientras que, a medida que aumentaban las necesidades de piedra en cantidad y calidad, había que recurrir a explotaciones cada vez más alejadas y, por lo tanto, más costosas. Además de la producción de los cerros aledaños a la Popa, que estaban cerca de la urbe, se recurrió a los de Albornoz y Caimán cercanos a la costa en el borde de la gran bahía exterior, a los que se llegaba por el camino de Mamonal que bordea el mar. Ya en el siglo XVIII, las grandes canteras se utilizaron masiva para las esplendidas obras marítimas de la época, y más en especial la escollera del frente de la marina y para el dique de cierre del canal de Bocagrande, fueron las emplazadas en la isla de Carex, hoy denominada isla de Tierrabomba, aun cuando, en ciertos casos, se prolongó



la andadura en busca del material adecuado hasta lugares alejados como la isla de Barú o los Moros situados al norte de la Boquilla, más allá de la Ciénaga de Tesca o de la Virgen. (Cabellos Barreiro, 1991)

Utilizaban sistemas de transporte que representaban un significativo coste. Por agua se usaban plataformas de carga debidamente amordazadas y encintadas sobre almadias y balsas con varios remeros, La pértiga se usaba en ciénagas, pero en mayores profundidades se usaba el remo y la vela, las Goletillas tanto para mar, como para río, era utilizada para el transporte de materiales a grandes distancias, como por ejemplo entre Cartagena y Bara, o el Darién o Arroyo de piedra. En tierra el transporte de los materiales estaba dado por Yuntas, eran carretas con cuatro ruedas sólidas de aro metálico y entablado grueso, usadas para transporte de cargas pesadas sobre distancias cortas y largas, de lento andar, tiradas por hueyes, asnos o caballos. Las carretas sencillas se usaban para cargas menores y distancias cortas, con ruedas de trazo radial, eran menos resistentes, pero más rápidas. (Martínez Segre, Martínez Vázquez, Cabrera Cruz, & Martelo Osorio, s.f.)

La piedra extraída tenía diversos criterios de clasificación según fuesen sus destinos previstos. En las obras marítimas un criterio fundamental era el tamaño de los cantos obtenidos, el cual iba, por naturaleza, unido a la fragmentabilidad y a la consistencia de la roca. La de menor calidad que rompía formando ripios menores, que solían ser menos densos, se destinaban a los núcleos entre las estacadas de pilotes, a rellenar los cajones y a situarse en obras provisionales o que, con posterioridad, debían quedar protegidas por una escollera o por un cimientado de muralla. La roca más sana, que también era la más densa y menos porosa, formaba grandes cantos de escollera que era un valioso material que debía reservarse cuidadosamente, como oro en paño, para resistir los embates del mar y para los precisos despieces de cantera.

En otros casos como sucedía en las canteras más próximas a la urbe dedicadas a la construcción de edificios, la piedra de mejor calidad era reservada para su talla; la menos fina se usaba para cantería de bloques, mientras que los restos de explotación y la más defectuosa era enviada a los hornos para la producción de cal. (Cabellos Barreiro, 1991)



5.3.6. La argamasa

Para el cemento, los ingenieros se acogían todavía a las excelentes fórmulas de origen romano. El mejor mortero era la argamasa preparada con tres partes de arena lavada, del río preferiblemente de arroyo y dos partes de cal viva mezcladas con agua, y todo reposado y cernido. (Cabellos Barreiro, 1991)

Aplicando técnicas francesas, construían sobre el terreno una balsa o alberca de doce o dieciocho pulgadas de profundidad. Entablaban el suelo y le daban la extensión necesaria para la cal que disolverían, luego echaban una capa de seis y ocho pulgadas de cal en piedra cubriéndola con agua y removiéndola hasta que estuviese enteramente disuelta, así la ligaban con la arena y hacían la mezcla unos días después, pero en obras de ardua consideración, cubrían la cal de la mejor naturaleza posible, con un tercio de arena, preservándola de sol y lluvia y la dejaban reposar por todo un año. Para las fortificaciones en general siempre que fuese posible preparar la mezcla se precisaba dejarla reposar por lo menos seis meses, tiempo suficiente para que se disolvieran las piedras calcinadas, las que no se alcanzaran a calcinar eran separadas por los albañiles al tiempo de usarla, pues de no hacerlo la obra se vería afectada. (Muller, 1769)

Fuertes y murallas que aún perduran orgullosamente erguidos en Cartagena, no tienen más pega que esta, excepto en los aljibes y demás obras sumergidas. La arena de mar se evitaba debido al efecto perjudicial de los cloruros y los sulfatos.

La argamasa para aljibes o para obras sumergidas, que requería una mayor calidad, para lograr impermeabilidad y resistencia al agua marina, se realizaba con una parte de arena lavada de río, dos partes de cal viva, y una parte de polvo de teja molida, o escoria de hierro, o cenizas. (Cabellos Barreiro, 1991)

Algunas veces la cal para la producción de la argamasa era más o menos grasa, otras el apagado se había realizado con excesiva cantidad de agua; según su procedencia la arena era gruesa o demasiado fina, o excesivamente sucia la mayoría de las veces.

Todo ello hacía de los ingenieros y sus alarifes unos notables ingeniosos, en el mejor sentido de la palabra que debían adaptarse a las situaciones o circunstancias cambiantes del día a día y resolver los problemas propios de una obra. (Muller, 1769)



5.3.7. Madera

La explotación de la madera durante todo el período colonial resultaba ardua y costosa, debido a la enorme cantidad que de este material requerían las grandes obras, en la mayoría de los casos desproporcionada en relación con los recursos técnicos utilizados para su producción. (Cabrera Cruz & Martínez Vásquez , La herencia hispano musulmana en la arquitectura de Cartagena de Indias, s.f.)

Era extraída desde Tolú y río Sinú, Mahates, Barranca (hoy Barranquilla), Urabá y Darién, a muy largas distancias.

La madera seca y curada para pilotes y andamios, generalmente mangle, utilizado en grandes cantidades, además de las arboladuras de los tendales y para puertas y ventanas llegaba del Sinú y del Chocó.

Para una ciudad como Cartagena la mayor parte del abastecimiento maderero se obtenía en la abundante selva del Darién, especialmente en el golfo de Urabá, para lo cual se levantaban campamentos forestales a una y otra orilla del río Atrato, Sierra Nevada de Santa Marta y algún sector del río Magdalena, cercano a la Barranca de San Nicolás (Barranquilla). La otra parte se obtenía en cercanías de Cartagena, particularmente en las lomas de Albornoz en épocas tempranas del periodo colonial.

Existieron, además, otros campamentos en los manglares de las desembocaduras de los ríos Sinú, San Juan y Magdalena y en los caños y lagunas de la misma bahía. (Cabrera Cruz & Martínez Vásquez , La herencia hispano musulmana en la arquitectura de Cartagena de Indias, s.f.)

La madera era usada en estacadas, rastrillos, puentes de comunicación, entarimados, cureñas de cañones y repuestos para blindajes, para cabal funcionamiento de la plaza. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

5.3.8. Almacenamiento de la madera

La mayor parte era almacenada en los 30 tendales y cobertizos de artillería distribuidos en casi todas las fortificaciones y fortalezas de la ciudad, sobresalen los tinglados del Arsenal en Getsemaní y los externos al baluarte de Santo Domingo, el sitio sin embargo más propicio para



guardar la mayor parte era la Escuela de Prácticas de la Brigada del Real Cuerpo de la Artillería al pie del Castillo de San Felipe.

Esas maderas quedaban expuestas, directamente a fuego enemigo, pero que, en la práctica, permitían realizar obras de contención con grandes empalizadas, rastrillos, trincheras y otros refuerzos temporales.

Relaciones mencionan el uso de unas 231.900 piezas de madera pesada y recia con cerca de 1.391.000 varas de largo, de maderas gruesas, en dimensiones, hoy no comerciales, equivalentes hoy a 1.043 kilómetros lineales, con muy distintas y altas calidades y dimensiones para los diversos aspectos estratégicos, cureñas, tarimas, tablestacados registrados en planos como el provisional para evitar la toma embarcada por esta área en la bahía de las Animas y el caño de la Matuna o de San Anastasio, de cerca de 700 varas de largo casi 600 metros lineales.

La construcción de la escollera de Bocagrande es la obra donde se aplicaron las mayores cantidades de madera en la historia de Cartagena una las obras hidráulicas más sobresalientes de España en América del Sur. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

5.3.9. Agua

El mayor problema en la localización del núcleo fundacional residía en la falta de fuentes de agua cercanas. Si bien en la época colonial en estudio, los usos y costumbres en materia de higiene distaban muchos de los actuales y el consumo era considerablemente menor al mínimo actual, este fue un fuerte obstáculo, muy especial durante los numerosos asedios que fue resuelto a la fuerza de habilidad y con imaginación a base de recoger toda el agua de lluvia de las cubiertas y terrazas, almacenándola **en los aljibes** que toda casa cartagenera poseía, con lo cual se garantizaba la necesaria ración de agua potable. También, desde los primeros tiempos, para conseguir acopio de agua se construyeron *jagüeyes* en las afueras de la ciudad, muchos de ellos dentro del recinto amurallado, en los baldíos de San diego, en la parte noreste del mismo, extendiendo las murallas más de lo preciso, tanto por razones estratégicas como por la conveniencia de proteger las preciadas reservas de agua y cultivos. (Cabellos Barreiro, 1991)



“Sobre el abastecimiento de agua, se mencionan los más de 390 aljibes que almacenaban 861.457 pies cúbicos, equivalentes hoy a 24.393 metros cúbicos (más de 24 mil toneladas) de agua aceptablemente potable, que en momentos críticos, solo en el centro histórico, podía adjudicarse en caso de necesidad, una ración por persona, mínimo diario, de aproximado a dos litros o más, para un población posible de 11 mil personas en la ciudad, el agua potable podía durar perfectamente un año y aun consumiendo más, pero las lluvias que aparecen en abril, con período seco (noviembre a abril), se encargaban de que esa provisión, nunca se agotara, pues las reservas de los aljibes, y el agua para otras actividades domésticas se realizaba con agua de mala calidad, de los pozos, jagüeyes y casimbas”. (Cabrera Cruz A. , Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias, 2017)

5.3.10. El hierro

Para hachas, serruchos, cinceles y demás utensilios necesarios para tallar la piedra, y el de los martillos, picos y palas, barretas, clavos, goznes capuchinos y cadenas venía de ultramar. Las cuerdas pesadas para izar materiales de construcción se importaban, aunque localmente se hilaba el fique de tradición indígena. (Cabellos Barreiro, 1991).

5.4. INTERVENCIONES REALIZADAS EN LAS FORTIFICACIONES

5.4.1. Cortina entre el baluarte de francisco Javier y baluarte de san Ignacio

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1595	Planeación inicial del proyecto	Ingeniero Militar. Bautista Antonelli
1620 - 1630	Construcción de la primera obra	Ingenieros militares Cristóbal de Roda y Francisco de Murga
1656	Diseño de adelantamiento	Juan de Somovilla y Tejada
1667	Construcción de adelantamiento	
1718	Finalización de las obras de construcción	Ing Juan de Herrera y Sotomayor
1910	Demolición parcial de la cortina	
1911	Construcción del Monumento a la Bandera con sillares de la cortina demolida	
1969	Reconocimiento y recomendaciones	Juan Manuel Zapatero
1970	Obras de Restauración	
1983	Intervención del Baluarte de San Francisco Javier	
	Obras de señalización a nivel de piso de la cortina demolida	

Tabla 1. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de francisco Javier y baluarte de san Ignacio.

Fuente: Información extraída y modificada Investigación constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)



5.4.2. Baluarte de san Ignacio

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1595	Planeación inicial del proyecto	Ingeniero Militar. Bautista Antonelli
1620 - 1630	Construcción de la primera obra	Ingenieros Cristóbal de Roda y Francisco de Murga
1656	Diseño de adelantamiento	Juan de Somovilla y Tejada
1718	Finalización de las obras de construcción	Ing Juan de Herrera y Sotomayor
1910	Demolición parcial de la cortina	
1911	Construcción del Monumento a la Bandera sobre su explanada	
1969	Reconocimiento y recomendaciones	Juan Manuel Zapatero
1970	Obras de Restauración	
1983	Obras de recuperación del Parque de la Marina	
	Obras de adoquinamiento de la Calle de La Ronda	
	Consolidación de la cortina	
1986	Intervención al Baluarte de San Francisco Javier	
	Obras de señalización a nivel de piso de la cortina demolida	

Tabla 2. Cronología de construcción e intervenciones baluarte de san Ignacio.

Fuente: información extraída y modificada Investigación constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)

5.4.3. Cortina entre el baluarte de san Ignacio y san Juan Evangelista

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1571	obras de construcción de un pretil que unía el muelle nuevo con el viejo	
1595	Se plantea inicialmente dentro del Proyecto general de la plaza	Ingeniero Militar. Bautista Antonelli
1620 - 1630	Construcción de la primera obra	Ingenieros Cristóbal de Roda y Francisco de Murga
1718	Finalización de las obras de Construcción	Ing Juan de Herrera y Sotomayor
1969	Reconocimiento y recomendaciones	Juan Manuel Zapatero
1970	Obras de Restauración	

Tabla 3. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de san Ignacio y san Juan evangelista.

Fuente: información extraída y modificada Investigación constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)



5.4.4. Baluarte de san Juan Evangelista

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1595	Se plantea inicialmente dentro del Proyecto general de la plaza	Ingeniero Militar. Bautista Antonelli
1620 - 1630	Construcción de la primera obra	Ingenieros Cristóbal de Roda y Francisco de Murga
1718	Finalización de las obras de Construcción	Ing Juan de Herrera y Sotomayor
1969	Reconocimiento y recomendaciones	Juan Manuel Zapatero
1970	Obras de Restauración	
2003	Construcción de los Baños Públicos en su terraplén	Arquitecto Alberto Herrera Díaz

Tabla 4. Cronología de construcción e intervenciones cortina entre el baluarte de san Ignacio y san Juan evangelista.

Fuente: información extraída y modificada Investigación constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)

5.4.5. Cortina de la boca del puente o torre del reloj

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1595	Se plantea inicialmente dentro del Proyecto general de la plaza	Ingeniero Militar. Bautista Antonelli
1620 - 1630	Construcción de la primera obra	Ingenieros Cristóbal de Roda y Francisco de Murga
	Demolición de la cortina durante el ataque del Barón de Pointis	
1697	Recostruccion de la cortina con tres bóvedas y en la central construye una puerta de estilo Barroco español con estilo Toscano	Ingeniero Herrera y Sotomayor
1755	Se convierte la bóveda lateral izquierda se convierte en Ermita	
1887	Construcción de una nueva torre	Luis Felipe Jaspe
1888	Obra de ejecución de la nueva torre	
1905	Se abre la Puerta Balmaseda	
1920	Intervención de la Torre del Reloj	
1969	Reconocimiento y recomendaciones	Juan Manuel Zapatero
1970	Obras de Restauración	
1996	Obras de adoquinamiento de la Plaza de los Coches y la Plaza de la Paz	Arquitectos Alberto Herrera y Alberto Samudio
2007	Construcción de la nueva vía para el Proyecto de Transcaribe	

Tabla 5. Cronología de construcción e intervenciones cortina de la boca del puente o torre del reloj

Fuente: información extraída y modificada Investigación constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)



5.4.6. Fuerte san Fernando de Bocachica

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1752	Aprobación del proyecto de construcción con cambio del diseño de altura de paredes y muros	Mac Evan y Lorenzo Solis
1753	Inicio de construcción	Don Antonio de Arévalo
1759	Completo la construcción	
1958	Reconocido por la UNESCO como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad	
1967	Estudio en detalle de las de las fortificaciones de Tierrabomba y limpieza de la fosa y restauración de las puertas principales	Juan Manuel Zapatero
1982	Se continuo con la intervención de Zapatero y se colocó el nuevo piso	Augusto Martínez Segrera
1985		
1995	Restauración y reconstrucción de las baterías laterales de Santiago y San francisco Regis	Alberto Samudio T. & Cía. Ltda
1998		
2011	Intervenciones generales de limpieza y de restauración y la sustitución de las rejillas de madera de las ventanas	
2012	la limpieza de todo el terreno que rodea la fortaleza, junto con la demolición de los antiguos bungalows	

Tabla 6. Cronología de construcción e intervenciones Fuerte San Fernando

Fuente: (Paradiso, Galassi, & Benedetti, 2013)

5.4.7. Fuerte-batería san José de Bocachica

AÑOS	CONSTRUCCION E INTERVENCIONES	AUTOR
1750	Proyecto del canal de Bocachica	Mac Evan
1751	Inicio de construcción	Don Antonio de Arévalo
1759	Completo la construcción	
1967	Estudio en detalle de las de las fortificaciones de Tierrabomba y limpieza de la fosa	Juan Manuel Zapatero
1984	Reconocido por la UNESCO como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad	
1989	Estudios y Proyecto de restauración	Arquitecto Alberto Herrera Diaz
1997	Adecuación funcional como área social	
2011	Estudios Técnicos y Proyecto de Restauración Integral	

Tabla 7. Cronología de construcción e intervenciones Fuerte San José

Fuente: información extraída (Berrocal Olave, Estudio técnico: batería san José de Bocachica en Cartagena de indias, Colombia., 2016)



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



		OBRAS			
COMPONENTES	CORTINA ENTRE EL BALLEARTE DE FRANCISCO JAVIER Y BALLEARTE DE SAN IGNACIO	BALLEARTE DE SAN IGNACIO	CORTINA ENTRE EL BALLEARTE DE SAN IGNACIO Y SAN JUAN EVANGELISTA	BALLEARTE DE SAN JUAN EVANGELISTA	CORTINA DE LA BOCA DEL PUENTE O TORRE DEL RELOJ
CLASIFICACION ESTILISTICA	Escuela Italiana de Fortificación Renacentista	Escuela Italiana de Fortificación Renacentista	Escuela Italiana de Fortificación Renacentista	Escuela Italiana de Fortificación Renacentista	Escuela Italiana de Fortificación Renacentista, con intervención Barroca y Republicana
CLASIFICACION TIPOLOGICA	Cortina de un Recinto Irregular	Baluarte de Recinto Irregular	Cortina de un Recinto Irregular	Baluarte de Recinto Irregular	Cortina de Recinto Amurallado
DESCRIPCION ARQUITECTONICA	Categoria (C1): Cortina que no presenta adosamiento por ninguno de sus lados. Presenta una calle paralela a esta, llamada Calle de Ronda	Baluarte Regular de Esquina (BL1): Baluarte esta ubicado en la esquina de un recinto fortificado, presenta flancos regulares o simétricos	Cortina con edificio adosado (C3): Cortina que presenta un edificio adosado a todo lo largo de esta	Baluarte Intermedio Regular (BL3): Baluarte que se encuentra en una zona intermedia del recinto fortificado y sus cortinas a ambos lados de esta, están construidas de forma perpendicular a este.	Cortina con Volumen Superpuesto (C4): Cortina conformada por un volumen superpuesto en su explanada.
	ELEMENTOS ARQUITECTONICOS	Escarpa Contraescarpa Terrapién Plataforma Puertas (Tapladas)	Escarpa Contraescarpa Terrapién Plataforma Garitón Rampa Tendal	Cimiento Escarpa Contraescarpa Terrapién Plataforma	Escarpa Contraescarpa Terrapién Plataforma Parapeto atronerrado Rampa (Demolido)

Tabla 8. Componentes y características lienzo de muralla entre el monumento de la india catalina y el museo de la marina en Cartagena de indias

Fuente: información extraída y modificada Investigacion constructiva y Tipológica, Intervenciones Históricas. (Herrera Diaz, 2008)



5.5.COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

Dentro de los materiales que componen la escarpa de la muralla en los tramos comprendidos entre la cortina del baluarte san Fernando y san Ignacio y la cortina Boca del puente y el baluarte san Pedro mártir, tenemos diferentes formas de encontrar la piedra caliza, concreto a base de cal, concreto colonial (argamasa, pómez, coralina) y ladrillo; como se muestra en la siguiente tabla:

Material	Tipo de Estudio/material	Resistencia	
caliza	sobre regata	5914	kg/cm ²
	sobre pilastra núcleo	24.3	kg/cm ²
	núcleo	76.9	kg/cm ²
	esclerómetro	156.14	kg/cm ²
	ultrasonido	108.37	kg/cm ²
	murete	26.08	kg/cm ²
	con pañete	57.21	kg/cm ²
concreto base cal		98.095	kg/cm ²
concreto colonial	(argamasa, pómez, coralina)	8.4	kg/cm ²
ladrillo militar	murete	37.81	kg/cm ²
	esclerómetro	126.28	kg/cm ²
ladrillo		41.62	kg/cm ²
	ultrasonido	115.57	kg/cm ²

Tabla 9. Propiedades de la muralla, fortificaciones comprendidas entre la cortina del baluarte san Fernando y san Ignacio y la cortina Boca del puente y el baluarte san Pedro mártir

Fuente: extraído y modificado, estudio de materiales, autores varios.

Dentro de la composición química de los materiales, realizadas a muestras tales como piedras de diferentes tonalidades y estados; además de morteros de pega y pañetes y ladrillos tenemos diferentes composiciones (ver anexo 1).

5.5.1. Comparación de la resistencia a la compresión entre las murallas de Cartagena y el corregimiento de Bocachica

Dado que este estudio tiene por objetivo la comparación física y mecánica entre los materiales que constituyen las fortificaciones de militares de la ciudad de Cartagena de indias, como lo son los baluartes de San Ignacio o de los Moros, San Juan Evangelista o de la Contaduría, la Puerta del Reloj o Boca del puente y el corregimiento de Bocachica, como el fuerte – batería san José y el fuerte San Fernando; se obtuvieron los siguientes resultados de los ensayos a muestras de núcleos extraídos directamente de dichas fortificaciones en los estudios “*RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS Y DINAMICO-VIBRACIONALES PARA CONSULTORÍA DE LOS ESTUDIOS*”



Y DISEÑOS PARA LA RESTAURACIÓN DEL LIENZO DE MURALLAS ENTRE EL MONUMENTO DE LA INDIA CATALINA Y EL MUSEO DE LA MARINA, CARTAGENA DE INDIAS, BOLÍVAR”, (AICO, 2008), “EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS Y ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL FUERTE DE SAN FERNANDO EN LA ISLA DE TIERRA BOMBA, BOCACHICA, BOLÍVAR, COLOMBIA”, (AICO, 2012a), “EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS Y ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL FUERTE DE SAN JOSÉ EN LA ISLA DE TIERRA BOMBA, BOCACHICA, BOLÍVAR, COLOMBIA”, (AICO, 2012b).

REFERENCIA	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA (psi)	POROSIDAD (%)
NUCLEO 1	2042	1753	2.04
NUCLEO 2	2558	915	38.84
NUCLEO 3	2144	1577	13.45
NUCLEO 4	1989	1184	24.36
NUCLEO 5	2122	1199	20.3

Tabla 10. Propiedades de la muralla, fortificaciones comprendidas entre el monumento de la india catalina y el museo de la marina.

Fuente: extraído y modificado, estudio de suelos (AICO, 2008).

REFERENCIA	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA (psi)
NUCLEO 1	2680	1261
NUCLEO 1	2820	960
NUCLEO 2	2500	612
NUCLEO 6	2910	789
NUCLEO 7	3010	911

Tabla 11. Propiedades del fuerte San Fernando

Fuente: extraído y modificado, estudio de suelos (AICO, 2012a)

REFERENCIA	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA (psi)
NUCLEO 1	2670	646
NUCLEO 1	3000	1065
NUCLEO 2	2870	1533
NUCLEO 2	2700	1259
NUCLEO 3	2920	426
NUCLEO 5	2680	616



Tabla 12. Propiedades del fuerte - batería San José.
Fuente: extraído y modificado, estudio de suelos (AICO, 2012b)

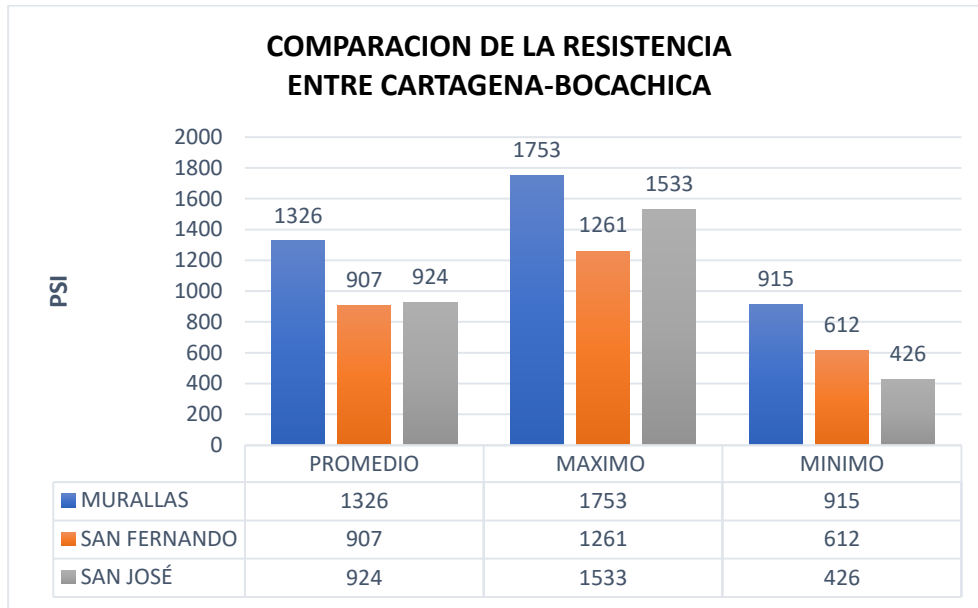


Grafico 1. Comparación de resistencia de valores promedio, máximo y mínimo entre las fortificaciones de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica.

Fuente: Autores

De la comparación a los parámetros de valores de promedio, máximos y mínimos, podemos notar una superioridad en los datos de resistencia para los núcleos extraídos de las murallas sobre los núcleos extraídos en los fuertes, **1326 psi** mayor a **924 psi** para san José y **907 psi** para san Fernando, esto debido al valor máximo de resistencia a la compresión que corresponde a **1753 psi** en las murallas, que se encuentra por encima de **1261 psi** y **1533 psi** que corresponden a los fuertes de san Fernando y san José respectivamente.

Pese al mayor valor de resistencia de las murallas notamos que los valores con menor desviación son los datos de San Fernando con lo que podríamos deducir tendríamos una fortificación homogénea en cuanto al estado y a sus propiedades físicas respecto a las murallas y a san José, con solo una desviación de **236 psi** frente a la mayor desviación que tiene san José, correspondiente a **430 psi** y para las murallas de **336 psi**.



Y se logró llegar a la conclusión que los diferentes elementos estructurales del fuerte - batería de San José, fuerte san Fernando y la parte de muralla comprendidas entre el monumento de la india catalina y el museo de la marina, tienen una gran resistencia a la compresión la cual ha evitado mayores agrietamientos y colapso de dichas estructuras. (AICO, 2012a)

5.5.2. Comparación de la resistencia a la compresión de las murallas de Cartagena

Comparando los resultados de características físicas de los materiales de 3 métodos de ensayos, ensayo a cilindros, esclerometría y ultrasonido, como se puede observar en la siguiente gráfica:

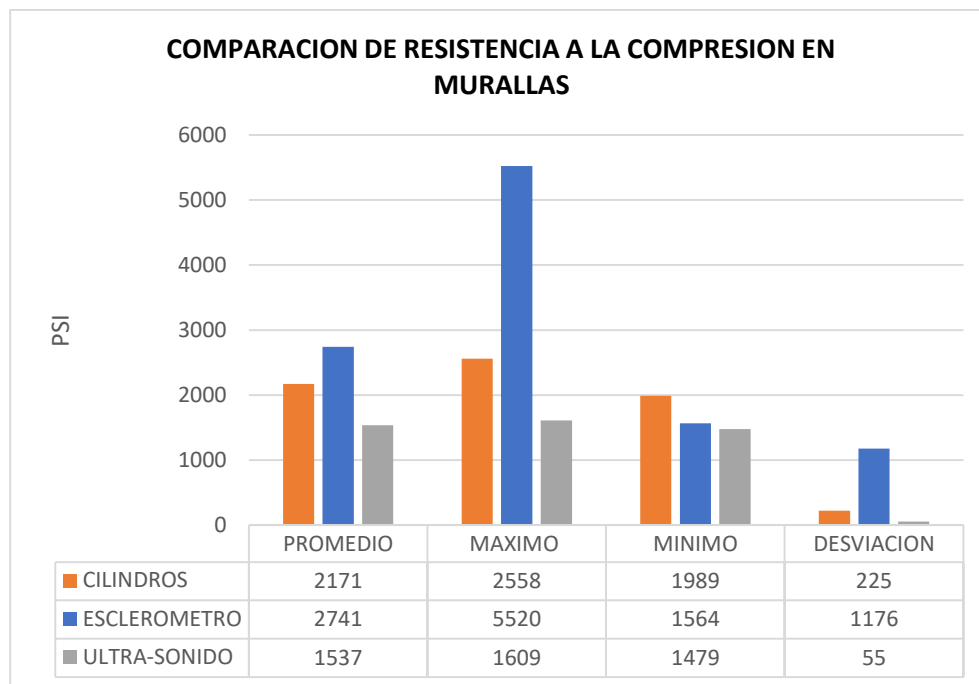


Grafico 2. Comparación de la resistencia a la compresión por los ensayos de cilindros, esclerómetro y ultrasonido.

Fuente: Autores.

Con base a los análisis de los resultados, se infirió que:

- Las resistencias obtenidas de todos los ensayos destructivos oscilan entre **2558 psi** y **1989 psi**. Con una desviación de **225 psi** entre los datos que es una variación aceptable. De lo cual se puede concluir que los materiales de los cilindros son de un material homogéneo.
- La resistencia obtenida en los ensayos de esclerometría son muy dispersas, dado que oscilan entre **5520 psi** y **1564 psi**, con la desviación más grande entre los métodos de



ensayo. De lo cual se puede inferir que los materiales son heterogéneos y con diferente procedencia.

- En el ensayo de ultrasonido los resultados nos indican que son materiales homogéneos con una desviación de solamente **55 psi** de lo cual podemos concluir que son materiales de características similares.
- Vemos que para los valores promedio la mayor resistencia fue la obtenida con el esclerómetro de **2741 psi**, pero dada la dispersión de los datos en la que igualmente se presenta el valor mayor concluimos que es un resultado de poca confiabilidad. Dando como resultado que el mayor valor promedio confiable sería el obtenido en el ensayo a cilindros con una resistencia de **2171 psi**.

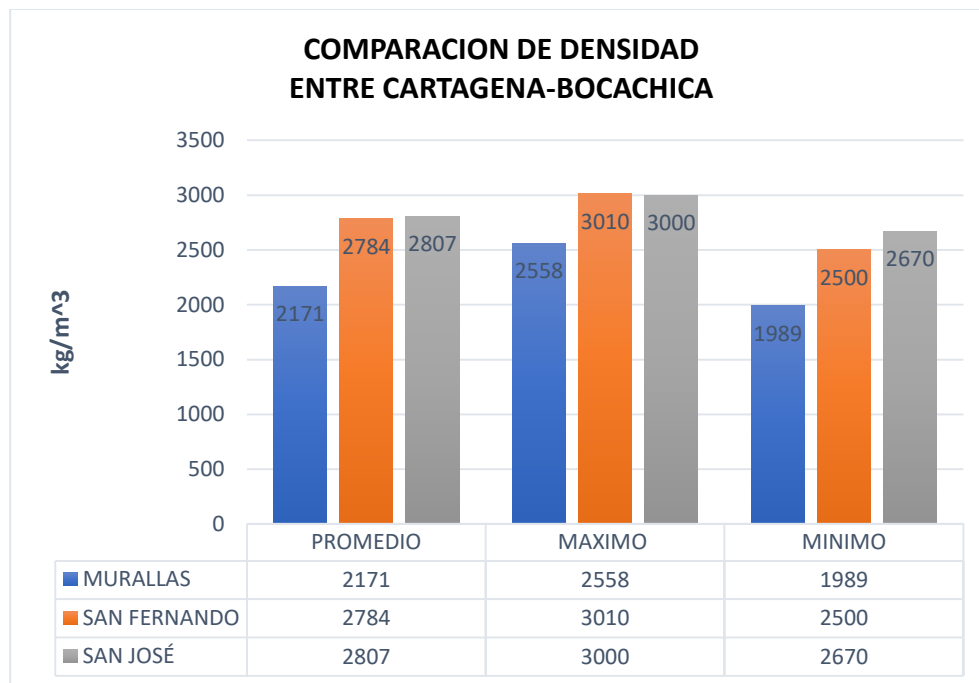


Grafico 3. Comparación de Densidades de valores promedio, máximo y mínimo entre las fortificaciones de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica.

Fuente: Autores

En cuanto a la densidad de los materiales procedentes de las tres fortificaciones vemos que los valores promedio de san Fernando y san José son cercanos y con diferencia al valor de densidad



de las murallas, y observamos que no solo su valor promedio sino sus valores máximos y mínimos se encuentran por debajo de los valores de los fuertes.

5.5.3. Comparación de resultados de ensayos murallas / contramurallas

En el siguiente grafico se presentan los resultados de resistencia a la compresión para murallas y contramurallas:

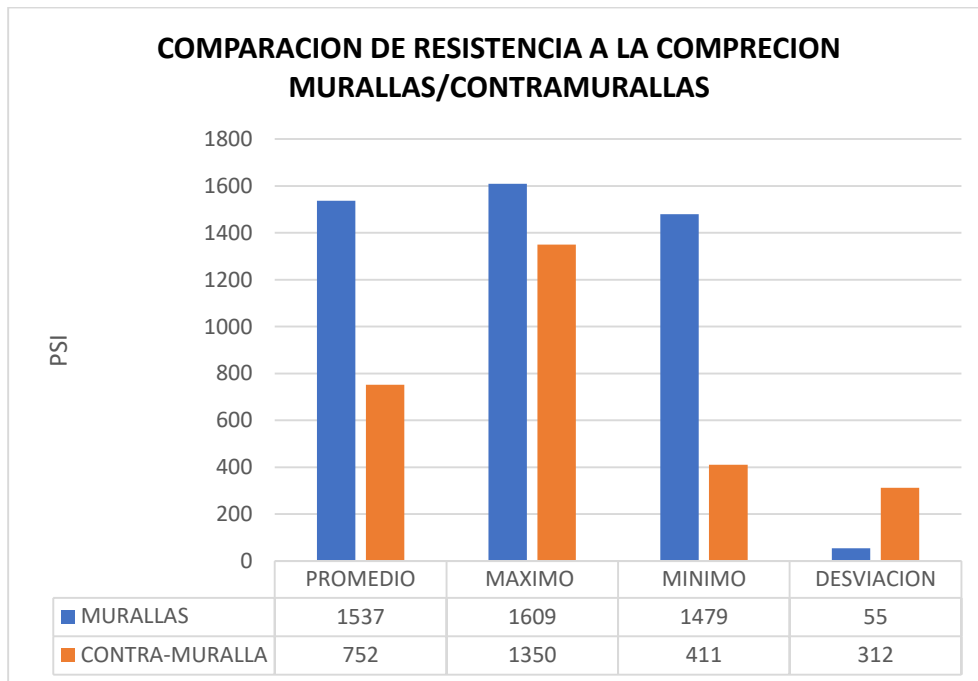


Grafico 4. Comparación de la resistencia a la compresión de murallas y contramurallas.

Fuente: Autores.

Del anterior grafico podemos concluir:

- Los valores de resistencia son mayores para las escarpas (murallas) que para las contraescarpas (contramurallas) con valores promedios de **1537 psi** y **752 psi** respectivamente.
- Los valores máximos y mínimos para la muralla son **1609 psi** y **1479 psi** respectivamente que son mayores a los resultados para las contramurallas que son **1350 psi** y **411 psi** para los valores máximos y mínimos de resistencia.



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



- Podemos concluir que los valores de resistencia en la muralla son mayores a los de la contramuralla debido a la concentración de humedad que puede estar presente en las contramurallas.



CONCLUSIONES

Con base a la disección de los resultados obtenidos luego de seguir la metodología descrita, se logró inferir lo siguiente:

- Bajo el análisis apoyado en la recopilación bibliográfica, se logró explicar los fundamentos constructivos y las singularidades de la fábrica de elementos utilizados en las fortalezas como baterías, flancos, revellines, caminos cubiertos, explanadas, traveses, entre otros. Del estudio constructivo de sus muros se observa claramente la aplicación de técnicas como “muratura a sacco”, hechos de piedra, conformando una especie de saco relleno en conglomerado cementado. Los cimientos de las fortalezas cuentan con técnicas francesas, tanto para las cimentaciones profundas en los fuertes de la ciudad de Cartagena como para las cimentaciones superficiales en los fuertes de Bocachica. La procedencia de sus materiales y su explotación durante todo el período colonial podía resultar ardua y costosa, debido a múltiples factores como la distancia a la que podían encontrarse las canteras o centros de producción en general, y el coste mismo de tal transporte además de la amplia cantidad que de uno u otro material se necesitase en las grandes obras, que en muchos casos era desproporcionada en relación con los recursos técnicos utilizados para su fabricación.
- Del estudio de procedencia historia y preparación de la *argamasa* es posible establecer una hipótesis referente a la poca resistencia a la compresión que en su mayoría poseen los muretes producto de intervenciones llevadas a cabo en las fortificaciones en las últimas décadas, a diferencia de los muretes realizados en la época colonial, analizados en diferentes estudios e investigaciones, pues la cal extraída desde las diferentes canteras en los periodos de la colonia y su adecuación para la argamasa contaba con tiempos o periodos bastante amplios de reposo (de seis meses a un año según la importancia de la obra) antes de su utilización, época en la que se consideraba además con mucha minuciosidad los diversos criterios de clasificación según fuesen sus destinos previstos, su elección y la determinación de la calidad del material.
- La cronología de la construcción de las fortificaciones y su proceso constructivo, permiten concluir que el periodo comprendido entre 1751 y 1811 conocido como “neoclásico”, fue el periodo que más represento para las fortalezas de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



gran opulencia en el arte militar de la fortificación debido a la gran hazaña de los ingenieros que tallaron en piedra y ladrillo las técnicas de la arquitectura bélica, sin embargo cabe resaltar que varias de las fortificaciones hoy existentes remiten a las construcciones proyectadas por ingenieros pertenecientes al periodo Barroco, periodo en el que apenas empezaba el primer plan de fortificación, demostrándose así que desde sus inicios se contó con la mejor elite de ingenieros, capacitados con los más altos estudios en el arte de fortificar y tácticas de defensa.

- El estudio histórico presente pudo revelar datos de archivo sobre las intervenciones realizadas a lo largo de los años, en donde es posible observar que estas, sobre todo en sus últimos años han presentado un enfoque para el manteniendo, inclusión o incorporación de las fortalezas en las rutas efectuadas hacia atractivo turístico, además de intervenciones propias de estudios para la investigación y análisis de las repercusiones que se pueden presentar en el patrimonio histórico a raíz de los cambios o nuevos instrumentos de avance y desarrollo social realizados o a realizar en el ambiente en el que emergen.
- En las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena de indias y el corregimiento de Bocachica, se identificación en diferentes estudios gran variedad de materiales tales como Caliza (caliza sobre regata, caliza sobre pilastra, piedra caliza), concreto colonial, concreto base cal, pañete base caliza, labrillo, morteros; que fueron comparados en propiedades físico-mecánicas como módulo de elasticidad, se observó que el comportamiento de los materiales con respecto a esta propiedad es muy variado, y los materiales con mayor rigidez son la piedra caliza sobre regata y el concreto base cal, resistencia a la compresión, el material con mejor comportamiento a un estado de compresión es el concreto base cal, el cual resulta ser un material significativamente más rígido que el resto de materiales, mientras materiales como muretes de piedra caliza, caliza en pilastra son más susceptibles a la compresión, y densidad, respecto a esta propiedad se observó menor margen de variación en varios datos.
- Comparando los valores promedio de resistencia entre los fuertes san Fernando y san José y las murallas de Cartagena, se obtuvo que las murallas con 1326 psi es una estructura que trabaja mejor a la compresión que los fuertes con 907 psi y 924 psi respectivamente, aunque pese al mayor valor de resistencia de las murallas notamos que los valores con menor desviación son los datos de San Fernando con lo que podríamos deducir tendríamos una



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



fortificación homogénea en cuanto al estado y a sus propiedades físicas respecto a las murallas y a san José. A demás observamos que diferentes elementos estructurales de estas fortificaciones tienen una gran resistencia a la compresión la cual ha evitado mayores agrietamientos y colapso de dichas estructuras que han permitido conservarse a través del tiempo.



RECOMENDACIONES

- Consecuente al desarrollo de la comparación de los estudios físico - químicos de los materiales como al estudio histórico de estos, se recomienda la realización de investigaciones y ensayos que tengan como finalidad la proporción óptima de los materiales para una buena resistencia a la compresión y hacer posible la normalización de una proporción ideal para la preparación de los morteros en las futuras intervenciones a las fortificaciones militares, esto con ayuda de ensayos experimentales mediante la realización de muretes en los que se apliquen diferentes tipos de materiales garantizando la confiabilidad de los resultados mediante una amplia cantidad de muestras y que en lo posible abarque los distintos tipos de mampostería colonial existente.
- Puesto que aún no existe una proporción estándar para la preparación del mortero colonial mixto, se recomienda tal y como se realizaba en los periodos coloniales una relación volumétrica para la argamasa de tres partes de arena lavada y dos partes de cal viva mezcladas con agua, junto a ello 2 de roca caliza y pómez, además de retazos de ladrillo tolete. Procurando siempre la mejor selección de los materiales; se debe realizar una selección minuciosa de la cal en piedra desde las canteras locales y si es necesario explorando canteras emergentes en departamentos próximos, priorizando además sus tiempos de reposo o curado, puesto que en este material reside el basamento de una óptima preparación de argamasa.
- Se recomienda realizar una recopilación y estudio de información desde fuentes diferentes a las consultadas en este trabajo de grado, además de analizar también desde fuentes diferentes los materiales comparados en este trabajo investigativo, con el fin de ampliar los conocimientos de las propiedades físicas y químicas de los elementos que conforman las fortificaciones militares, y de esa manera expandir la base de datos referente a procedencia de materiales, métodos constructivos, intervenciones y propiedades de materiales para tener mayor información consolidada, de modo que sirva para dar mayor número de herramientas a las entidades y profesionales que se dedican a la preservación de dichas estructura además de otras investigaciones en general para la conservación de patrimonio.



- Evaluar otros métodos de medición de las propiedades físicas y químicas de los materiales de modo que permita obtener y comparar datos con mayor porcentaje de confiabilidad.
- Se recomienda analizar mayor número de parámetros de los materiales en el cordón amurallado y las fortificaciones, para tener mejores fuentes de comparación al momento de realizar restauración e intervenciones a estas estructuras reconocidas patrimonio histórico de la humanidad.
- Se recomienda un estudio químico a lo largo de toda la escarpa de las murallas, para determinar que otros factores se deben tener en cuenta al momento de decidir los materiales involucrados en restauraciones futuras desde este punto de vista químico, puesto que la ubicación de estas estructuras coloniales está en contacto directo con agentes bastante fuertes como sales y compuestos oxidantes que aumentan el deterioro de sus componentes y disminuyen sus funciones estructurales y estéticas.



BIBLIOGRAFÍA

- Acocella, A. (20 de Septiembre de 1994). *L'Architettura del mattone faccia a vista*. Roma. Obtenido de Muratura a sacco: <https://translate.google.com.co/translate?hl=es&sl=it&u=https://www.arketipomagazine.it/muratura-a-sacco/&prev=search>
- AICO. (2008). *Recomendaciones geotécnicas y dinámico-vibracionales para consultoría de los estudios y diseños para la restauración del lienzo de murallas entre el monumento*
- AICO. (2012a). *Extracción de núcleos y ensayos de resistencia del fuerte de san Fernando en la isla de tierra bomba, Bocachica, bolívar, Colombia*. Estudio de Suelos, Cartagena.
- AICO. (2012b). *Extracción de núcleos y ensayos de resistencia del fuerte de san José en la isla de tierra bomba, Bocachica, bolívar, Colombia*. Estudio de suelos, Cartagena.
- Ajuntament de Barcelona. (s.f.). *Castillo de Montjuic*. Obtenido de <http://ajuntament.barcelona.cat/castelldemontjuic/es/el-castillo/el-recinto/el-camino-cubierto>
- Arcillas de colombia SA. (14 de Abril de 2017). Obtenido de <http://www.arcillasdecolombia.com/index.php?contenido/1/7/Historia-del-Ladrillo.html>
- Banco de la republica. (s.f.). *Banco de la república actividad cultural*. Recuperado el Noviembre de 2017, de Banrepcultural: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/fortificaciones/fortif3.htm>
- Barbosa L, A., & Carmona, L. (2011). *Caracterización físicoquímica de un biomaterial marino con fines de restauración de bienes culturales*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Berrocal Olave, A. (2016). Estudio técnico: batería san José de Bocachica en Cartagena de indias, Colombia. *Quiroga: Revista de Patrimonio Iberoamericano*, 24-35.



- Berrocal Olave, A. (2017). *Evaluación patológica de la vulnerabilidad sísmica y efectos del oleaje en el fuerte batería de san José y san Fernando de Bocachica*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Granada , Granada.
- Blanes Martín , T. (18 de Abril de 2005). Fortificaciones coloniales del Caribe. *Javeriana*.
- Cabellos Barreiro, E. (1991). *Cartagena D Yndias magica acropolis de America*. Madrid: AC Victor de la Serna.
- Cabrera Cruz , A., Borges, C., Vergara , O., & Morales , I. (2004). *Estudio tecnico bienes culturales Cartagena de indias*. IPCC, Cartagena.
- Cabrera Cruz, A. (1998). La fortificación de los puertos de America. En V. Autores, *Felipe II y el arte de su tiempo* (Vol. VIII, págs. 275-298). Madrid: Fundación Argentaria.
- Cabrera Cruz, A. (2015). *El patrimonio cultural de Cartagena de indias, cambio climatico y turismo, varios riesgos*. Cartagena.
- Cabrera Cruz, A. (2017). *Los hornos y la madera, los recursos olvidados de Cartagena de Indias*. Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Cabrera Cruz, A. (s.f.). *Murallas sumergidas, futuro de Cartagena en lecciones del pasado*. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias.
- Cabrera Cruz, A., & Martinez Vásquez , R. E. (s.f.). *La herencia hispano musulmana en la arquitectura de Cartagena de Indias*. Cartagena.
- Camargo Bocanegra, A., & Gamarra Torres, J. (2016). *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 semejantes*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- cartagenacaribe*. (12 de 3 de 2017). Obtenido de <http://www.cartagenacaribe.com/historia/colonia/fortificacion.htm>



- Castro Brunetto, C. J. (2014). La arquitectura en las fuentes coloniales brasileñas del tiempo de Felipe ii: José de Anchieta y Gabriel Soares de Sousa. *Revista de Estudios Brasileños*.
- Coronado, A., & Cogollo, J. (2015). *Conveniencia del uso de la piedra caliza y la argamasa en los procesos de restauración de la escarpa en las murallas de Cartagena de indias*. Trabajo de Grado, Cartagena.
- Da Silva, A. (12 de Marzo de 2017). *La Comunidad Petrolera*. Obtenido de <http://www.lacomunidadpetrolera.com/2012/08/definicion-de-la-porosidad.html>
- Definicion.de*. (17 de Abril de 2017). Obtenido de Definicion.de: <http://definicion.de/muralla/>
- Diaz Andrade, L., & Mendez Pineda, J. (2015). *Plan para intervencion y monitoreo de las patologias del cordon amurallado de la ciudad de Catagena de Indias*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Diccionario actual* . (17 de Abril de 2017). Obtenido de <https://diccionarioactual.com/baluartes/>
- Diccionario actual*. (17 de Abril de 2017). Obtenido de Diccionario actual: <https://diccionarioactual.com/fortificacion/>
- EcuRed*. (12 de Abril de 2017). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Caliza>
- EL UNIVERSAL*. (1 de Marzo de 2017). Obtenido de <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/el-renovado-teatro-adolfo-mejia-249398>
- Enciclonet*. (12 de Abril de 2017). Obtenido de <http://www.enciclonet.com/articulo/arquitectura-militar/>
- Fernandez Torres, G., & Palencia Cantillo, S. (2014). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos extraídos de la isla de tierra Bomba para comprobar su uso en la construcción de las murallas de cartagena de indias y compararlo con el utilizado actualmente en su restauración*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.



FONADE; Ministerio de Cultura. (2009). *Estudios 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*. Cartagena .

Full Química. (15 de Abril de 2017). Obtenido de <http://www.fullquimica.com/2015/04/que-es-la-porosidad.html>

Galindo Diaz, J. (Marzo de 1996). El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII. Barcelona, España: Universidad Politecnica de Cataluya.

Gharagozlou , Y. (12 de Marzo de 2017). *INSTRON*. Obtenido de <http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>

Gil Crespo, I. J. (2013). *Fundamentos construtivos de las fortificaciones fronterizas entre las coronas de Castilla y Aragon de los siglos XII al XV en la actualidad provincia de Soria*. Universidad Politecnica de Madrid, Arquitectura. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Glosario de las fortificaciones . (s.f.). Obtenido de https://jornadaspatrimonio.weebly.com/uploads/4/2/3/7/4237090/terminos_arq_abaluartada.pdf

Herrera Diaz, A. (2008). *Estudios y diseños técnicos para la restauración del lienzo de muralla entre el monumento de la india catalina y el museo de la marina en Cartagena de indias D.T. y C.* MINISTERIO DE CULTURA, DIRECCIÓN DE PATRIMONIO, Cartagena.

Instituto Colombiano De Cultura. (1996). Fortificaciones del caribe. *Reuion de expertos en las fortificaciones del Caribe* (pág. 120). Cartagena: Fas Producciones Editoriales.

Instituto Andaluz del patrimonio historico. (2011). *Recomendaciones técnicas para la georreferenciación de entidades patrimoniales*. Consejería de Culura, Andalucía.

Instituto Cervantes. (s.f.). *Centro Virtual Cervantes*. Obtenido de https://cvc.cervantes.es/artes/ciudades_patrimonio/cartagena_indias/paseo/bateria_rafael.htm



- Instituto Colombiano de Antropología e Historia. (19 de mayo de 2017). *Instituto Colombiano de Antropología e Historia*. Obtenido de <http://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/preguntas-frecuentes/Documents/Procedimiento%20autorizaci%C3%B3n%20intervenci%C3%B3n%20BICNaI-sept2013.pdf>
- Lozano Mendoza, F., & Gonzalez Sosa, K. (2012). *Evaluación patológica y de vulnerabilidad sísmica del fuerte-batería de san José de Bocachica*. Trabajo de Grado, Universidad de cartagena, Cartagena.
- Martinez Segreara, A., Martinez Vázquez, R. E., Cabrera Cruz, A., & Martelo Osorio, R. D. (s.f.). *La ruta de los hornos*. Proyecto de Investigación.
- Mejía, J. L. (2017). *Politica para la gestión, protección y salvaguardia del patrimonio cultural*. Ministerio de Cultura. Obtenido de http://www.mincultura.gov.co/ministerio/politicas-culturales/gestion-proteccion-salvaguardia/Documents/02_politica_gestion_proteccion_salvaguardia_patrimonio_cultural.pdf
- Melero Lazo, N. (2004). Los centros historicos de Cartagena de Indias y La Habana: dos hitos del patrimonio colonial espanol en el Caribe. *Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, XVII(1-2).
- Meza, M., & Rhenals , J. (2011). *Evaluacion de las propiedades fisicas y mecanicas de los materiales mas utilizados y disponibles en la region para la restauracion de las fortificaciones coloniales de la ciudad de Cartagena*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Morelo Gonzalez, J. (2015). *Plan de intervencion y monitoreo de las patologias del cordon amurallado del centro historico de la ciudad de Cartagena de indias*. Trabajo de grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Muller, J. (1769). *Tratado de fortificación, o arte de construir los edificios militares, y civiles* (Vol. I). (M. Sanchez, Trad.) Barcelona, España.



- Navarro Oyola, J., & Trujillo Ordoñez, G. (2014). *Evaluación patológica y de vulnerabilidad sísmica del fuerte San Fernando de Bocachica*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Paradiso, M., Galassi, S., & Benedetti, S. (2013). Una contribución para conocer el fuerte San Fernando de Bocachica, Cartagena de Indias, Colombia. *REVISTA M*, X, 136-158.
- Region de Murcia Digital*. (12 de Abril de 2017). Obtenido de http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,522,m,166&r=ReP-7313-DETALLE_REPORTAJESPADRE
- Rhenals Acuña, S. L., & Santos de Ávila, L. E. (2012). *Recomendaciones de las propiedades físicas y mecánicas del material rocoso que constituye la estructura de las murallas de Cartagena, con el material proveniente de canteras en la zona y utilizados en su restauración y rehabilitación*. Trabajo de Grado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Riviera Alicea, P. (2012). *Nuevas rutas y movilidad posfordista en el espacio turístico caribeño. Estudios de caso: ciudades patrimonio de la humanidad con sistemas de murallas y fortificaciones españolas de los siglos XVI al XIX: san juan de puerto rico, santo domingo*. Palma de Mallorca: Universidad de las islas Baleares.
- Rodríguez M, C. H. (2007). *Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.
- Ros McDonnell, D., Mestre Martí, M., & De Andrés Rodríguez, E. (2015). *Las fortificaciones militares del S. XVIII en Cartagena*. Cartagena, España: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Singladuras por la historia naval*. (s.f.). Obtenido de <https://singladuras.jimdo.com/la-guerra-del-asiento/15-fortificaciones-de-cartagena-de-indias/>
- Tatis Castro, R., & Barbosa Lopez, A. (2013). Enfoque químico del deterioro y biodeterioro de rocas calcáreas conformantes de monumentos patrimoniales de importancia histórica y cultural. *Revista Luna Azul*, XXXVI, 247-284.



- Torres Montealegre, M. J., & López Vázquez, L. (1998). *Estudio de las murallas de Talavera de la Reina: Deterioro y restauración*. Coruña.
- UNESCO. (Noviembre de 1984). *UNESCO*. Recuperado el 4 de Mayo de 2017, de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=12573&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (20 de Mayo de 2003). *UNESCO*. Recuperado el 10 de Mayo de 2017, de http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=12565&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Wiesheu, W. (Septiembre-Diciembre de 2002). *Dimensión Antropológica*. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de <http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=867>
- Zapatero, J. M. (1969). *Las fortificaciones de Cartagena de indias*. Madrid, España.
- Zapatero, J. M. (1979). *Historia de las fortificaciones de la ciudad de Cartagena de Indias*. Madrid: Cultura hispanica del centro iberoamericano de cooperacion y direccion general de relaciones culturales del ministerio de asuntos exteriores.



ANEXOS

LIENZO ENTRE BALUARTE SAN FRANCISCO Y BALUARTE SAN IGNACIO:	
Muestra No. 1	
Localización	Cuerpo inferior del lienzo entre los baluartes
Descripción de la muestra	Piedra de color negro
Composición	La roca está esencialmente compuesta por fragmentos aloquímicos representados por fósiles calcáreos (83.5%) consolidados por cemento calcáreo (calcita cristalina) del tipo esparita (14%)
Textura	La selección de los bioclastos es moderada a pobre
Ambiente De Sedimentación	Playa calcárea
Clasificación	Bioesparita
Porosidad	La porosidad del ejemplar fue calculada en 25%
Muestra No. 2	
Localización	cuerpo central del lienzo entre los Baluartes
Descripción de la muestra	Piedra de color amarillo
Composición	Está fundamentalmente constituida por fragmentos aloquímicos calcáreos (52.5%) soldados por calcita cristalina del tipo esparita (44.5%)
Textura	La selección de la fracción fósil varía entre pobre y muy pobre, debido a que la muestra está formada por algas fosilizadas en posición de crecimiento
Ambiente De Sedimentación	Crecimiento de algas en una zona arrecifal.
Clasificación	Biolitita
Porosidad	La porosidad fue estimada en 23%
Muestra No. 3	
Localización	cuerpo central del lienzo entre los Baluartes
Descripción de la muestra	Piedra deteriorada
Composición	La roca está predominantemente formada por fragmentos aloquímicos fósiles (80%) en posición de crecimiento, los cuales se encuentran aglutinados por lodo calcáreo o micrita (18%)
Textura	Los fósiles, esencialmente representados por fragmentos de coral, están en posición de crecimiento
Ambiente De Sedimentación	Crecimiento de corales en una zona arrecifal
Clasificación	Biolitita
Porosidad	La porosidad fue calculada en 28%
Muestra No. 4	
Localización	cuerpo central del lienzo entre los Baluartes
Descripción de la muestra	Piedra en buen estado
Composición	La roca está fundamentalmente compuesta por fragmentos aloquímicos embebidos en lodo calcáreo o micrita (10%)
Textura	La selección de la fracción fósil es moderada a buena
Ambiente De Sedimentación	Sector marino protegido de la influencia del oleaje cercano a un crecimiento arrecifal
Clasificación	Biomicrita
Porosidad	La porosidad del ejemplar fue estimada en 17%



BALUARTE SAN JUAN BAUTISTA	
Muestra No. 1	
Localización	cuerpo inferior del baluarte hacia la esquina del lienzo
Descripción de la muestra	Piedra deteriorada
Composición	La roca está predominantemente formada por fragmentos fósiles (80%) aglutinados por lodo calcáreo (micrita) (18%)
Textura	La selección del conjunto fósil oscila entre moderada y pobre
Ambiente De Sedimentación	Sector restringido en o cerca de un crecimiento arrecifal
Clasificación	Biomicrita
Porosidad	La porosidad fue estimada en 16%
Muestra No. 2	
Localización	cuerpo central del baluarte hacia la esquina del lienzo
Descripción de la muestra	Piedra
Composición	La roca está compuesta por grandes fragmentos fósiles en posición de crecimiento (80%), los cuales se encuentran atrapando otros tipos de bioclastos (10%) de menor tamaño tales como: algas rojas, foraminíferos y gasterópodos
Textura	La roca, está constituida por un crecimiento de corales y algas rojas, el cual embebe o aglutina bioclastos diversos de menor tamaño y selección moderada a pobre
Ambiente De Sedimentación	Crecimiento de corales y algas en una zona arrecifal
Clasificación	Biolitita
Porosidad	La porosidad fue calculada en 17%
Muestra No. 3	
Localización	cuerpo inferior de la escarpa cercana al vértice del baluarte
Descripción de la muestra	Piedra con evidencia de deterioro alveolar
Composición	La muestra está esencialmente compuesta por fragmentos fósiles calcáreos (60%), aglutinados por una masa de lodo calcáreo (micrita) (40%), en su mayor parte recristalizada (transformada en microesparita)
Textura	La selección de los bioclastos varía entre moderada y pobre. Ellos han sufrido pocos cambios por efectos diagenéticos.
Ambiente De Sedimentación	Sector restringido en o cerca de un crecimiento arrecifal
Clasificación	Biomicrita
Porosidad	La porosidad fue estimada en 14%
Muestra No. 4	
Localización	cuerpo inferior de la escarpa cercana al vértice del baluarte
Descripción de la muestra	Mortero de pega, de unión de piedra
Composición	Mortero elaborado con cal y arena. La carga está compuesta principalmente por granos de cuarzo de varias tonalidades. Contiene además fragmentos de rocas, trozos de materiales cerámicos y restos de fósiles calcáreos
Propiedades físicas	Dureza media. Color blanco-gris
Otros	Presenta conglomerados de carbonato de calcio
Sales	Presenta cloruros, nitritos y nitratos
Muestra No. 5	
Localización	tomado del cilindro central de los muros de la garita
Descripción de la muestra	Ladrillo



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



Composición	La muestra está esencialmente formada por desgrasantes e inclusiones naturales (40%), aglutinados por una matriz (57%) de minerales de arcilla enrojecidos (reemplazados por óxido de hierro con características ópticas de hematita)
Textura	La selección de los desgrasantes es muy pobre. Tienen formas elongadas y en menor proporción equidimensionales. En algunos sectores se observan masas redondeadas con los mismos tipos de desgrasantes, que no fueron enrojecidas durante el proceso de cocción
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad de la muestra fue estimada en 4%
Muestra No. 6	
Localización	tomado del cilindro central de la garita
Descripción de la muestra	Mortero exterior con capa negra
Composición	Está representado por una porción granular o carga (63%), la cual yace embebida en una matriz de calcita (carbonato de calcio) (28%) criptocristalina (no se pueden reconocer cristales a nivel microscópico)
Textura	La carga se encuentra muy pobremente seleccionada. Los diversos fragmentos yacen flotantes en medio de la matriz. La redondez y la forma varían dependiendo del tamaño de los granos. Los minerales pequeños tienden a exhibir contornos subangulares a subredondeados y formas equidimensionales, mientras que los de mayor tamaño, tienden a presentar márgenes subredondeadas a redondeadas y formas elongadas
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad de la muestra (10%)
Muestra No. 7	
Localización	tomado del cilindro central de la garita
Descripción de la muestra	Mortero interior
Composición	representa un mortero interno no expuesto a la intemperie. Está constituido por un conjunto granular o carga (40%) aglutinado por una matriz de calcita criptocristalina (50%) (los cristales son tan pequeños que no se pueden distinguir a nivel microscópico)
Textura	La porción granular está muy pobremente seleccionada. Los contactos entre fragmentos son en general flotantes. Los contornos son principalmente subredondeados a redondeados y las formas son en su mayoría equidimensionales
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad de la muestra (5%)
Muestra No. 8	
Localización	tomado del cilindro central de la garita
Descripción de la muestra	Mortero de pega
Composición	Mortero elaborado con cal y arena. La carga está compuesta principalmente por granos de cuarzo de varias tonalidades. Contiene además fragmentos de rocas y restos de fósiles calcáreos
Propiedades físicas	Dureza media. Color blanco-gris.
Otros	Presenta conglomerados de carbonato de calcio
Sales	Presenta nitritos y nitratos



Muestra No. 9	
Localización	tomado del cilindro central de la garita
Descripción de la muestra	Mortero exterior con capa negra
Composición	Mortero elaborado con cal y arena. La carga está compuesta principalmente por granos de cuarzo de varias tonalidades. Contiene además fragmentos de rocas y restos de fósiles calcáreos
Propiedades físicas	Dureza alta. Color gris.
Otros	Presenta conglomerados de carbonato de calcio En la parte exterior del mortero hay una capa de color negro compuesta por contaminantes ambientales y material biológico.
Sales	Presenta nitritos y nitratos
Muestra No. 10	
Localización	tomado del cilindro central de la garita
Descripción de la muestra	Mortero interior
Composición	Mortero elaborado con cal y arena. La carga está compuesta principalmente por granos de cuarzo de varias tonalidades. Contiene además fragmentos de rocas y restos de fósiles calcáreos
Propiedades físicas	Dureza alta. Color blanco-gris.
Otros	Presenta conglomerados de carbonato de calcio. En la parte exterior del mortero hay una capa de color negro compuesta por contaminantes ambientales y material biológico
Sales	Presenta una alta concentración de nitritos y nitratos
Muestra No. 11	
Localización	ubicado sobre el vértice de la escarpa del baluarte hacia la esquina de la torre del reloj
Descripción de la muestra	Mortero de pega
Composición	La muestra corresponde a un mortero de pega entre dos rocas. Está constituido por fragmentos granulares o carga (67.5%), soldados por una matriz de calcita criptocristalina (26.5%)
Textura	La selección de la carga es muy pobre. Los contactos entre fragmentos son flotantes. La redondez y la forma tienen relación directa con el diámetro promedio
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad fue estimada en 12%

LIENZO ENTRE LA BOCA DEL PUENTE Y EL BALUARTE DE SAN PEDRO MÁRTIR

Muestra No. 1	
Localización	borde de la tronera del lienzo hacia el ángulo fijante del baluarte Pedro Mártir
Descripción de la muestra	Ladrillo naranja
Composición	La muestra está fundamentalmente constituida por desgrasantes (36%), embebidos en una matriz (60%) de minerales de arcilla completamente enrojados (reemplazados por óxido de hierro con características ópticas de hematita)
Textura	La selección de los desgrasantes oscila entre moderada y buena. Los granos exhiben en su mayor parte contornos angulares a subangulares y formas



Comparación de los aspectos estructurales e históricos entre los materiales de las fortificaciones militares de la ciudad de Cartagena y el corregimiento de Bocachica



	entre equidimensionales y elongadas. Los contactos son principalmente flotantes y en menor proporción puntuales
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad del ladrillo fue calculada en 6%
Muestra No. 2	
Localización	Merlón del lienzo del baluarte de Pedro Mártir.
Descripción de la muestra	Mortero de pañete de color amarillo
Composición	Mortero de cemento portland. La muestra está principalmente compuesta por elementos granulares o carga (31.8%), aglutinados por una matriz de calcita criptocrystalina, mezclada con diminutos minerales opacos (formados durante la fabricación del clinker) (61.2%)
Textura	La selección de los diversos elementos granulares que forman la carga, es muy pobre. Los minerales tienden a presentar contornos angulares a subangulares y formas equidimensionales. Los fragmentos calcáreos en su mayor parte exhiben bordes redondeados y formas elongadas
Ambiente De Sedimentación	
Clasificación	
Porosidad	La porosidad (9%)
Muestra No. 3	
Localización	Merlón del lienzo del baluarte de Pedro Mártir.
Descripción de la muestra	Mortero de pañete
Composición	Mortero elaborado con cal-cemento y arena. La carga está compuesta principalmente por granos de cuarzo de varias tonalidades. Contiene además fragmentos de rocas, trozos de carbón y restos de fósiles calcáreos
Propiedades físicas	Dureza alta. Color blanco-gris
Otros	Presenta conglomerados de cal
Sales	

Tabla 13. Propiedades y composición química de los materiales de las murallas de la ciudad de Cartagena.

Fuente: (FONADE; Ministerio de Cultura, 2009)