

**Gestión integral de un Proyecto de  
Restauración aplicando metodología  
Lean Construction**

ANÁLISIS EN PROFUNDIDAD DE LAS  
FASES DE PROYECTO Y EJECUCIÓN  
SOBRE LA CÚPULA MAYOR DE LA  
SANTA BASÍLICA METROPOLITANA  
CATEDRAL DE  
SANTIAGO DE CUBA (CUBA).

Manuel Villanueva

# ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
---------------------------------------	----------

## **CAPÍTULO 1. LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CUBA .....**

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	5
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	7
1.2.1. Periodo Precolonial .....	7
1.2.2. Periodo Colonial ( 1512-1902) .....	7
1.2.3. Periodo Republicano (1902-1959) .....	10
1.2.4. Periodo Revolucionario (1959-hoy) .....	11
1.3. DESARROLLO EVOLUTIVO DE LA ARQUITECTURA SANTIAGUERA .....	14
1.3.1. Periodo Precolonial (Antes Siglo XVI) .....	14
1.3.2. Periodo Colonial ( S. XVI-XIX) .....	14
1.3.2.1. S. XVI-XVIII .....	14
1.3.2.2. S. XIX .....	14
1.3.3. Periodo Republicano (Primera mitad XX) .....	14
1.3.4. Periodo Revolucionario (Segunda mitad XX- hasta hoy) .....	14

## **CAPÍTULO 2. LA CATEDRAL COMO ELEMENTO MONUMENTAL .....**

2.1. ESTUDIO CRONOLÓGICO Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL TEMPLO .....	19
2.2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA .....	25
2.2.1. Síntesis General y elementos componentes .....	25
2.2.2. Descripción estético-formal de las fachadas .....	27
2.2.3. Estudio del sistema constructivo .....	29
2.2.3.1. La Estructura Portante .....	29
2.2.3.2. La Cúpula Mayor .....	32
2.3. ESTUDIO PATOLÓGICO. MOTIVOS DE LA INTERVENCIÓN .....	36
2.3.1. Elementos componentes principales .....	36
2.3.1.1. Criterios de inspección técnica .....	38
2.3.1.2. Diagnóstico .....	39
2.3.1.3. Soluciones aportadas .....	40
2.3.2. Cúpula Mayor .....	36
2.3.2.1. Criterios de inspección técnica .....	38
2.3.2.2. Diagnóstico .....	39
2.3.2.3. Soluciones aportadas .....	40
2.3.3. Conclusión .....	52

<b>CAPÍTULO 3. GESTIÓN INTEGRAL DE LA CÚPULA MAYOR .....</b>	<b>45</b>
3.1. ESTADO DEL ARTE DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS MEDIANTE LEAN CONSTRUCTION Y LAST PLANNER .....	45
3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SOBRE LA CÚPULA MAYOR .....	54
<b>3.2.1. FASE DE PLANEAMIENTO .....</b>	<b>55</b>
3.2.1.1. Secuenciación de actividades .....	56
<b>3.2.2. FASE DE PROGRAMACIÓN .....</b>	<b>64</b>
3.2.2.1 <i>Camino Crítico</i> .....	65
3.2.2.2 <i>Plan Maestro. Diagramas de Gantt</i> .....	65
3.2.2.3 <i>Look-Ahead</i> .....	65
3.2.2.4 <i>Plan a corto(semanal)</i> .....	65
3.2.2.5 <i>Learning Curve</i> .....	65
<b>3.2.4. FASE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL .....</b>	<b>65</b>
3.2.4.1 <i>Índices de Primer Orden</i> .....	55
3.2.4.2 <i>Índices de Segundo Orden</i> .....	65
3.2.4.3 <i>Índices de Tercer Orden</i> .....	65
 <b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES TÉCNICAS Y FORMALES.....</b>	<b>52</b>
 <b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES PERSONALES Y AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>67</b>
 <b>CAPÍTULO 6. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
 <b>CAPÍTULO 7. ANEXOS .....</b>	<b>17</b>
 <b>CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>12</b>



# Introducción

y

# Objetivos

**P**rimera sería conveniente esclarecer el marco tan peculiar en el cual he desarrollado el actual proyecto. Gracias al Programa de Movilidad Internacional impulsado por la Universidad Politécnica de Valencia conseguí una Beca Promoe de Excelencia para realizar el Proyecto Final de Máster en la Facultad de Construcciones de la Universidad de Oriente, situada en la ciudad de Santiago de Cuba (Cuba).

Dentro de un acuerdo académico-profesional de la Universidad de acogida con la Oficina del Conservador de la Ciudad, decidimos como objeto de estudio la Santa Basílica Metropolitana Catedral de Santiago de Cuba y más concretamente la Restauración de su Cúpula Mayor para llevar a cabo la Gestión Integral en cada una de sus fases que se detallarán a lo largo del presente documento. La importancia de esta unidad de obra es notable ya que representa uno de los monumentos más importante de la ciudad dentro del cual el más distinguido es su Cúpula Mayor. Esta es, de todas las partes componentes de dicha edificación, la de mayor interés por parte del equipo de proyecto, uno por sus características estructurales, proyectada completamente en madera y recubierta de fibrocemento, convirtiéndola en una construcción poco común y otra por presentar daños bastante relevantes tanto del punto de vista estético como estructural.

Para llevar a cabo un minucioso estudio del elemento, tuve la magnífica oportunidad de poder incorporarme al equipo de profesionales de la Oficina del Conservador de la Ciudad de Santiago de Cuba formado por Arquitectos, Ingenieros y Economistas entre otros. Dicha labor la desarrollé dentro del Departamento de Ingeniería, donde tenía mi propio puesto de trabajo como uno más del equipo.

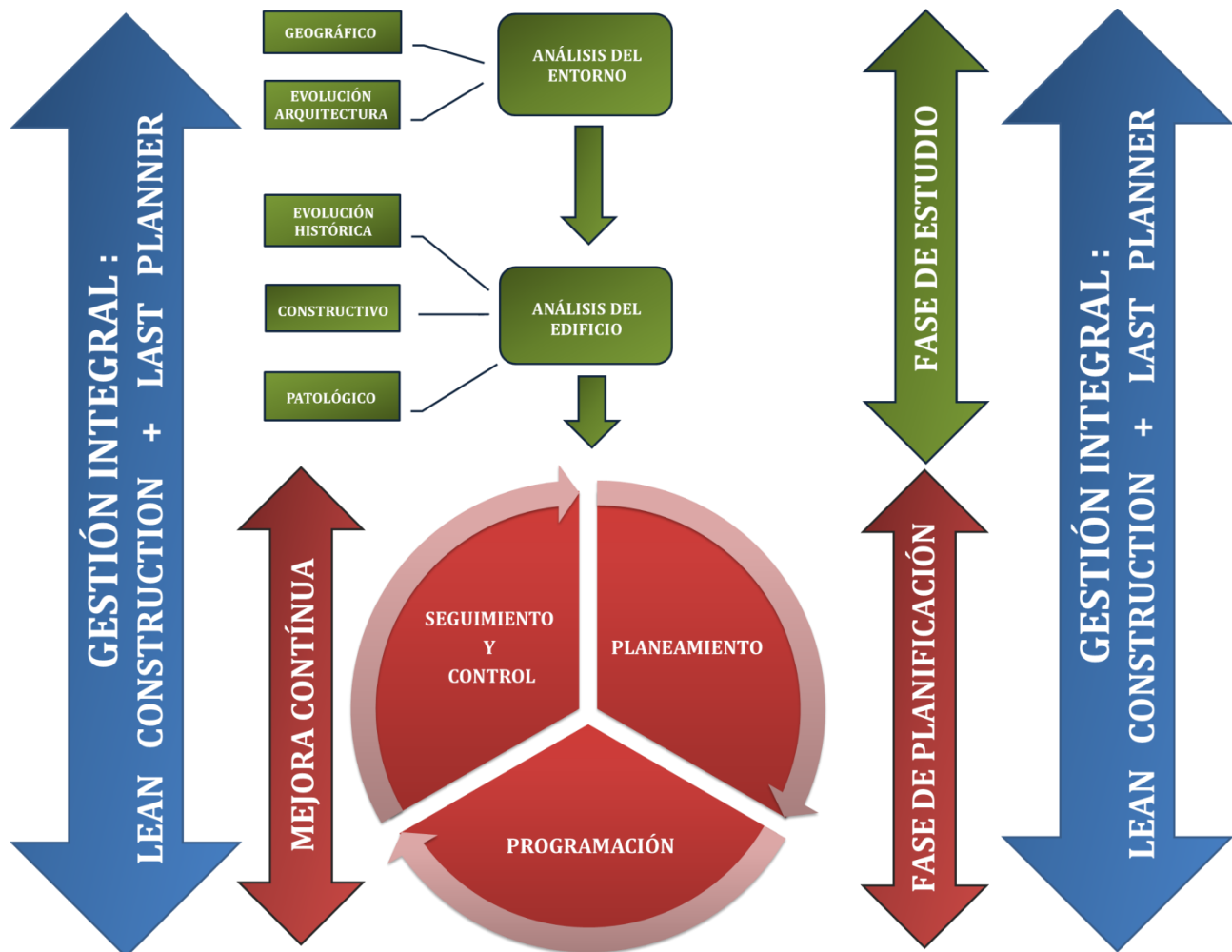
También estuve en contacto permanente con la empresa constructora “Ercom” encargada de llevar a cabo su ejecución a fin de conocer el avance de los trabajos y las soluciones constructivas propuestas.

De esta forma y colaborando activamente con todos ellos, desarrollaré mi actividad dentro de un proyecto activo aportando mis conocimientos sobre todo en cuestiones de Planificación. Así mismo asistí periódicamente a las reuniones que se realizaban para conocer el ritmo de la Obra y donde pude observar un notable problema de comunicación y responsabilidades, de ahí mi interés de incorporar esta disciplina a este trabajo. Además, pude realizar visitas a Obra para conocer si lo planificado en la oficina se plasmaba en realidad y ver las desviaciones que se encontraban, manteniendo siempre un contacto directo con los encargados de la Obra.

Dentro de este contexto, decidí centrar mi trabajo en la Gestión Integral de los trabajos de la Cúpula mayor de la Catedral, para ello implanté un sistema de mejora continua basado en la metodología *Lean Construction* o también denominado “Construcción sin pérdidas” mediante el cual se depura el proceso constructivo, obtenido así el mejor de los resultado desde los 3 parámetros principales de Gestión de Proyectos de construcción: Tiempo, Calidad y Coste.

Además, incorporé conceptos de la metodología “*Last Planner*” o último planificador con el objetivo principal de aumentar la fiabilidad reduciendo la incertidumbre de la planificación del proyecto y consecuentemente mejorando su ejecución.

De esta forma, la metodología de trabajo planteada para acometer esta Tesis es la siguiente:



Como se puede observar en el grafo anterior, el método de trabajo está formado por dos grandes bloques, una primera etapa llamada fase de estudio compuesta inicialmente por un análisis del entorno para continuar con el análisis del edificio y otra etapa llamada fase de planificación en la que encontramos un sistema de mejora continua con las siguientes etapas: Planeamiento, Programación y Seguimiento y Control.

Mediante la combinación de ambos bloques obtendremos una metodología aplicable a cualquier obra de similares rasgos (restauración o rehabilitación), involucrando en todo momento la filosofía Lean.

De esta forma, el sistema comienza por el Análisis del entorno. En nuestro caso es especialmente importante ya que como se ha descrito anteriormente dicho edificio se encuentra en Santiago de Cuba (Cuba), por lo que a priori no tenemos una noción exacta del objeto de estudio.

Debemos conocer a la perfección el ambiente geográfico en el que se encuentra (en esta ocasión muy relevante, por encontrarse en una de las fallas tectónicas más activas del mundo además de tener un

gran riesgo de huracanes. Prueba de ello fue el Huracán Sandy del pasado 25 de Octubre de 2012 con vientos de hasta 250km/h). Además de conocer el entorno en el que se encuentra es también recomendable examinar la evolución arquitectónica que ha sufrido la ciudad en su conjunto para poder ubicar la catedral dentro de su malla urbana.

Una vez conocido el entorno es imprescindible conocer la edificación en la que vamos a trabajar. Para ello, realizaremos un análisis de la evolución del templo desde sus inicios, que se remontan a 1515. Esto nos servirá para conocer las técnicas constructivas y materiales utilizados hasta el momento y el porqué de su utilización. En nuestro caso se utiliza un sistema columnar-arquitrabado con una estructura antisísmica mixta de madera y muros de mampostería y/o pilastras de ladrillo.

Posteriormente, se realizará un análisis constructivo del templo, así conoceremos cada una de las partes que conforman el elemento. En este apartado, como ocurre en el resto del documento, siempre se realizará un mayor hincapié en la Cúpula Mayor, por ser el objeto de obra fundamental de esta Tesis.

Para finalizar esta fase de estudio se llevará a cabo un riguroso estudio patológico en el que se determinarán los criterios de intervención para continuar con un Diagnóstico que nos permita conocer el estado actual en el que se encuentra. Éste, junto al apartado de soluciones aportadas forman una sección fundamental ya que servirá para señalar los trabajos que se deben de llevar a cabo y que determinarán en gran medida el bloque siguiente.

El bloque fundamental de este trabajo es el de Planificación. De esta forma, una vez conocido a la perfección el edificio, se puede elaborar un plan de acción para llevar a cabo las labores de restauración. Dentro de este apartado de Gestión integral de la Cúpula Mayor se determinarán una serie de fases formando un sistema de mejora continua basado en los principios de la filosofía Kaizen y six-sigma.



Primeramente realizaremos el estado del arte de Lean Construction y Last Planner para conocer los principios fundamentales de esta metodología y su aplicación en obras de construcción. Con esta noción podremos posteriormente aplicar dichos conceptos a nuestro caso real, la Cúpula.

No me gustaría olvidar el contexto tan característico en el que he desarrollado este trabajo, ya que como todos sabemos, Cuba es un país bastante peculiar tanto políticamente (unipartidista y Comunista) como social y económicamente (en vías de desarrollo). Las condiciones aquí no son siempre las más óptimas para llevar a cabo lo que se desea, existiendo un profundo problema en el suministro de materiales,



sobre todo los que hay que importar por no poderse fabricar en el propio país y el coste que supone obtenerlos. Pero parte de mi aprendizaje consistió en adaptarme a los medios y recursos disponibles en ese momento e intentar sacar el máximo partido de los mismos.

Además no existe una cultura arraigada sobre la programación y control de obra. La mayoría de las obras carecen de un cronograma incluso a veces de un programa de trabajo por lo que la elaboración de esta Tesina es todo un reto para mí, reto que estoy dispuesto a asumir.

# Capítulo 1.

## La ciudad de Santiago de Cuba

### 1.1. Situación geográfica

La ciudad de Santiago de Cuba forma parte de La República de Cuba, un país situado en América Central, en la región Caribe-Antillana, en el grupo de las Antillas Mayores, justo en la parte noreste del Mar Caribe.

Por su situación geográfica, Cuba domina los cuatro pasos principales del mar de las Antillas. La isla se halla a la entrada del golfo de México, al sur del Trópico de Cáncer, separada de México por el estrecho de Yucatán (210 km). Al norte limita con la península de Florida (Estados Unidos) por el estrecho del mismo nombre (145 km) y con las Bahamas por el Canal Viejo de Bahamas. Al sur, el estrecho de Colón la distancia de Jamaica 140 km, mientras que en su extremo oriente, el Paso de los Vientos la aleja, por el este, 77 km de la parte occidental de la República de Haití en la isla de la Española.



Fig.1.1. Ubicación geográfica de Cuba. Fuente por determinar

Su forma alargada y estrecha ha sido reiteradamente comparada con la de un caimán y facilita que los vientos alisios dejen sentir su influencia en todo el territorio. La república de Cuba es un archipiélago formado por la isla de Cuba, la Isla de Pinos y alrededor de 4.195 cayos e islotes de pequeño tamaño, en total la superficie del país es de 110.860 km<sup>2</sup>.



Solamente las islas de Cuba e Isla de Pinos tienen condiciones para soportar una población residente permanentemente. La isla de Cuba tiene una longitud (este-oeste) de 1.250 km y un ancho promedio (norte-sur) que varía entre 32 y 210 km y posee aproximadamente 5.800 km de costas.

Sierra Maestra, situada en el oriente de la isla es la mayor y más alta cordillera montañosa de Cuba, forma un bastión a lo largo y paralelamente a la costa sur desde Cabo Cruz hasta la Punta de Maisí con alrededor de 250 km de longitud y entre 15 y 60 km de anchura. La conforman la Sierra Maestra propiamente, la Sierra de Cristal en las inmediaciones de la Punta de Maisí y la Sierra de Nipe en su porción noreste. La altitud media en esta región fluctúa entre los 300 y 2.000 metros alcanzándose las mayores alturas del país: el Pico Turquino con 1.974 metros sobre el nivel del mar, el Pico Cuba, 1872 metros y el Pico Suecia, 1734 metros.<sup>1</sup>

Por su configuración geográfica, la isla de Cuba presenta un extenso litoral de 5.746 km (3.209 en la costa norte y 2.537 en la sur), que contiene muchos puertos naturales, ensenadas y bahías, muchas de las cuales son de las llamadas “de bolsa “ por poseer una entrada estrecha que, luego de un pequeño canal, se abre interiormente en un amplio espacio de mar de excelentes condiciones para la protección de navíos de las fuertes tormentas y, durante siglos, se usaron para proteger las armadas y barcos comerciales de posibles ataques enemigos.

Santiago de Cuba se ubica en la parte sur-oriental del país, en la provincia del mismo nombre, y al margen este del interior de la bahía también del mismo nombre. Limita al este con la Provincia de Guantánamo, al norte con la Provincia de Holguín, el mar Caribe al sur y con Gramma al oeste.

### MAPA UBICAR SANTIAGO

La ciudad se asienta en un terreno ondulado con varias terrazas naturales, en la cuenca que forman las cordilleras del Cobre, Boniato y la Gran Piedra. Esa característica topográfica sobre la que se asienta la trama urbana, junto con factores como el clima, la escasez de recursos hidráulicos y la alta sismicidad han condicionado el desarrollo de la ciudad, la arquitectura y el vivir de sus habitantes.

Santiago tiene un microclima caracterizado por el fuerte soleamiento y unas temperaturas con 5-10º C por encima de la media respecto al resto del país. Este clima generalmente caluroso durante todo el año denota el carácter extrovertido de los habitantes quienes desarrollan su vida cotidiana hacia el exterior de la casa, vinculadas a la calle.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> [www.Hicuba.com/geografia](http://www.Hicuba.com/geografia).

<sup>2</sup> Sonia Garrigós Castelló; Santamaría Carracedo, Joan y Solano Sánchez, Noelia: *Santiago de Cuba. Estudio urbanístico y arquitectónico. Trabajo final de carrera.*

## 1.2. Antecedentes históricos

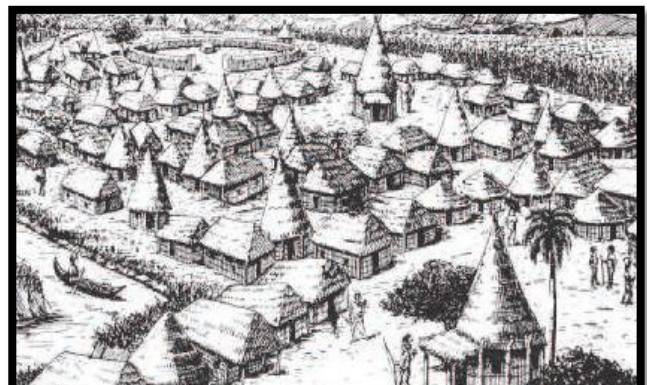
Como preámbulo del tema específico de la Catedral de Santiago de Cuba y de su entorno se presenta una breve síntesis del desarrollo histórico y arquitectónico de la ciudad. Ello resulta necesario para comprender el contexto en el cual se ubica la Catedral. Se ha dividido la evolución de la ciudad en los cuatro periodos más representativos:

- **Periodo Precolonial.**
- **Periodo Colonial ( 1512-1902).**
- **Periodo Republicano (1902-1959).**
- **Periodo Revolucionario (1959-hoy).**

### 1.2.1. Periodo Precolonial.

El poblamiento de la Isla se inició con la llegada de diversas corrientes migratorias: las primeras probablemente procedentes del norte del continente a través de la Florida, y las posteriores, llegadas en sucesivas oleadas desde la boca del Orinoco a lo largo del arco de las Antillas.

Entre los aproximadamente 100.000 indígenas que poblaban la Isla al iniciarse la conquista española existían grupos con distintos niveles de desarrollo sociocultural. Tainos y subtaínos (según niveles neolíticos) los más antiguos, ya casi extinguidos en el siglo XV, vivían de la pesca y la recolección y fabricaban sus instrumentos con las conchas de grandes moluscos. Los taínos, sin despreciar la concha, poseían instrumentos de piedra pulida y, junto a las actividades recolectoras, practicaban la caza y la pesca. Más avanzados, los procedentes de Sudamérica pertenecientes al tronco aruaco, eran agricultores y con su principal cultivo, la yuca, fabricaban el casabe, alimento que no sólo podía comerse en el momento, sino que también se podía conservar. Confeccionaban objetos y recipientes de cerámica y poseían un variado instrumental de concha y piedra pulida. Sus casas de madera y guano de palma, los bohíos, agrupadas en pequeños poblados aborígenes, constituirían durante varios siglos un elemento fundamental del hábitat del campesinado cubano.



*Fig.2.1. Poblado Taíno con los bohíos.  
Fuente: Museo Histórico Municipal de Trinidad.*

### 1.2.2. Periodo Colonial ( 1512-1902).

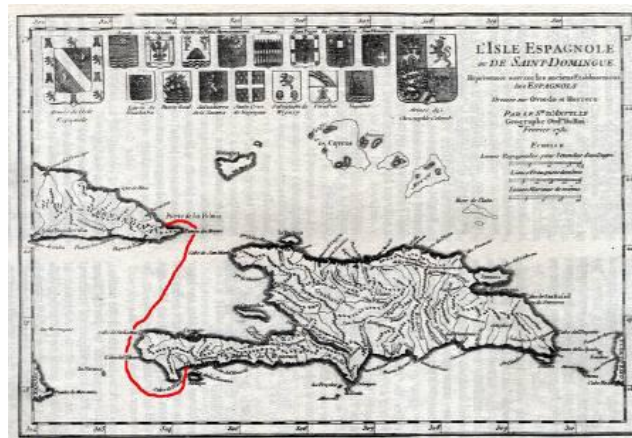
La audacia de Cristobal Colón en las postrimerias del siglo XV hizo posible que la humanidad llegara a una nueva era, a favor de España dos mundos se encontraban y reconocían y a consecuencia de ello América era conquistada.

En los mismos inicios de ese proceso dinámico y drástico , el almirante arribó el 27 de Octubre de 1492 a las tierras que primero llamó Fernandina y que luego se conocerían como La Isla de Cuba. Dos años

después de un segundo viaje de reconocimiento, el hombre europeo escudriñando las costas, penetró en una profunda y protegida bahía, a la que puso por nombre Puerto del Rey.

El paso del siglo significó otra etapa del proceso, al decidirse la conquista y colonización de aquella isla y entregársele tal responsabilidad a Diego Velazquez de Cuéllar, uno de los más ricos terratenientes de la Española.

La fundación de villas , resultó una práctica esencial en las intenciones colonizadoras y por tal motivo, de 1510 a 1515, siete de ellas formarían el primer grupo de poblaciones cubanas. La última sería Santiago. Una carta de Diego Velazquez al Rey escribe que por devoción a V.A. pusieron nombre a aquel puerto de Santiago y porque en ella se ha de hacer la casa de contratación, creen que será el pueblo principal.



*Fig.3.1. Fundación de la 1ª villa. 1510.  
Fuente: Museo Histórico Municipal de Trinidad.*

La villa condicionó la creación de un sistema político-administrativo para garantizar la consolidación del poder colonial. Hernán Cortés resultó ser el primer alcalde electo seguido en los años subsiguientes por otras personalidades que , al igual que él jugaron un papel protagónico en la conquista y colonización de la tierra firme.

Casi toda la producción descansaba en el trabajo forzado de los aborígenes, los que sin embargo, según las Leyes de Burgos de 1512 eran libres. La actividad económica se sustentó en el trabajo de los indígenas y este trabajo forzado era incongruente con la condición de hombre libre del indio, lo que fue legalmente resuelto en 1522 cuando la corona estableció el sistema o régimen de “encomiendas”, una especie de concesión personal, revocable y no transmisible, mediante la cual el colono se comprometía a vestir, alimentar y cristianizar al aborigen a cambio del derecho de hacerlo trabajar en su beneficio. El carácter temporal de la encomienda, el afán de rápido enriquecimiento, y el peligro que viniera retirada la encomienda, impulsó a los colonos a tratar de obtener de los indios encomendados el máximo de provecho en el menor tiempo posible, a base de una sobreexplotación de esta fuerza de trabajo en pésimas condiciones de vida, lo que condujo a un doble resultado: la rápida disminución del número de indios, alta mortalidad y poca natalidad, y la rebeldía expresada en el suicidio individual o colectivo. Esta rebeldía indígena se extendió por varias décadas y regiones de Cuba.

Durante casi todo el siglo XVII aumentó la actividad de corsarios y piratas. La inexistencia de un comercio exterior por vía legal amplio, actuaba como un freno al crecimiento de la economía en el territorio inmediato a Santiago de Cuba, que tuvo desde mediados del siglo XVI hasta finales del XVII como pilares básicos la ganadería, la minería del cobre, el azúcar, y el tabaco.

Los pocos habitantes que quedaron se dedicarían exclusivamente a la ganadería extensiva, así surgió una línea de continuidad entre el encomendero y el hacendado. Tempranamente se ocuparán del comercio de rescate, tolerado por los propios funcionarios del gobierno. Todavía la necesidad de reducir en la región oriental las actividades de contrabando y de velar por la industria extractiva del cobre determinaron la creación del Departamento Oriental, Santiago de Cuba sería su capital por Real Cédula de 1607, condición que también ostentaría para la jurisdicción de Cuba.

Bajo el gobierno de Pedro de la Roca y Borja (1639-1643) se iniciaron las fábricas de fortalezas en la bahía santiaguera: los castillos de San Pedro de la Roca (el Morro) y la Estrella junto con la batería de Santa Catalina. La ciudad cobró nueva vida y el puerto se activó con el corso criollo.

Tras la ocupación de Jamaica por los ingleses, cientos de sus colonos se refugiaron en Santiago. Conmocionado el Caribe ante el estallido de la revolución de los esclavos en Saint-Domingue, la corona decidió otorgar la libertad a los cobreros.

Muchos emigrantes blancos y también un gran número de mulatos y negros libres fueron recibidos en la jurisdicción de Cuba. El gobernador departamental, Sebastián Kindelán y el capitán general apoyaron el fomento agrícola plantacionista. La cañicultura se extendió en las montañas, hasta ahora vírgenes, y los cargamentos de este producto comenzaron a salir por el puerto santiaguero desde 1807 con destino a Estados Unidos y la metrópoli. La jurisdicción de Cuba recorrió un vertiginoso camino de desarrollo económico entre los años de 1823 a 1833 y la región se insertó en el comercio internacional. En las minas de El Cobre, los ingleses de la Compañía Consolidada monopolizaban la producción. En 1858 llegaría a las minas de cobre la primera remesa de colonos chinos para trabajar allí.

Así estaba la región santiaguera cuando estalla la lucha por la independencia denominada Guerra de los Diez Años. La Guerra de los Diez Años, también conocida como Guerra de Cuba (en España) o Guerra Grande (1868-1878), fue la primera guerra de independencia cubana contra las fuerzas reales españolas. Esta guerra tuvo un carácter antiesclavista, anticolonialista y de liberación nacional y encontró rápido y positivo apoyo en la entonces jurisdicción de Santiago de Cuba, además, desde el punto de vista cultural ayudó a que el sentimiento de nacionalismo se afianzara y que los cubanos fueran reconocidos como dueños de su tierra.

La guerra terminó diez años más tarde con la Paz de Zanjón donde se estableció la capitulación del Ejército Independentista Cubano frente a las tropas españolas. Este acuerdo todavía no garantizaba ninguno de los dos objetivos fundamentales de dicha guerra: la independencia de Cuba y la abolición de la esclavitud. Antonio Maceo, natural de Santiago, expresa su disconformidad y su intención de seguir la lucha.

Desde fines del siglo crece el número de pobladores españoles hasta constituir una mayoría apreciable frente a negros y mulatos de Haití, procedentes de Santo Domingo y de la península. Un nuevo conflicto se inició el 24 de febrero de 1895 y otra vez, el territorio sufrió sus embates. Poco más de tres años de guerra provocaron las mismas circunstancias de décadas atrás: destrucción de la riqueza rural, tea incendiaria y pérdidas de vidas por acciones militares, el hambre o las enfermedades.

La intervención de Estados Unidos en la guerra convirtió a la ciudad en el escenario principal de enfrentamiento con España. Unos y otros amenazaron con bombardearla; evacuada su población y posteriormente ocupada por los invasores, luego de la rendición española y del armisticio. La batalla naval de Santiago de Cuba en 1898 supone el fin de la escuadra española.<sup>3</sup>

### **1.2.3. Periodo Republicano (1902-1959).**

Se trataba ahora de definir el futuro de Cuba, y cualquiera que este fuese, el gobierno de Washington consideraba conveniente la desaparición de las instituciones representativas del movimiento libertador cubano. Sin embargo, ninguno de los proyectos tenía como objetivo transformar las caducas estructuras de la ex colonia española en su tránsito hacia la independencia, sino a crear las condiciones para el fomento de un "mercado de tierra" que facilitara el traspaso de las propiedades a manos de políticos, magnates y propietarios extranjeros.

Mientras tanto, la escasez de capitales y de fuentes de crédito colocaba a los hacendados cubanos en una situación en extremo desventajosa para el restablecimiento de sus negocios, sobre todo lo relacionado con el importante renglón azucarero, muy lesionado por la guerra.

El 20 de mayo de 1902 alboreaba la nueva República de Cuba, atada por la Enmienda Platt, que daba a los Estados Unidos el derecho a intervenir en los asuntos cubanos. Santiago de Cuba sería la capital administrativa de la provincia de Oriente. Desde los primeros momentos hubo rechazo a la anexión imperialista por los combatientes del Ejército Libertador y por todo el pueblo cubano.

Con la independencia, Cuba siguió el criterio liberal en sus relaciones con la Iglesia, aunque protestantes, masones y otras corrientes ideológicas tuvieran favor oficial muchas veces. El 6 de enero de 1925 Pío XI creó la provincia eclesiástica de La Habana, dándole como sufragáneas las dos sedes más occidentales, Pinar del Río y Matanzas, mientras que Santiago de Cuba quedaba con Cienfuegos y Camagüey. En el mismo año fue el ascenso de Gerardo Machado a la presidencia, que representó la alternativa de la oligarquía frente a la crisis latente. El nuevo régimen intenta conciliar en su programa económico los intereses de los distintos sectores de la burguesía y el capital norteamericano, ofrece garantías de estabilidad a las capas medias y nuevos empleos a las clases populares.

La electrificación en los asentamientos principales terminó por imponerse en la primera década del siglo XX y también el sistema tranviario y el acueducto. La red telefónica se ampliaría. El ferrocarril, que atravesaba la Isla tuvo en Santiago de Cuba la estación terminal oriental. Continuaron las labores de la minería de hierro y del cobre y se localizaron nuevas zonas en El Cobre y la costa de sotavento, explotadas para inversiones norteamericanas. Al finalizar la Primera Guerra Mundial se cerraban todas las minas y se concentraba la tierra en la manos de los inversionistas norteamericanos para la producción azucarera. En 1925 concluía la construcción de la Carretera Central. La economía cafetalera comenzó su recuperación en las montañas de la Sierra Maestra a finales de 1930.

No obstante los éxitos parciales alcanzados durante los primeros años de mandato, la dictadura machadista no consiguió acallar la disidencia de los políticos excluidos, y mucho menos aplastar el movimiento popular. Acaloradas por los excesos cometidos por el régimen y por el rápido deterioro de

---

<sup>3</sup> Emilio Bacardí Moreau, *Crónicas de Santiago de Cuba*. Tipografía Arroyo Hermanos, Santiago de Cuba, 1924. fragmentos de los tomos I al X.



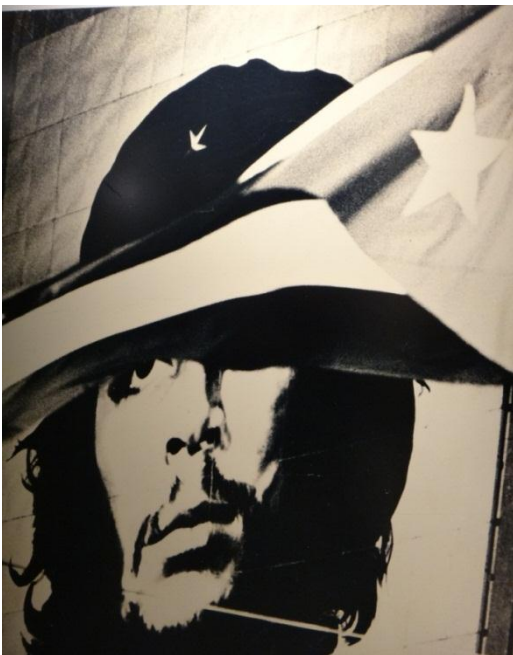
la situación económica bajo los efectos de la crisis mundial de 1929, estas fuerzas mostraron creciente beligerancia en las luchas obreras, estudiantil y del proletariado desencadenando una interminable sucesión de huelgas, intentos insurreccionales, atentados y sabotajes.

Los partidos oligárquicos restaurados en el poder, a pesar del irrestricto apoyo norteamericano expresado en la abrogación de la enmienda Platt, y las medidas de estabilización económica, principalmente el sistema de cuotas azucareras y un nuevo tratado de reciprocidad comercial, mostraron una franca ineptitud en el ejercicio del gobierno.

Para Oriente de Cuba los años de la dictadura machadista y sus años posteriores fueron épocas difíciles y de retraso económico. Violando la Constitución de 1940, Fulgencio Batista, coronel jefe del ejército, condujo a una transacción con las fuerzas revolucionarias y democráticas, hasta que dio un golpe de estado en 1952. Durante el gobierno de Batista, la situación económica experimentó una mejoría propiciada por el estallido de la Segunda Guerra Mundial.

Preámbulo de la crítica situación política y social provocada por la dictadura de Batista, la vanguardia revolucionaria dirigida por Fidel Castro, atacó los cuarteles Moncada y Céspedes de Santiago y Bayamo respectivamente el 25 de julio de 1953, mientras, en cada pueblo y ciudad de la región oriental el movimiento clandestino buscaba armas, reclutaba combatientes y apoyaba la insurrección. La consecuencia fue el triunfo de la Revolución en enero de 1959 que con Fidel Castro al frente tuvo como escenario fundamental las montañas del Oriente. Varias columnas del Ejército Rebelde operaban desde la columna madre José Martí, en el Segundo, Tercer y Cuarto Frentes Orientales. Ellas serían embrión de futuros núcleos poblacionales, tales como Segundo Frente Frank País y el del Tercer Frente Mario Muñoz Monroy<sup>4</sup>.

#### **1.2.4. Periodo Revolucionario (1959-hoy).**



*Fig.4.1. Ernesto Ché Guevara.*

*Fuente: Museo de la Revolución de la Habana.*

Con la llegada de Fidel Castro al poder y la instauración de un régimen comunista, se trató de llevar a cabo de inmediato las transformaciones necesarias para borrar las imágenes de la sociedad anterior, creando nuevas condiciones de vida para la población, eliminar la estratificación social.

Al triunfo de la Revolución la ciudad se encontraba en déficit de servicios y redes técnicas, sobre todo en las zonas marginales, entonces el territorio santiaguero se vio inmerso en toda una serie de transformaciones económicas y sociales, donde se hicieron diversos programas relacionados con la educación, la salud, la industrialización, con la premisa de equilibrar las diferencias entre la capital y el resto del territorio y las enormes desigualdades entre el campo y la ciudad.

<sup>4</sup> Francisca López Civeira; Loyola Vega, Oscar; Silva León, Arnaldo. **Cuba y su historia**. Editorial gente nueva. 2ª edición. 2005, fragmentos entre las pags 99-133.



Se empezó a planificar a través de una nueva urbanística para suplir las necesidades de alojamiento de la población por lo que nuevos barrios de viviendas obreras surgieron.

En dependencia de la entrada de Cuba en el Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME) y los ambiciosos planes económicos entre los cuales se destaca la “zafra de los 10 millones” donde el gobierno dedicó todos los recursos y todos los esfuerzos del país a conseguir la producción de 10 millones de toneladas de azúcar, la estatalización de la industria azucarera y los comercios. Todo ello se refleja en la vertiginosa subida del producto interno bruto, así como en el constante crecimiento de toda la red infraestructural y económica.

Los principales comercios fueron entre los estados soviéticos de la U.R.S.S., que comprando el azúcar a precio superior a los de mercado, permitieron el enriquecimiento de la Isla y consecuentemente una fortificación del estado en el contexto internacional.

Comienza al mismo tiempo un cambio de perspectivas al frente de la Iglesia católica: cierre y expropiación de las escuelas católicas, supresión de la prensa católica, expulsión de sacerdotes, abolición de las ferias católicas, como Navidad, etc.; se llevan a cabo además campañas de indoctrinación antirreligiosa. Fue ruptura entre el poder religioso y político.

En 1976 se creó el Poder Popular y se constituyó la actual provincia de Santiago de Cuba integrada por nueve municipios: Segundo Frente, Tercer Frente, Guamá, Contramaestre, Songo-La Maya, San Luis, Palma Soriano, Mella y Santiago de Cuba (incluye los poblados de El Caney y El Cobre).

Los finales de los '80 y principios de los '90, traerán cambios: la caída del Campo Socialista, los cambios diametrales en U.R.S.S. y el recrudecimiento del bloqueo imperialista hacia Cuba, significaron serios daños a la economía y por consecuencia al ritmo constructivo. Sucesivamente a la caída de la URSS, los comercios privilegiados se vienen reduciendo hasta desaparecer.

Inicia el Periodo Especial, caracterizado por la reducción de los servicios e incremento de muchos tipos de restricciones, con las consecuentes dificultades para la población. A pesar de ello Santiago sigue siendo la segunda ciudad de Cuba y su población no disminuye.

En 1959 la ciudad contaba con poco más de 180,000 habitantes, y ya en 1995 la cifra supera los 470,000 habitantes. Actualmente la provincia cuenta con un millón de habitantes, de los cuales la mitad se concentra en la ciudad cabecera con un potencial económico elevado: ocho centrales azucareros, una refinera, una termoeléctrica, fábrica de cemento, un combinado industrial, explotación minera, un molino de harina, entre otros.

A pesar de sus directivas ateas y de la expulsión del país de los sacerdotes y religiosos extranjeros, la Santa Sede no rompió las relaciones con el actual gobierno. El 21 de enero de 1998, Cuba recibe la visita del papa Juan Pablo II a La Habana. En este su discurso al jefe de la Iglesia católica Fidel Castro enaltece la dignidad del pueblo cubano, y al final, con los sustentos de los creyentes aun existentes en la Isla, en Cuba se repone la Navidad (y solo aquella) como día festivo nacional.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Francisca López Civeira; Loyola Vega, Oscar; Silva León, Arnaldo. **Cuba y su historia**. Editorial gente nueva. 2ª edición. 2005. fragmentos entre las pags 189-219).





**'CUBA POSTCASTRO**



### 1.3. Desarrollo evolutivo de la Arquitectura Santiaguera

La arquitectura santiaguera tiene las peculiaridades de una escuela de arquitectura con características bastante definidas para poderla distinguir de la criolla cubana, con la que está directamente emparentada. La evolución de los códigos arquitectónicos estuvo marcada por la importación de modelos traídos por los conquistadores españoles, con la particularidad de lograr una mayor incidencia de los elementos técnicos, formales y funcionales de la arquitectura de origen morisca y mudejar. La evolución de esa arquitectura se basa en el marco geográfico donde se sitúa Santiago de Cuba: el relieve accidentado hace que las viviendas tengan que adaptarse a los desniveles, las condiciones climáticas, el clima tropical hace que éstas necesiten de ventilación y de barreras para aplacar el calor, los constantes movimientos sísmicos a que se ve sometida la ciudad exige un tipo de construcción que resista este tipo de fenómenos, sin olvidar el carácter popular que le imprimieron sus pobladores a medida que evolucionaron los factores sociales, económicos y políticos.

#### **1.3.1. Periodo Precolonial.**

Los orígenes de una arquitectura primigenia propia se remontan a las cabañas indígenas en las que vivían los indios tainos y ciboneyes, llamadas bohios. Este tipo de construcción fue adoptado por los colonizadores. De este tipo de arquitectura no es posible mostrar hoy vestigios significativos ya que a la poca durabilidad de los materiales utilizados, como paja y madera, se sumaba la peligrosidad debida a los incendios devastadores que se producían. Hasta tal punto se extendió la construcción de cabañas de guano en las construcciones cubanas que las prohibieron por su peligrosidad, con una ordenanza municipal en 1856.

Pasadas algunas décadas se comienza a edificar con muros de cal y canto, techos de tejas de barro, obligándose a los vecinos con indios encomendados a fabricar sus casas de piedra. Esta arquitectura se fundamenta en la tradición arquitectónica traída por los conquistadores.

#### **1.3.2. Periodo Colonial ( S. XVI-XIX)**

##### **1.3.2.1. S. XVI-XIII**

De la Arquitectura de los primeros momentos de la ciudad no es posible mostrar hoy los vestigios significativos ya que a la poca durabilidad de los materiales utilizados – madera y paja- se sumó la falta de mano de obra capaz de enfrentar construcciones de solidez.

La alternativa posible, aprovechada de inmediato por los conquistadores, fue el empleo de las técnicas de los aborígenes, que si bien tuvieron cierta aceptación, la frecuencia de incendios devastadores condicionaron el que a la larga se prohibieran sobre todo sus cubiertas tan expuestas a tales siniestros.

Pasadas algunas décadas se comienza a edificar con muros de cal y canto y techos con tejas de barro, obligándose a los vecinos con indios encomendados a fabricar sus casas de piedra. Es muy probable que una de ellas sea la conocida por nosotros como “Casa de Diego Velazquez” (*véase fig. 6.1.*).

Esta aseveración se fundamenta en que dicho inmueble es portador de rasgos esenciales de la arquitectura traída por el conquistador. Sus gruesos muros de sillares, los decorados de sus techos de influencia morisca y la peculiar disposición de sus espacios interiores son testimonio de su pertenencia al siglo XVI.

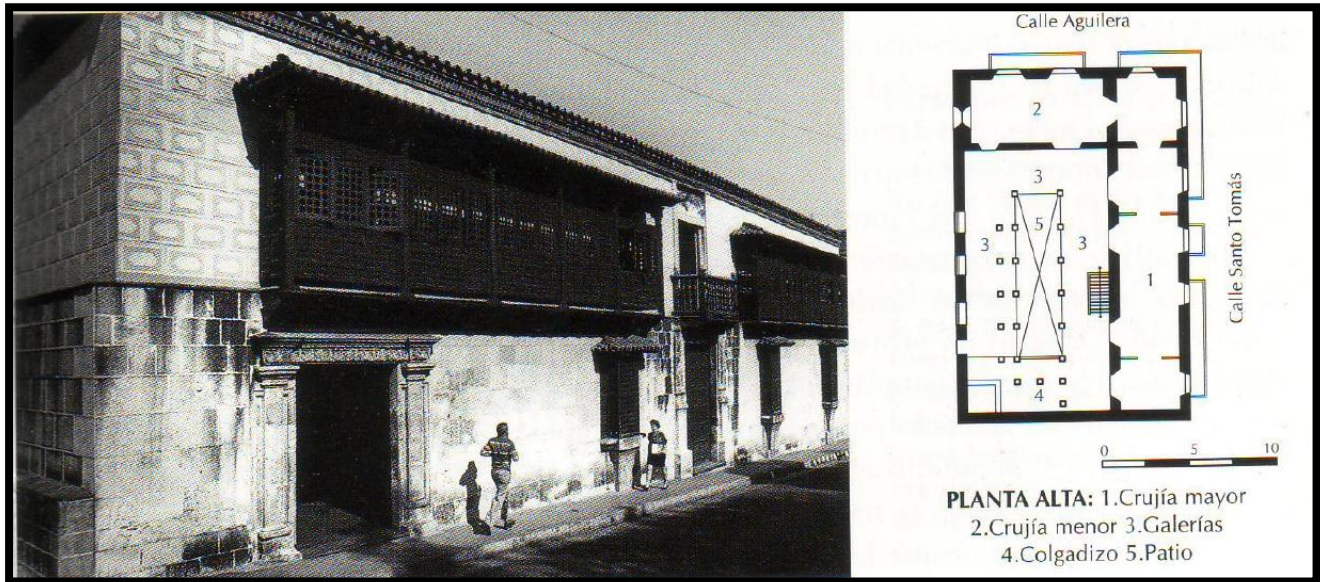


Fig.6.1. Casa de Diego Velázquez. Edificio más antiguo de Cuba. Primer tercio del Siglo XVI.  
Fuente: Guía del Oriente de Cuba.

La arquitectura religiosa, a pesar de su temprana importancia no contó con igual suerte, la primera catedral ubicada al sur de la Plaza Mayor tuvo existencia efímera debido a un incendio. Años después se levanta un nuevo edificio más sólido, con paredes de cal y canto.

De estas décadas iniciales del desarrollo citadino data la Iglesia y convento de San Francisco, construido a partir de 1528 hacia el este de la población. La condición de tierra conquistada obligó a no dejar relegado el poder militar que de inmediato se preocupó por crear condiciones favorables de defensa. Las noticias más antiguas sobre el particular plantean la construcción de un revellín cercano a la plaza con amplias visuales a la bahía y en consecuencia capaz de combinar las funciones de puesto de observación con las de defensa de la ciudad por su frente al mar, buscando con ello la protección al asedio exterior de los corsarios franceses y sin olvidar los levantamientos indígenas de la región.

En los inicios del Siglo XVII por Real Cédula de Felipe III se divide el Gobierno en dos grandes sedes. Esta división territorial permitió ciertas mejoras en la abandonada jurisdicción de Santiago. Teniendo en cuenta que este siglo está considerado como periodo formativo de la arquitectura cubana es posible anotar que en ella aparecen ya evolucionados códigos mudéjares. Aparece el patio como elemento estructurador de la planimetría de la vivienda, se comienzan a diferenciar cualitativamente los espacios en función de su uso y como hecho fundamental tenemos la comprensión y el dominio de las técnicas constructivas a partir de la realidad físico-geográfica y el aprovechamiento máximo de los materiales locales, entre ellos la madera, la cerámica y la piedra.

La llegada del decimoctavo siglo significó para la ciudad de Santiago el florecimiento de su economía, propiciando el desarrollo urbanístico de la ciudad. En el siglo XVIII se deja sentir la influencia del estilo barroco, matizado por las condicionantes propias del enclave, manifestándose éstas en las principales funciones que caracterizan la vida de la ciudad.

Las cuatro temáticas fundamentales: doméstica, civil, religiosa y defensiva, tuvieron en esta centuria disímiles niveles de construcción. Las domésticas tienen un importante crecimiento tanto en la cantidad como en la variedad, los principales exponentes de la arquitectura religiosa de la colonia se construyen en este siglo y hay un importante completamiento del sistema defensivo de la ciudad.

El vertiginoso crecimiento del núcleo urbano genera la aparición de templos asociados a las plazas, elementos de gran riqueza urbanística y complemento de las funciones del edificio. La imagen exhibe un uso profuso de la madera en sus sencillos pero hermosos techos con notable influencia mudéjar, mientras que en el exterior se observa una especial sencillez en sus carpinterías. En cuanto a las viviendas, se hacen más expresivas sus fachadas apareciendo con fuerza elementos como corredores y balconajes.

### **1.3.2.2. S. XIX**

El siglo XIX significó para la ciudad un cambio de escala debido al aumento de la población, las transformaciones económicas acaecidas y la ruptura del tradicional aislamiento territorial en que se encontraba.

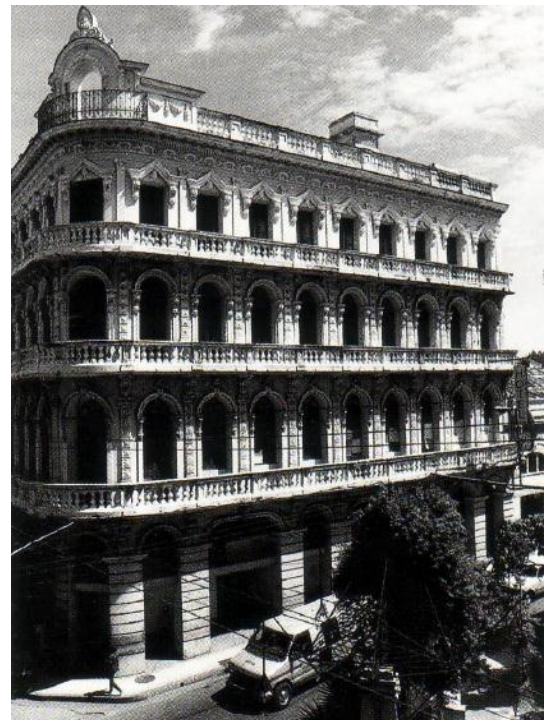
Los emigrantes franceses dejaron sentir su presencia en el núcleo urbano, ubicándose hacia el oeste donde transformaron esas vías en comerciales. Como área recreativa de los inmigrantes se desarrolla “El Tivoli” que irradió su influencia a la vida ciudadana.

En la primera mitad de esta centuria la población continúa en un ascendente crecimiento y el tejido urbano se fue haciendo más compacto. En los inicios de la segunda mitad se consolidan áreas de la ciudad que aunan funciones específicas y se consolidan dentro de la trama urbana.

### **1.3.3. Periodo Republicano (Primera mitad XX)**

En los años que median entre 1900 y el 1958 se suceden en Cuba y por supuesto en Santiago diferentes estilos arquitectónicos notándose de esta forma el surgimiento y desarrollo Ecléctico, Art Decó, Monumental moderno, Protorracionalismo y Racionalismo, mereciendo mención aparte el Neocolonial, que se presenta como Ecléctico, Misionero Californiano, Mediterráneo y Moderno.

Durante la República se ve llegar a la ciudad el movimiento moderno en sus diferentes variantes, con fuertes influencias de las corrientes internacionales. Los edificios domésticos fueron los más desarrollados en los barrios de la alta y media burguesía, surgiendo ejemplares de esta influencia en diferentes zonas de la ciudad.



*Fig. 7.1. Hotel Imperial. Estilo Ecléctico.  
Fuente: Guía del Oriente de Cuba.*

### **1.3.4. Periodo Revolucionario (Segunda mitad XX- hasta hoy).**

Con la histórica victoria del 1º de Enero de 1959 la revolución cubana pone fin a la última dictadura republicana conquistando y desarrollando una verdadera democracia. Es justamente con el proceso revolucionario que se produce la toma de conciencia de nuestros arquitectos de pertenecer al llamado tercer mundo.

Santiago presentaba un gran déficit en servicios y redes técnicas sobre todo en las zonas marginales, siendo su crecimiento bastante compacto. La vivienda, por otro lado, fue por supuesto la tipología constructiva más desarrollada, pues una cantidad elevada de población tenía alojamiento en zonas insalubres.

Es notable la variedad alcanzada en las soluciones constructivas adoptadas: el férreo bloqueo provocó escasez de materiales de construcción, instrumentos, etc., esto trajo como consecuencia que se tuvieron que emplear materiales y técnicas constructivas racionales como cubiertas de paraboloides hiperbólicas o bóvedas para ahorrar el cemento y aprovechar de materiales locales como ladrillo, tejas criollas, etc...

En el 1963 la U.R.S.S. donó al país una planta de elaboración de elementos prefabricados para la construcción de un gran número de viviendas: el sistema prefabricado Gran Panel Soviético (G.P.S.), constituido de paneles prefabricados de hormigón y acero. La primera realización fueron las Viviendas Gran Panel Soviético en el distrito José Martí, basado en proyectos de viviendas económicas de rápida ejecución y alto nivel de industrialización. Esto dio solución al problema de alojamiento y será el comienzo de la proliferación de las técnicas de prefabricación.

Los años '70 son los años del despegue constructivo en Cuba, el desarrollo y la consolidación de la industria de la construcción. Los nuevos sistemas prefabricados diseñados al respecto como el Sistema Girón o semi prefabricados como el E-14, continuándose el uso del Gran Panel Soviético. Especial importancia será otorgada a dos temáticas, la primera, la educacional, provocará la aplicación del Sistema Girón para la construcción de numerosos pre universitarios, secundarias básicas y círculos infantiles, así como Institutos Superiores para la formación de profesionales, como la escuela Formadora Frank País, en Versalles; la segunda temática de relevancia fue la industrial, dada por la necesidad de crear infraestructuras de apoyo a la industria de prefabricación. En el decenio de los '80 se continuará con el desarrollo de las técnicas constructivas de los años precedentes, a la cual se añadió el sistema de origen yugoslavo IMS, semi prefabricado.

Paralelamente a este hecho, se manifestará especial interés por absorber las últimas tendencias estilísticas mundiales y manifestarse de esta nueva corriente en obras como el Terminal de Vuelos ejecutivos de J. A. Choy donde hay influencias decoconstructivista y tendencia al simbolismo.

Los años '90, después la caída del régimen socialista soviético, y el recrudecimiento del bloqueo, la isla se vio comprometida; cuantiosos fueron los daños a los comercios y por supuesto la desaceleración del desarrollo arquitectónico.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Roberto Rodríguez Valdés, Bárzana Rodríguez, Noemi; Morcate Labrada, Flora; Lopez Rodríguez, Omar . **Apuntes sobre la Arquitectura Santiaguera**. Dibujos de Roberto Rodríguez Valdés. Santiago de Cuba, Cuba. 2003. Pag 12-71.



Gracias a este estudio exhaustivo tanto de la ciudad de Santiago de Cuba desde el punto de vista histórico como arquitectónico, podemos comprender el contexto tan peculiar en el que se ha desarrollado la Catedral hasta nuestros días. Esta fase de análisis previa al estudio de la Catedral en sí era necesaria ya que este edificio se ha visto, como veremos a continuación, expuesta a cambios y modificaciones no siempre necesarias desde el punto de vista estructural. Sino que por el contrario, el propio transcurso de la historia con los cambios de gobernantes y sus propias idiosincrasias han propiciado dichas modificaciones. En el próximo *Capítulo 2. La Catedral como elemento fundamental*, veremos en profundidad cuales son los cambios que ha sufrido este edificio a lo largo de la historia, y lo más importante, el por qué de esos cambios.





## Capítulo 2.

# La catedral como elemento monumental

### 2.1. Estudio cronológico y evolución histórica del templo

Es importante conocer las distintas etapas y transformaciones que ha sufrido la actual edificación para poder desarrollar un óptimo diagnóstico del edificio conociendo los materiales y técnicas constructivas que se utilizaron en cada una de las épocas pasadas a la actualidad. Una vez conocido el templo en profundidad podremos llevar a cabo un Programa de Intervención que vendrá detallado en el próximo capítulo (*Capítulo 3. Gestión Integral de la Cúpula Mayor*).

Antes de entrar a examinar el templo objeto de estudio (Santa Basílica Metropolitana Catedral de Santiago de Cuba), sería interesante examinar algunas edificaciones religiosas de la época.

Primeramente, es conveniente recalcar que las estructuras representativas del proceso religioso no estaban destinadas a ejercer una función proselitista sobre la población aborigen de igual magnitud a aquellos lugares del continente donde había grandes concentraciones de ella y las posibilidades económicas eran restringidas en un primer momento por lo que las primeras construcciones fueron modestas, realizadas incluso con la mismas técnicas y materiales que encontraron los españoles a su llegada a Cuba, construyéndose posteriormente con materiales más perdurables.

Se aprecia una evolución en las codificaciones formales entre las iglesias de la época, así por ejemplo podemos mencionar que algunos elementos decorativos de fachadas se enriquecen con el transcurrir del tiempo, otros son sustituidos como es el caso de la espadaña, sucedida por las torres campanarios. En cuanto a los códigos técnico-constructivos no existía mucha diferencia con las viviendas de mayor jerarquía: los muros eran de cantería o de ladrillos y las cubiertas se realizaban con armaduras de madera, las que podían ser continuas cubriendo las tres naves o cubriendo cada una de forma independiente.

Uno de estos ejemplos es la *Iglesia de Nuestra Señora del Carmen* construida en 1756. La fachada principal jerarquizada con una gran portada de influencias manierista, presenta una puerta española que cubre parte del vano enmarcado por un arco de medio punto sobre pilastras. Lateralmente, presenta varias ventanas y una puerta guarnecida por dos pilastras con capiteles volados.

La iglesia presenta una sola nave, única de estas características en el centro histórico de esta ciudad. La misma conforma un rectángulo casi perfecto (véase fig.1.2.), espacio caracterizado por la sencillez de su diseño donde se destaca la techumbre de armadura de pares y nudillos con ricas decoraciones estrelladas, que definen la influencia morisca en la arquitectura local de los siglos XVI al XVIII.



Figura 1.2. Base en forma de rectángulo de la Iglesia de Nuestra Señora del Carmen  
Fuente: Guía del Oriente de Cuba.

Por otro lado se encuentra la *Iglesia de Santa Lucía*, construida a principios del siglo XVIII. Posee un marcado acento neoclásico que perdura esencialmente en su fachada principal donde destaca un frontón moldurado sobre el entablamento y el arco de medio punto que jerarquiza el acceso principal.

Su esquema en planta se corresponde con tres naves, una central más amplia que conduce al presbiterio y dos laterales que funcionan como deambulatorios. Sus interiores son sencillos y modestos pero demostrativos de la esencia constructiva de la arquitectura religiosa colonial santiaguera que tuvo siempre que sobreponerse a los embates de los sismos y huracanes.

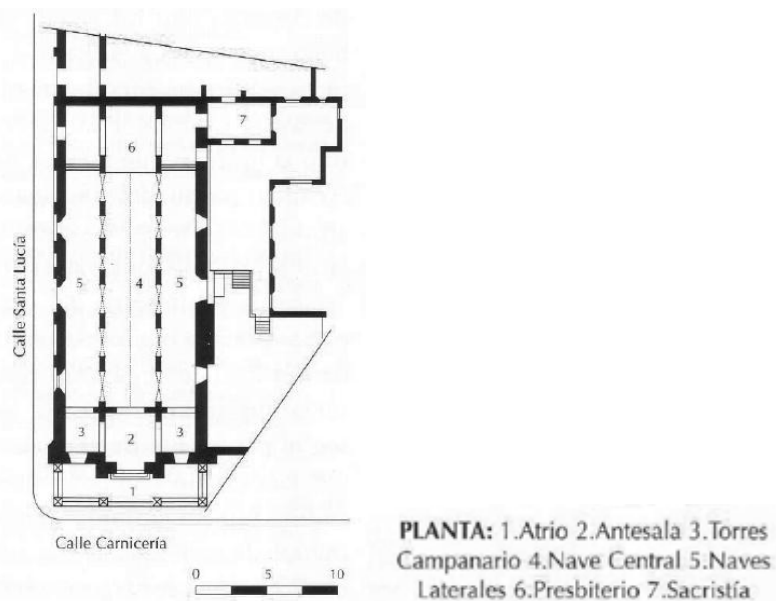
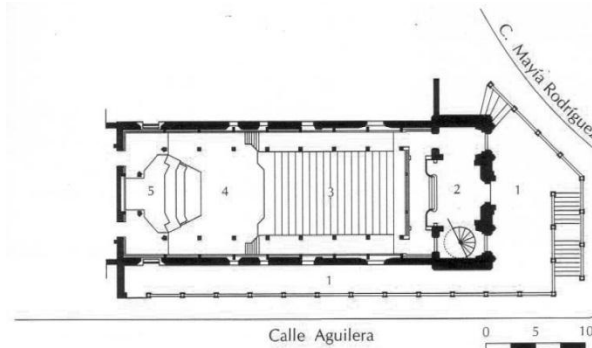


Figura 2.2. Planta de la Iglesia de St. Lucía.  
Fuente: Guía del Oriente de Cuba.

En cambio, la *Iglesia de Dolores* constituye un hito en sus alrededores, pues visualmente intercepta el eje de la calle Aguilera con sus dos torres campanarios, que escoltan un frontón neoclásico, junto al atrio jerarquizado que se eleva como pedestal ante la vista del hombre. Su interior era portador de un impresionante techo de armadura de pares y nudillos profusamente decorado. Después del incendio de 1975 la ciudad se pronunció por no perder la imagen del templo y se decidió proyectar una sala de conciertos.



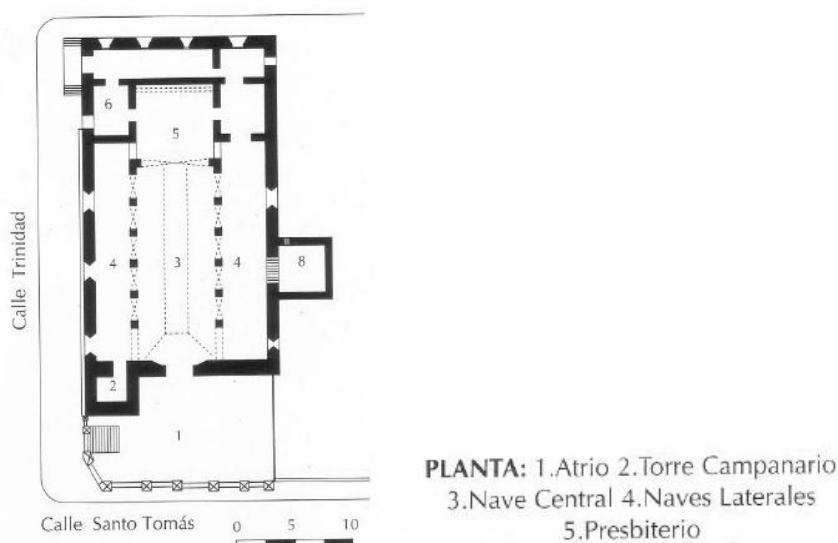
PLANTA: 1.Atrio 2.Antesala 3.Lunetario 4.Escenario 5.Órgano

Figura 3.2. Planta de la Iglesia de Dolores. Fuente: Guía del Oriente de Cuba.

La *iglesia de Santo Tomás*, por otro lado, es considerado uno de los templos más antiguos de la ciudad, data del 1715. Destacar que en este templo fue bautizado el mayor general Antonio Maceo Grajales.

El edificio de modestas dimensiones se destaca por su posición y características. Su fachada principal es asimétrica, a su izquierda se encuentra exenta la torre campanario compuesta por tres cuerpos rematados por una pequeña cúpula. La fachada principal cuenta con una puerta española de clavos, rematada en su parte superior por un arco protegido con herrería.

La iglesia está estructurada en tres naves orientadas de este a oeste. El techo está resuelto con una armadura de pares y nudillos de tres faldones; harneruelo y cinco pares de tirantes y dos cuadrales esquineros que completan la composición. Todos los elementos que integran este templo, de sobria elegancia, lo definen como un típico ejemplo de las construcciones religiosas santiagueras.



PLANTA: 1.Atrio 2.Torre Campanario  
3.Nave Central 4.Naves Laterales  
5.Presbiterio

Figura 4.2. Planta de la Iglesia de Santo Tomás. Fuente: Guía del Oriente de Cuba.



Otro templo destacable de la ciudad es la *Iglesia y Convento de San Francisco*. Ésta fue la primera Iglesia de la orden religiosa de los franciscanos que data de 1745 aunque en 1790 se vuelve a construir debido a un gran terremoto.

La fachada principal de la iglesia es simétrica con un pequeño balcón central y dos óculos decorados. Su acceso principal conduce al portón coronado por un arco de medio punto. Ostenta una única torre campanario dispuesta al centro de la fachada que, junto al remate escalonado del muro, jerarquiza el umbral principal del templo. En su interior presenta 3 naves comunicadas entre sí por arcos de medio punto delimitados por gruesos pilares pétreos. La nave central presenta un falso techo en yeso que cubre la armadura de pares y nudillos y en las laterales se aprecian los colgadizos.

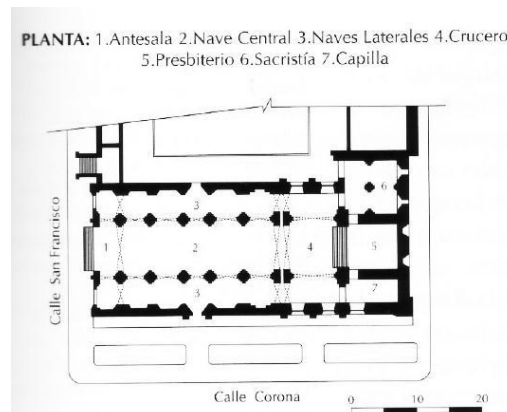


Figura 5.2. Planta de la Iglesia de Santo Tomás.  
Fuente: *Guía del Oriente de Cuba*.

Por otro lado, la *Iglesia de la Santísima Trinidad* se remonta a 1787. Al trasponer el atrio, monumental en su altura, tenemos una fachada principal asimétrica, compuesta por tres grandes puertas españolas, con vanos rematada en arcos de medio punto enmarcados por pilastras adosadas y cornisas molduradas, cuyo pretil de remate presenta un contorno mixtilíneo que rememora un barroco sencillo y popular. Su planta es rectangular y simétrica, con esquema de tres naves, determinadas por arcadas de madera que brindan la direccionalidad hacia el altar principal. En su interior se conserva la magia de los recintos religiosos, con una decoración sobria.

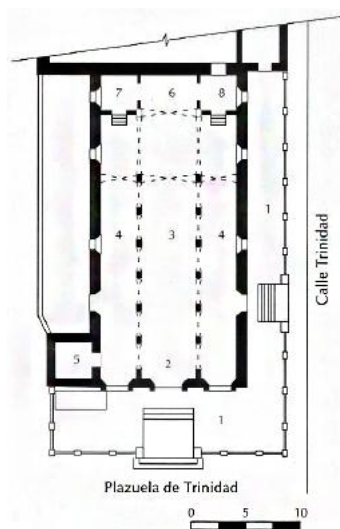


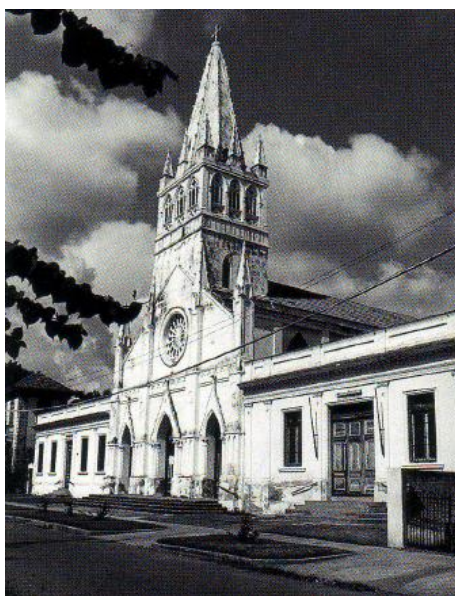
Figura 6.2.y 6.3 Planta y techo de la Iglesia de la Santísima Trinidad. Fuente: *Guía del Oriente de Cuba*.



Sus techos muestran – como toda la estructura interior- el esplendor del trabajo en madera. Una armadura de pares y nudillos, con tirantes dobles y harneruelo decorado con bellas lacerías en forma de estrellas, que certifican la influencia morisca (*véase fig 6.3*). El templo muestra un interesante conjunto de altares de estilo barroco y neoclásico que complementan este interesante ambiente recreado por la arquitectura religiosa santiaguera.

Por último encontramos la *Iglesia de la Sagrada Familia*, construida en el reparto de Vista Alegre en la década de 1920 por el arquitecto Sebastián Ravelo Repilado. Ésta es sin duda, el ejemplar neogótico más genuino de la ciudad. Presenta una planta basilical de tres naves, con campanario central que posee una cubierta apuntada custodiada por ocho pináculos. Cuatro pilastras resaltadas recorren de forma vertical la fachada principal coronadas por pináculos o agujas. Rosetones, cubierta desarrollada con arcos de crucería, discretas archivoltas, ventanas y puertas ojivales, vitrales o vidrieras de colores que atenúan el exceso de luz, demuestran la influencia del estilo gótico en la arquitectura ecléctica.

A ambos lados de la edificación, de forma casi simétrica, se desarrollan dos volúmenes de un nivel, en un sencillo eclecticismo, que albergan la casa parroquial, a la izquierda, y un salón de actividades múltiples, a la derecha.<sup>7</sup>



*Figura 8.2. Planta y vista de la Iglesia de la Sagrada Familia.  
Fuente: Guía del Oriente de Cuba.*

De este modo, hemos hecho un repaso de las más reseñables edificaciones religiosas de la ciudad de Santiago de Cuba. Éste estudio previo al análisis de la edificación principal de este trabajo (La Santa Basílica Metropolitana Catedral de Santiago de Cuba) nos puede aportar información acerca de los sistemas constructivos utilizados en este tipo de monumentos, además de su estilo arquitectónico.

De esta forma, me gustaría describir algunas de las características que tienen todos estos templos en común para posteriormente compararlas con la Catedral y observar las desviaciones y semejanzas que pudieran existir entre ambas.

<sup>7</sup> Colectivo de autores. **Guía de Arquitectura, Oriente de Cuba**. Coordinación: Oficina del Conservador de Santiago de Cuba, Asamblea Provincial del Poder Popular de Santiago de Cuba. Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía (Consejería de Obras Públicas y Transportes y la Dirección General de Arquitectura y Vivienda), 2002.

Prácticamente la totalidad de las edificaciones muestran una cierta simetría en sus fachadas, aunque alguna de ellas posee una torre campanario en uno de sus laterales provocando la asimetría del conjunto. La mayoría tienen tres naves o incluso una, como es el ejemplo de la Iglesia de Nuestra Señora del Carmen. Por el contrario, la Catedral tiene una nave central y 4 laterales, como veremos posteriormente.

Todas ellas disponen de un techo de madera formado por pares y nudillos y una decoración bastante sobria y austera. Esta estructura de madera descansa en arcos de medio punto delimitados por gruesos pilares, en su mayoría pétreos.

Para finalizar este análisis, indicar que todas poseen rasgos neoclásicos y barroco en ciertos elementos de su composición por lo que se podrían denominar como templos de estilo ecléctico.

Una vez examinados los distintos templos que existen en la ciudad de Santiago de Cuba y sus características arquitectónicas vamos a realizar el análisis de la edificación objeto de estudio de esta Tesis, la Santa Basílica Metropolitana Catedral de Santiago de Cuba.

Para tener una noción de las principales intervenciones que han tenido lugar en el templo se detalla el siguiente esquema :

- **1515 Ermita de Santa Catalina.**
- **1526 Primera Catedral** de guano y paja.
- **1670 Segunda Catedral** de albañilería, orientada de este a oeste.
- **1690 Tercera Catedral**, de tres naves y con estructura antisísmica en madera.
- **1810 Cuarta y última Catedral**, de 5 naves. Modificación monumental sobre la 3ª Catedral.

De esta forma, las primeras reseñas que se tienen de la existencia de la primera iglesia santiaguera llamada Ermita de Santa Catalina, datan del **1515**. Este templo se encontraba en la calle que une el Parque Céspedes con el puerto. En 1516 sufre un incendio y se reconstruye del mismo material.



*Figura 9.2. Imaginario de la 1ª Iglesia santiaguera. Iglesia de Santa Catalina.  
Fuente: Oficina del Conservador de la Ciudad de Santiago de Cuba (OCC).*

Debido a que Santiago era ya la población más importante de la Isla, por ser centro expedicionario de la zona continental centro y sur, por orden del Rey Carlos V, la Catedral, que tenía sede en la ciudad de Baracoa, se mandó a trasladar a la villa de Santiago de Cuba.

En 1522 específicamente el 28 de abril, El Papa Adriano VI autoriza el Traslado de la Catedral a Santiago de Cuba, se eleva la villa a la condición de Ciudad y La Ermita de Santa Catalina obtiene el título de Catedral.

Posteriormente, las exigencias de propagar el culto y de la búsqueda de un lugar más apropiado para representar el poder de la Iglesia Católica en Cuba, llevaron a la construcción de la primera Catedral en el lugar donde se encuentra actualmente, sobre la loma al lado de la Plaza Mayor, hoy Parque Céspedes. Suprimimos y quitamos la Iglesia Catedral que está en la dicha ciudad de Asunción, allegándose para esto y otras cosas infrascriptas, el consentimiento de dicho Rey Carlos, y levantamos é instituímos de la misma manera el Lugar de Santiago para ciudad y su dicha Iglesia Parroquial para catedral, debajo de la invocación de la Beata Virgen María, para un Obispo de Santiago, en la misma manera y forma, y con el privilegio, gracias, prerrogativas, facultades y exenciones con que fue erigida la dicha Iglesia de la Asunción.

En **1526** se inician los trabajos de la nueva construcción ubicada en la Plaza Mayor, en su actual posición, digno lugar para su nuevo status. En 1527 el nuevo edificio padeció un incendio, por lo que el dominico burgalés fray Miguel Ramírez de Salamanca, tercer obispo de Cuba (1527 -1532) inició la construcción de una nueva catedral en 1528. Para ello se utilizaron dos mil pesos que Diego Velázquez había dejado antes de morir para ese objetivo y otros fondos. Dicha reconstrucción se elaboró utilizando cal, canto y teja.

Continuó su construcción el Obispo Fr. Diego Sarmiento y la terminó en 1555 el Obispo D. Fernando de Urango. Esta iglesia siempre fue atacada por piratas y corsarios, saqueada e incendiada pero siempre se recuperó.

En 1666 se comienza la reedificación de la Catedral, que sería ya la **segunda**, bajo la dirección del obispo Fray Alonso de Almendaria que posteriormente se bendeciría el 24 de Febrero de 1674 siendo Obispo D. Gabriel Díaz Bara Calderón. La nueva Catedral quedó más capaz que la antigua por habersele dado Díez varas más de extensión hacia la parte oriental. Y su costo fue de 57, 000 pesos. Aunque también esta vez tuvo una vida breve.



Figura 10.2. Localización de la 2ª Catedral. Fuente: OCC.

El viernes 11 Febrero de 1678, entre nueve y diez de la mañana comenzó el espantoso terremoto, cuyas sacudidas duraron por espacio de media hora, repitiéndose otras, menos violentas durante treinta días. La primera conmoción produjo estragos en las casas, en el Convento de San Francisco y en la Capilla mayor de la Catedral. De esta forma, vuelve a ser necesaria la construcción de una nueva catedral, para ello habría que esperar hasta el 19 de Abril de 1686, según se dice por falta de constructor.

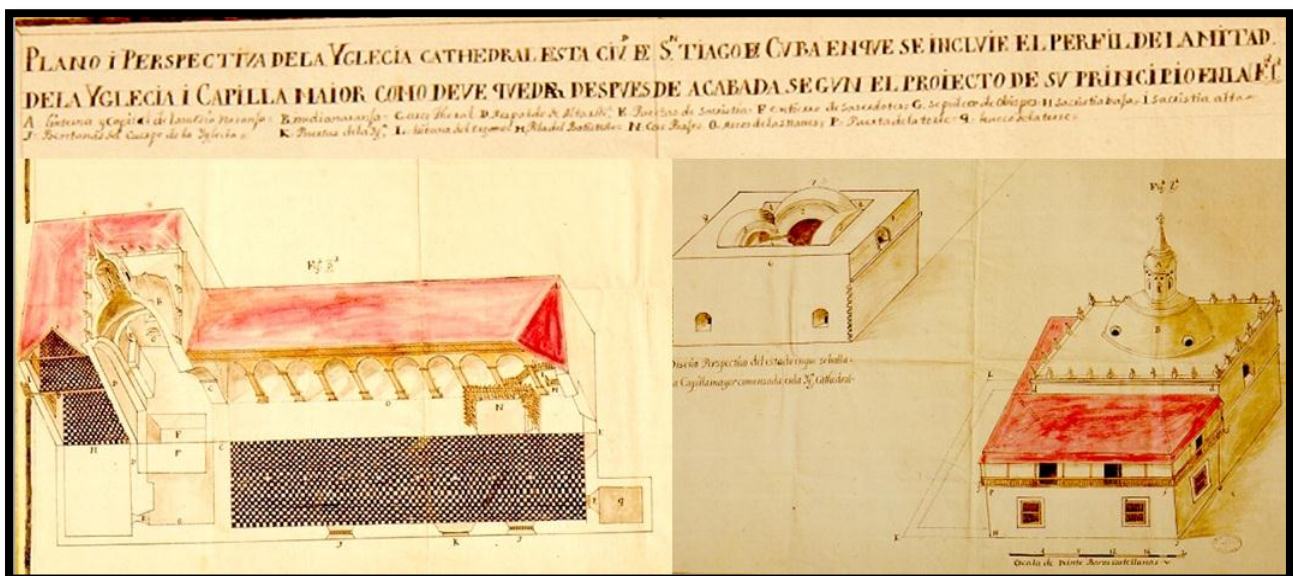


Figura 11.2. Vista axonométrica de la tercera catedral. Fuente: OCC.

Finalmente , en 1990 se construye la **tercera** catedral que se componía de 3 naves orientadas de este a oeste según las Leyes de Indias. Los trabajos de la nueva Catedral se concluyeron en 1713.

Entre 1723 y 1736 se erigió la torre del campanario y se construyó la Capilla del Sagrario, medía 46 brazos y 2/3 de alto y 17 de ancho, es decir alrededor de 39 metros de alto por 14 de ancho y se caracterizaba por la presencia de dos capillas: la del Santísimo Sacramento y la de San José.



La sacristía, de dos plantas, estaba posicionada perpendicularmente en relación al cuerpo del edificio y su planta baja se encontraba a la misma altura del piso (fig.11.2). Fue construida por el ingeniero José del Monte con la ayuda del maestro carpintero Gonzalo Merino y el Arquitecto Francisco de Pliego.



Figura 12.2. Esquema volumétrico de la tercera Catedral. Fuente: OCC.

En el 1766 un terremoto de alta magnitud la afectó de tal modo que tuvo que ser apuntalada en su interior para evitar el derrumbe. En 1770, Francisco Suárez Calderín, ingeniero militar de la isla, señaló que era preferible construir una nueva catedral que reedificar la dañada, puesto que el resultado de los estudios realizados habían determinado unos costes demasiado elevados. Ante la propuesta, el obispo de Santiago reunió a los alarifes locales y mandó realizar diferentes proyectos.

De estas propuestas saldría el proyecto de la cuarta y última catedral de Santiago. Los primeros diseños fueron remitidos a la metrópoli, acompañados de unos presupuestos donde se aclaraba que el coste era igual tanto si se tomaba la decisión de emprender una nueva obra o como reedificar el antiguo edificio.

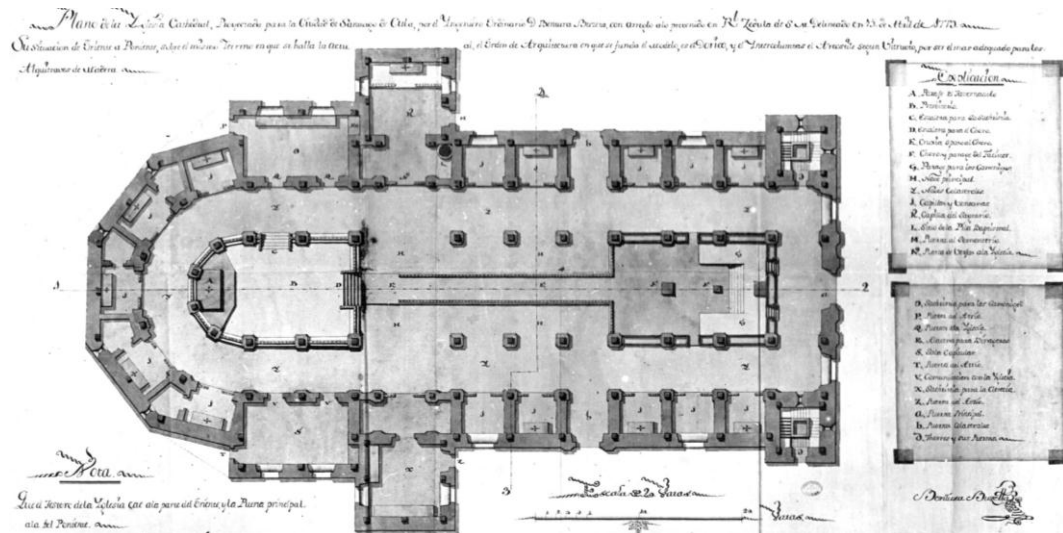


Figura 13.2. Plano de la Iglesia catedral proyectada por el Ingeniero Ventura Buzeta. Fuente: OCC.

La contestación se hizo efectiva mediante una real orden, de 4 de mayo de 1777. El obispo José de Hechevarría y Elzuaga solicitó, a sugerencia del Cabildo, la construcción de una nueva catedral pidiendo también la autorización al Rey para cambiar la orientación de norte a sur en lugar de este a oeste, y así obtener una Catedral con más capacidad; el Rey Carlos III encarga al ingeniero Ventura Buceta la preparación de los proyectos (Véanse las figs. 13.2 y 14.2).

El orden de arquitectura en que se funda el modelo es el dórico y el intercolumnas el areostile según Vitrubio, por ser el más adecuado para los arquivoltas de madera. Aunque al mismo tiempo se advertía que los planos de la iglesia debían ser modificados procurando que el edificio fuese liso, simple y hermoso y explicando el orden de la arquitectura sobre el que se fundase el modelo en todos y cada una de las partes.

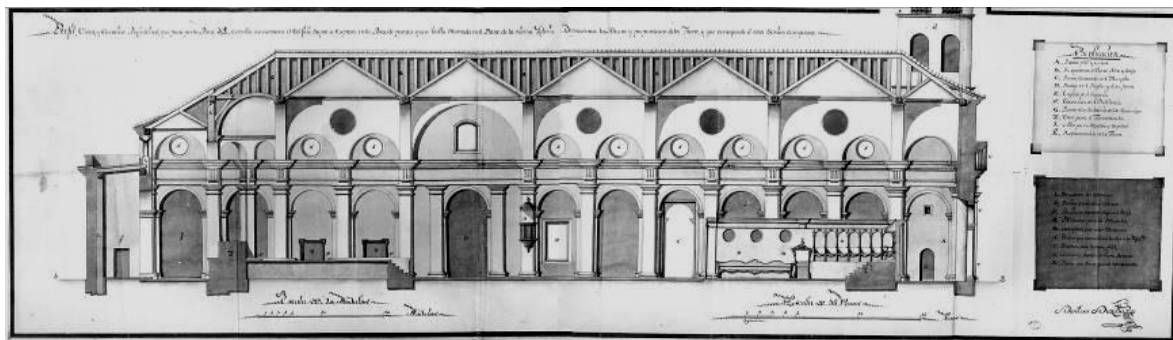


Figura 14.2. Perfil, vista y elevación longitudinal. Fuente: OCC.

A la muerte del ingeniero Buceta, y aprovechando que sus proyectos no correspondieron completamente a los gustos de la Corona española, se inició una disputa que duró más de 50 años; fueron presentados decenas de proyectos arquitectónicos y estructurales que, alternativamente agradaron a la Corona española y a la realidad santiaguera. El ingeniero militar de Cuba y también arquitecto Francisco Suárez Calderín, junto con otros profesionales, propusieron una restauración en lugar de una nueva construcción. El Rey al final decidió que sería la Real Academia de Bellas Artes de Madrid la encargada de la realización del proyecto, es así que se designó al arquitecto Manuel Martín Rodríguez como responsable de la elección de los proyectos presentados. El arquitecto revisó una serie de proyectos presentados hasta definir y presentar un propio proyecto (Véase la fig. 7.2), que la Junta de Madrid aprobó y mando a ejecutar.

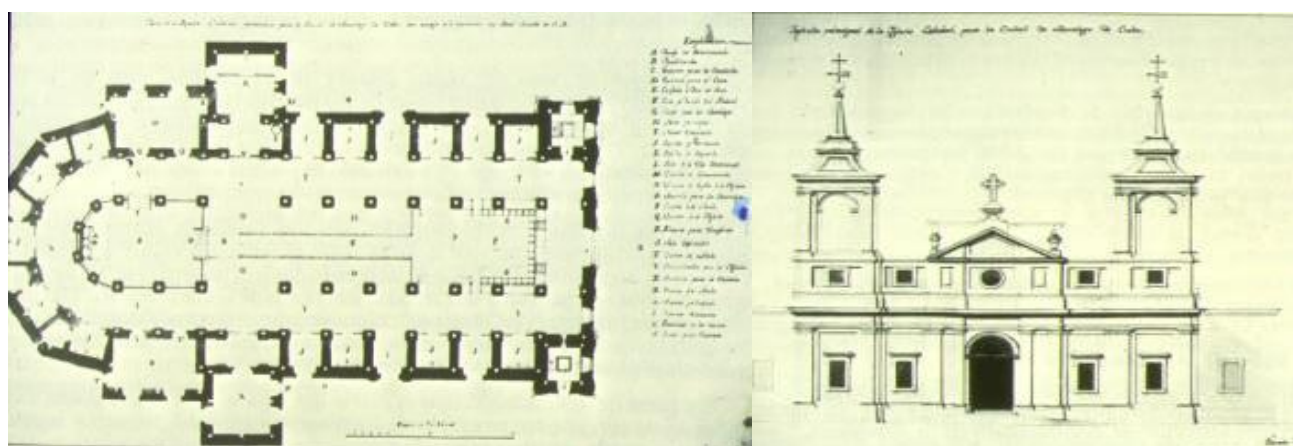


Figura 15.2. Planta y Alzado del Proyecto de Manuel Martín Rodríguez. 1978. Fuente: OCC.

Este proyecto de aspecto neoclásico fue pensado como una estructura portante con muro de ladrillos, pero no satisfizo las peticiones estructurales previstas por el obispo, que pretendía una estructura antisísmica, razón por la cual el proyecto no se realizó jamás.



Por fin, pasados casi cinco años, fue adoptado un nuevo proyecto realizado por Pedro Fernández, quien supo armonizar las teorías emergentes de la península con las necesidades y características de la ciudad caribeña.

Con esos nuevos planos, en 1806 el obispo ordenaba el comienzo de las obras, a pesar de las repetidas órdenes del gobernador para que se acataran las decisiones aprobadas por la Academia. Entre 1810 hasta 1818, durante la actuación del arzobispo Joaquín Osés y Azua se construye el edificio de la Catedral de Santiago de Cuba que aún perdura.



Figura 16.2. Grabado de la 4ª Catedral Barroca. 1818-1852. Fuente: OCC.

En 1852 se produjo el “gran temblor” que causó graves daños obligando a una revisión del estado general de la construcción. En los años sucesivos a su conclusión muchos terremotos golpearon el Monumento y la Catedral fue remodelada en varias ocasiones.

Entre 1852 y 1854 se reparan los daños a la Catedral y junto a esta actuación rehabilitadora se realiza una transformación de la imagen barroca preexistente por otra neoclásica.



Figura 17.2. Transformación de la Catedral Barroca a Neoclásica. Fuente: OCC

En 1922, el centro histórico de la ciudad y sus arquitecturas más importantes y representativas, sufren una serie de modificaciones en el estilo, transformándose de serios edificios neoclásicos a monumentales creaciones eclécticas. Estas operaciones de maquillaje en el edificio de la Catedral se realizaron por el arquitecto ecléctico Carlos Segrera por disposición de monseñor Ambrosio Guerra (1818-1924). La Catedral asume el estilo que hoy conocemos.

Las modificaciones realizadas por el arquitecto fueron varias (*Véanse la figs. 17.2 y 18.2*). Se derribaron los contrafuertes en las paredes laterales, correspondientes a los arcos de empuje de la cúpula, cuya estética no se adaptaba a la elegancia ecléctica.

Para corregir la eliminación del contrafuerte externo que servía para descargar el peso de la cúpula, fueron ampliados en sentido longitudinal dos de los cuatros pilares que la sostienen, aquellos hacia la fachada norte. Fueron eliminados los respiratorios presentes en el techo. Fue añadido un cuerpo a la altura de ambas torres, rematándolas con dos cruces episcopales en la cumbre. Los prospectos en estilo neoclásico fueron modificados en su estilo, con un monumental ecléctico; además el atrio, fue adaptado al renovado estilo de la Catedral.

Sobre la puerta principal fue colocado un ángel de mármol y en los nichos de la fachada dos estatuas de mármol de Carrara representando a Cristóbal Colón y a Fray Bartolomé de las Casas. El interior fue reformado tanto en la decoración como en las figuras de yeso.



Figura 18.2. Transformación de la Catedral Barroca a Neoclásica. Fuente: OCC.

El 3 de febrero de 1932 se produjo un fuerte terremoto que dañó considerablemente las torres sobre todo aquella del campanario; la caída de un ala del ángel colocado sobre la fachada de la Catedral desfondó el techo. El obispo de aquella época, Monseñor Guerra, ordenó la restauración inmediata. El resultado de esta intervención es un claro ejemplo de cómo en aquella época se pensaba en el hormigón armado como una técnica innovadora. Se construyó la torre del campanario y ambas fueron reforzadas mediante la introducción de una armadura de cemento armado que abrazaba la estructura existente enmadera (fig. 11.2). Proyecto realizado por el Ing. Civil y Arquitecto cienfueguero Federico Navarro.



Figura 19.2. Planos de refuerzo. Fuente: OCC.

Finalmente con el triunfo de la Revolución el edificio de la Catedral quedó como propiedad de la Iglesia, pero los fondos de las actividades económicas que hospedaba fueron confiscados y pasaron a ser parte del patrimonio inmobiliario estatal.

El 16 de junio la Santa Basílica Metropolitana Iglesia Catedral de Santiago de Cuba fue denominada Monumento Nacional. Para tal ocasión se ejecutaron algunas intervenciones en la sacristía, el túnel que lleva a San Basilio, el techo, la cúpula y el cupulino.

En los años que siguieron hasta nuestros días, dos eventos son particularmente importantes para la interpretación de la historia constructiva de la cúpula. La noche del 23 de diciembre de 1967 durante las celebraciones del año viejo, un fuego artificial cayó en la cúpula que estaba en reconstrucción, provocando un incendio en la parte del este; la intervención de los bomberos fue desastrosa, en efecto se procedió a apagar el incendio desde abajo con una bomba de agua de alta presión causando la pudrición de parte de la estructura.

En los ochentas, gracias a una intervención de la Oficina del Conservador, en la cúpula se sustituyeron un par de vigas dañadas y se volvió a cerrar la cúpula colocando la capa de ferrocemento hoy presente.<sup>8</sup>

Hoy día la catedral se encuentra en un profundo proyecto de Restauración en la mayoría de sus partes. En los apartados siguientes se realizará un estado de Diagnósis sobre todo en la Cúpula Mayor, que será el Objeto principal de esta Tesis.



*Figura 20.2. Trabajos en la Cúpula Mayor.*

<sup>8</sup> Imágenes e información tomadas de fuentes diversas de la base de datos de la Oficina del Conservador de la Ciudad de Santiago de Cuba (OCC).

2.2. Descripción Constructiva

**2.2.1. Síntesis General y elementos componentes.**

La Catedral de Santiago de Cuba presenta un cuerpo de fábrica de planta basilical con dimensiones de 60 metros por 30 metros rematada en la fachada con dos torres de una altura de 31 metros. Su estilo arquitectónico es ecléctico monumental.

Al centro de la cruz latina se eleva una cúpula que en su punto más alto alcanza los 27 metros. En la parte posterior se han añadido dos cuerpos de fábrica sobre los dos lados que corresponden a la casa actual del párroco y al museo arquidiocesano.

En el interior, el aula eclesiástica está conformada por cinco naves, una central, cuatro laterales, que son respectivamente la mitad y un tercio del ancho de la principal.

**PLANTA:** 1.Atrio 2.Torres Campanario 3.Nave Central 4.Naves Laterales 5.Presbiterio

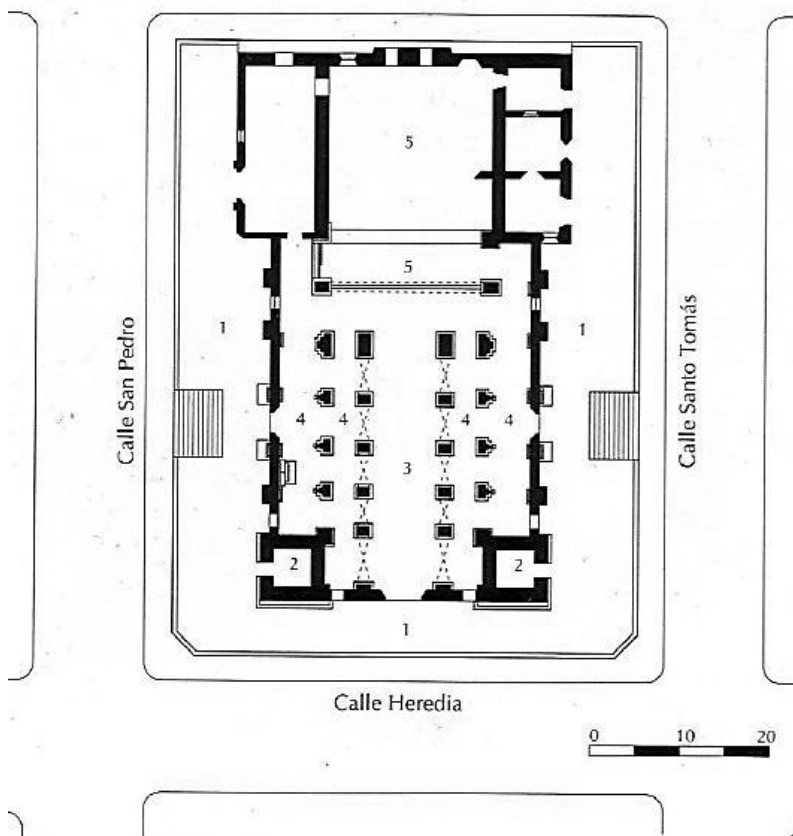


Figura 13.2. Plano de Planta. Fuente: Guía del Oriente de Cuba.

**Nave central.**

Constituye el espacio principal donde se produce el oficio litúrgico de la Eucaristía, en esta zona se reúne la mayor cantidad de fieles para participar de la actividad religiosa y contiene el acceso central denominado Puerta del Perdón.



**Naves laterales Exteriores.**

Definen los accesos al interior del templo por los dos laterales Este y Oeste. Su espacio contiene los altares secundarios dedicados a distintas devociones y la representación de Vía crucis.

**Naves laterales interiores.**

Se destaca por su función múltiple: sección que vincula las naves exteriores con la central, se utiliza como deambulatorio y trayecto para las procesiones del culto, en ocasiones importantes se colocan bancos para la actividad religiosa.

**Coro de los Canónigos**

Su función era reunir para el oficio de las horas a los sacerdotes que componen el Cabildo Eclesiástico, liderados por el Arzobispo. En la actualidad no ejerce esta misión; sin embargo, la ebanistería con su sillería tallada a mano es una excepcional obra artística.

**Cubierta**

Está formada por teja criolla con una distribución a dos aguas. El sistema de evacuación de aguas se resuelve mediante bajantes que toman las aguas pluviales. *(Véase el apartado Descripción constructiva para conocer su sistema estructural)*

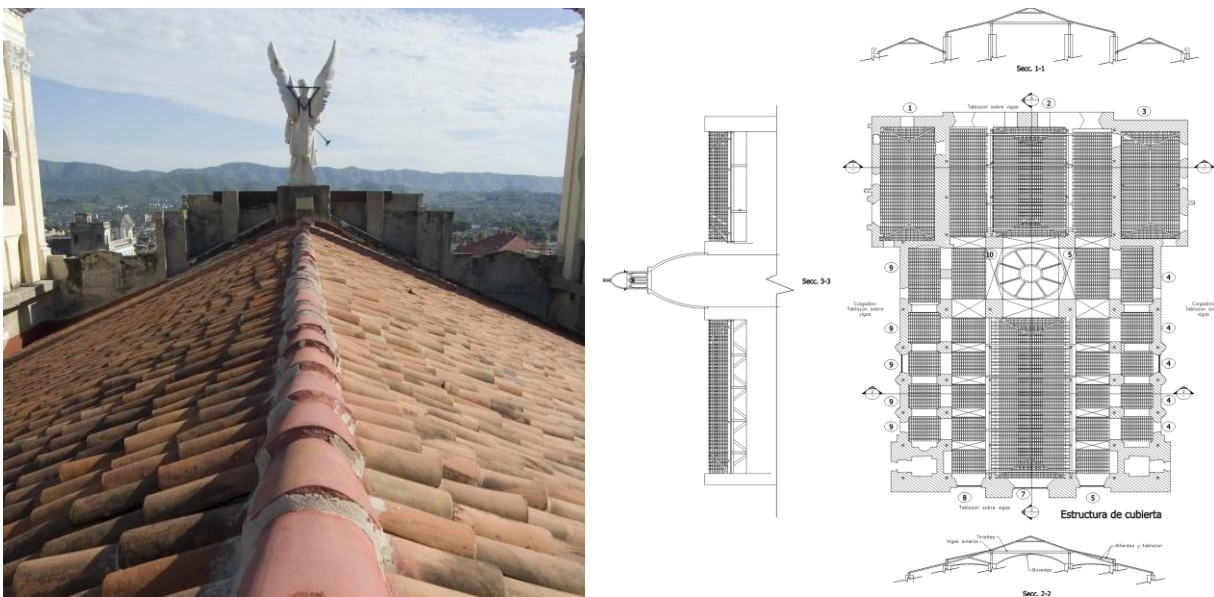


Figura 14.2 y 15.2. Cubierta. Con el Arcángel y Estructura de Cubierta de izquierda a derecha. Fuente: Oficina del Conservador de la ciudad de Santiago de Cuba (OCC).

**Capilla de música**

Espacio que ocupa el órgano y el Coro, es importante porque ayuda el desarrollo del culto y la Eucaristía con cantos y música.

**Atrio**

Área que bordea las fachadas Norte, Este y Oeste (véanse las figuras 13.2 y 16.2), funciona como senda para las procesiones religiosas y espacio de esparcimiento.



### Presbiterio

Su nivel está más elevado en relación con las naves laterales. Constituye la parte más importante del templo, donde se desarrolla la ceremonia del culto y se celebra la Santa Misa, mientras que en los ambones se le da lectura a la Epístola y el Evangelio. Definen los accesos al interior del templo por los dos laterales Este y Oeste. Su espacio contiene los altares secundarios dedicados a distintas devociones y la representación de Vía crucis.

### Torre campanario.

Se ubica del lado izquierdo de la fachada principal de la catedral y mide 33.50m de altura; está conformada por tres cuerpos que disminuyen su sección a medida que crece en altura, los dos primeros son de planta cuadrada y el tercero de planta octogonal y se integran a la fachada principal. Se accede a su interior a través de una puerta de madera ubicada en la fachada hacia San Pedro.

Interiormente se desarrolla en un espacio cuadrado de 3.50m x 3.50m con salientes en cada esquina de unos 0.70m x 0.70m aproximadamente correspondientes a las columnas de reforzamiento estructural de hormigón armado realizado después del terremoto de 1932. El espacio cuenta con un sistema de escaleras y descansos para la comunicación vertical que permiten acceder hasta el campanario desarrollándose en 4 niveles de descansos, toda esta estructura es de madera; el sistema de escaleras lo conforman vigas de madera de soporte en las que se fijan los peldaños de tablas uniéndose las vigas a los entrepisos conformados por vigas y tablazón, el piso del campanario correspondiente al nivel de forma octogonal, es de hormigón armado, modificación realizada tras el terremoto de 1932 y que sirve de apoyo a la estructura portante de las campanas.



Figura 16.2. Vista desde la cúpula de las dos torres, campanario a la dcha y reloj a la izq.  
Fuente: Propia. Manuel Villanueva Rodríguez.

El cierre superior de este espacio está conformado por una cúpula de ladrillo a vista que se apoya sobre la estructura de hormigón armado. Los cuerpos dos y tres presentan aberturas hacia el exterior que ventilan el espacio. El segundo cuerpo presenta vanos rematados por arcos de medio punto hacia las calles de Santo Tomás y San Pedro y el tercer cuerpo correspondiente al campanario presenta las ocho aberturas protegidas por carpintería. En el interior de la cúpula se aprecia el antiguo sistema soporte de las campanas, conservado por Segrera en su remodelación.

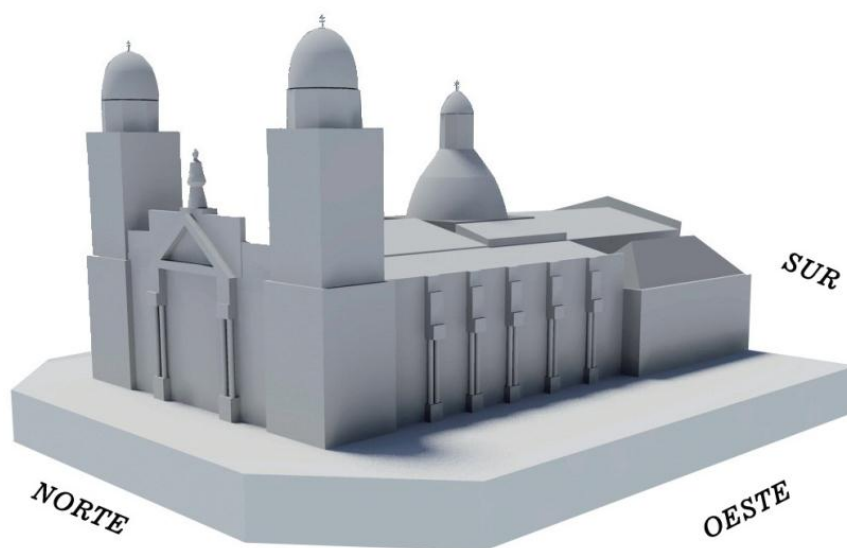
También se detectaron paredes dobles en todo el interior, provocados presumiblemente por los cambios estructurales tras el aumento en dimensión de los cuerpos de la antigua torre. Actualmente el sistema de los toques de las campanas se realiza de forma automática a través de un panel eléctrico por lo que el acceso a ella se ha limitado considerablemente empleándose el área como un almacén.

### **Torre Reloj.**

Presenta las mismas características formales que la torre campanario incluyendo su refuerzo estructural. Esta torre fue la más afectada tras el sismo del '32 y se vio amenazada por la demolición debido al alto grado de deterioro que sufrió, el refuerzo de vigas y columnas de hormigón armado adosado en su interior le ha permitido mantenerse hasta nuestros días. Esta torre presenta un sistema de escaleras de madera con descansos intermedios al igual que la del campanario y también cuenta con un sistema de campanas en su último cuerpo que se accionan con el reloj, ubicado en el segundo cuerpo y que se exterioriza hacia las fachadas de Santo Tomás y de Heredia; el reloj y su sistema de funcionamiento incluyendo las campanas están en desuso por el grado de deterioro que presentan.

### **2.2.2. Descripción estético-formal de las fachadas.**

Primeramente, para tener noción de la orientación de las fachadas, se ha considerado conveniente adjuntar el siguiente croquis que ayudará a tal efecto:



*Figura 16.2. Orientación de las fachadas.*

*Fuente: Adaptación del PFC: Analisi della consistenza statica della Cattedrale di Santiago de Cuba.*

### **Fachada Principal (Norte).**

Sus dimensiones generales son 34.26m de largo por 31.48m de altura (hasta el arranque de la cruz). Formalmente definida por el estilo ecléctico presenta 4 pares de columnas rectangulares adosadas y 2 pares de columnas circulares (todas estriadas y elevadas sobre un basamento de ladrillo) que soportan el frontón y que sirven de énfasis para la entrada principal. Se observan 3 esculturas, dos dentro de nichos laterales próximos a los accesos secundarios y un tercero que es el ángel que remata el frontón.



*Figura 17.2. Fachada hacia el Parque Céspedes. Fuente: Atlas del Patrimonio Arquitectónico y cultural del casco histórico de Santiago de Cuba. (Atlas).*

Las torres se integran a la fachada deteniendo tres cuerpos dentro de esta que disminuyen de sección de forma escalonada. El resto de la decoración lo componen los modillones, aleros y cornisas. Hasta la altura del frontón la fachada presenta las siguientes características: basamento de 2.50m de alto rematado por una cornisa corrida, sobre estos las 12 columnas de orden corintio, sobre sus entablamentos están los aleros moldurados que se unen con el frontón principal; sobre este, apoyado en una estructura metálica recubierta de hormigón, se encuentra el ángel. Luego de la línea generada por el alero la fachada se eleva en dos cuerpos más generados por las torres donde el segundo cuerpo de 9.60m de altura, está definido por columnas rectangulares adosadas y de fuste liso decoradas por una cornisa intermedia y por una de las caras del reloj a la derecha y por un círculo ciego a la izquierda, el entablamento de este cuerpo termina con un alero impermeabilizado con rasilla. El tercer cuerpo de la fachada (perteneciente a las torres) presenta forma octogonal y esta rematado por cúpulas laterales conformadas en ladrillos por su interior, cada cara del octógono presenta una abertura cuyo cierre es una ventana de madera tipo tropical de 2 hojas sobre las que se ubica un arco de medio punto de madera calada. Ambas torres son rematadas por cruces en las que se ubican los pararrayos. Las paredes de la fachada son de ladrillo con estuco de acabado liso.

### **Fachadas Laterales (Este y Oeste).**

Partiendo de la parte anterior, sobre el prospecto lateral de la torre se abre una puerta para entrar en el interior de la misma; continuando hacia el fondo del aula litúrgica, hay dos ventanas, la primera, cerrada por una reja de protección que acaba con una luceta sin decoraciones, la segunda, idéntica a la precedente en la forma, tipo y decoración, está taponada.

Prosiguiendo en el lado, se encuentra un portón lateral con las mismas dimensiones de aquellos más pequeños en la fachada principal, enfatizado por un pórtico; luego, tres ventanas abiertas y cerradas alternativamente, se abren en el prospecto.

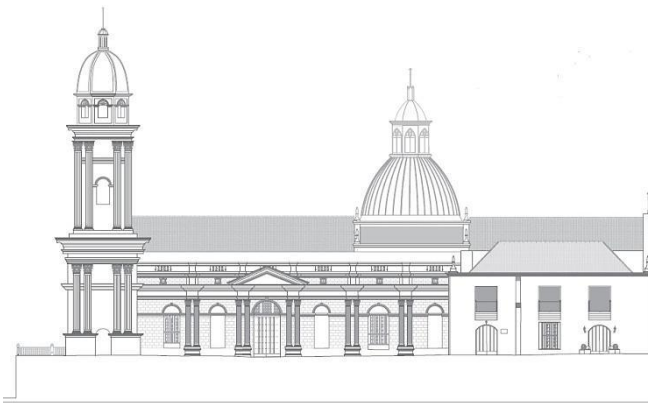


Figura 18.2. Fachadas Este. Fuente: Atlas

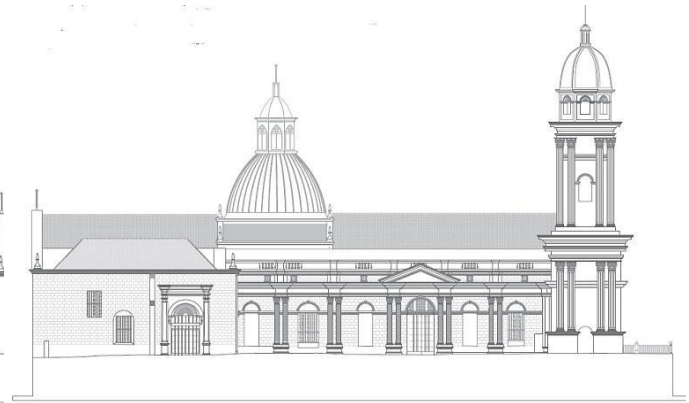


Figura 19.2. Fachadas Este. Fuente: Atlas

En la parte final, un par de grandes aberturas corresponden a los ingresos de los volúmenes anexos lateralmente a la Catedral. El ritmo del prospecto lateral se destaca por la presencia de columnas pareadas cónicas de estilo corintio, que se apoyan sobre bases de albañilería con adornos de mármol, unidas por una cornisa de albañilería de la misma altura de la base que corre a lo largo de toda la fachada.

**Fachada Posterior (Sur)**

El prospecto posterior resulta ser interesante porque representa mejor los rasgos característicos de la fábrica del siglo XIX. Sobre una base que se eleva cuatro metros sobre el nivel de la calle, se erige la fachada formada principalmente por tres cuerpos: uno central con cobertura a dos aguas y dos laterales enmarcados por un elemento plano.

La superficie exterior de toda la Catedral se ha recubierto con un enlucido de color amarillo pajizo mientras que el prospecto posterior presenta todavía el revestimiento del siglo XIX, un muro de piedras de color gris oscuro.



Figura 20.2. Fachada Sur/Posterior. Fuente: Atlas.

**2.2.3. Estudio del sistema constructivo.**

La zona oriental de Cuba, en particular Santiago, es una zona sísmica muy activa, factor que fue tomado en consideración por los primeros colonizadores, quienes desarrollaron un sistema capaz de soportar, además del propio peso y del uso común, la acción de las cargas dinámicas producto de la actividad sísmica.

El sistema constructivo típico de la región oriental está caracterizado por un conjunto de elementos de madera, verticales y horizontales, que recibiendo las cargas del techo las transmiten al firme.



Estos elementos que desarrollan unas funciones activas, son horcones (truncos de madera escuadrados) de sección variable confinados dentro del muro o paramentos leñosos. Las vigas que se apoyan, reciben las cargas de la cubierta a través de las alfardas y se solidarizan con los tirantes dispuestos de manera transversal, que obstaculizan la apertura del conjunto estructural.

Este tipo de sistema constructivo representa una eficaz respuesta a las exigencias del lugar, caracterizado por frecuentes terremotos. En la estructura rígida de los muros portantes se inserta un esqueleto leñoso que, por la capacidad intrínseca del material, constituye una estructura elástica portante, capaz de resistir a las sacudidas telúricas.

**2.2.3.1. La estructura portante.**

De forma general el sistema presenta como elementos estructurales principales: muros de carga perimetrales, concebidos con combinaciones de ladrillos y mampuesto de 1.00m de espesor unidos con mortero de cal de hasta 2mm de espesor, y enfoscados o recubrimientos de has 0.02m a base de cal, en los cuales se encuentran embebidos horcones. Estos conjuntamente con el sistema de pórticos, definidos por los arcos y pilares, es capaz de transmitir las solicitaciones desde la cubierta, así como arriostrar y rigidizar los elementos de su conjunto; transmitiendo las fuerzas interiores de momentos, cortantes y axiales, que ello genera hacia los cimientos.

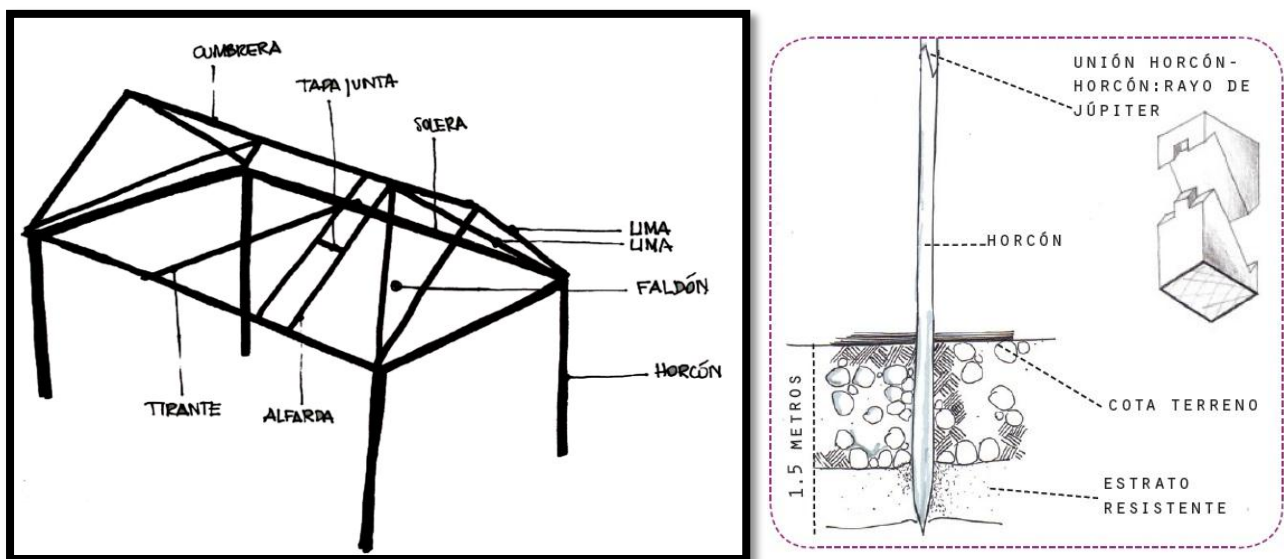


Figura 21.2. Esquema estructura columnar-arquitrabada y horcón de madera, respectivamente.<sup>9</sup>

De esta forma, realizaremos un análisis pormenorizado de los siguientes elementos que conforman la estructura portante:

- Cimentación.
- Elementos estructurales verticales y horizontales.
- Cubierta.

<sup>9</sup> Detalles constructivos obtenidos del PFC de Contreras Badía, Luis. *Balconajes leñosos del Santiago Colonial*. 2011.



### Cimentación

La cimentación es una de las partes más importantes, porque se ocupa de transmitir las cargas al estrato resistente sobre el cual descansa la construcción. En ella, los horcones están enterrados normalmente hasta el estrato firme (entre 2 y 3 metros), generando una unión rígida, empotramiento. Es bastante llamativa la poca profundidad de la cimentación pero esto es debido a que se edificó sobre una gran cantera de piedra caliza por lo que el terreno le confiere una gran rigidez a la estructura. (Véase Figura 21.2.).

### Elementos estructurales verticales y horizontales.

El templo está sustentado estructuralmente por un sistema de arcadas dispuestas en ambos sentidos (Véase Figura 22.2.), longitudinal y transversal, que además; delimitan conjuntamente con los muros perimetrales, las cinco naves ya mencionadas. La nave central (nave principal de mayores dimensiones) está enmarcada por 8 pilares de cada lado (derecha e izquierda) sobre los cuales descansan siete arcos de 0.70m de ancho, que van desde la fachada principal (calle Heredia) hasta el presbiterio en el sentido longitudinal de la nave. Las dos naves contiguas a cada lado (derecha e izquierda) igualmente se encuentran delimitadas por siete arcadas (8 columnas) centrales, dispuestas en la dirección transversal presentan cuatro y tres arcadas respectivamente de 0.40m de ancho, que descansan en los pilares interiores y en las pilastras adosadas a los muros perimetrales. Estos arcos no constituyen elementos soportantes estructurales, ya que están conformados por piezas de madera curva y completada con cartón.



Figura 22.2. Interior de la Catedral. Cúpulas interiores y bóvedas de cañón junto a pilastras de albañilería.  
Fuente: Propia. Manuel Villanueva Rodríguez.

En el sentido de los ejes longitudinal y transversal del sistema de arcadas que soportan la cúpula mayor, se desarrollan, además, un sistema arcos de mayores dimensiones (0.90m) que en el resto en el Templo que confinan y rigidizan la cúpula, debido a los esfuerzos propios de ella y a su comportamiento dinámico particular. El sobredimensionamiento de los elementos portantes de esta zona (arcos y pilares), con respecto a los del resto del templo, está dado además, por la erradicación de los contrafuertes que se encontraban adosados a cada lado de los muros de las fachadas de Santo Tomas y San Pedro, antes de la remodelación hecha por el arquitecto Carlos Segrera.

### **Elementos de cubierta.**

La cubierta se encuentra oculta por los falsos techos, que en la nave central y central derecha e izquierda, revelan una forma abovedada sostenida por un sistema de nervios o nervaduras curvas que son rigidizadas por vigas perimetrales. En las naves laterales izquierda y derecha presentan un sistema doble de cubierta, conformadas; por alfardas de sección rectangular de 0.12m x 0.14m espaciadas a 0.40-0.45m que van apoyadas desde los muros sobre arcos longitudinales, hasta el muro perimetral de fachada, en las cuales se apoya la tablazón y tapajuntas y a ellos la pintura decorativa, apreciable desde el interior como el falso techo (*Véase Figura 23.2.*)

Sobre esta estructura se aprecia otro sistema de alfardas pero de menores secciones y dimensiones aleatorias, sobre el cual se aprecia otro sistema de tablazón, el mortero y las rasillas de terminación.



*Figura 23.2. Cerchas y alfardas. Estructura de cubierta.  
Fuente: OCC.*

Este conjunto de naves presenta un sistema estructural transversal de transmisión de los esfuerzos y rigidización que es la estructura de cubierta. Estructura conformada en su parte central por cerchas, alfardas, tirantes y vigas perimetrales que descansan en los horcones, de sección variable y terminación rústica de 0.25m x 0.30m, que acuden desde el centro de los pilares y conjuntamente con los pies de amigos adosados a los mismos, confieren una mayor área de apoyo de la viga, y por tanto restringe su longitud pese al peralto que presentan (0.25-0.30m). Las pendientes se logran a partir de un sistema de alfardas de 0.15m x 0.17m de sección, que se apoyan pareadas en las vigas perimetrales de apoyo de las cercha hasta los muros de fachada, espaciadas a 0.36-0.43m.

Del sistema de cerchas principales se apoyan cerchas de cordones paralelos sobre las cuales descansan vigas transversales que sostienen alfardas de sección rectangular de 0.10m x 0.15m. Por las técnicas observadas este sistema de dobles cerchas fue conformado para lograr las pendientes de los colgadizos.

Sobre todo este sistema se apoya la impermeabilización de cubierta lograda mediante la tablazón, cartón de techo y las tejas (criollas), aunque las dos naves laterales (derecha e izquierda) presentan rasillas sobre las cuales se ha aplicado pintura impermeabilizante.

**2.2.3.2. La Cúpula Mayor.**

La cúpula mayor de la Catedral de Santiago de Cuba cubre un cuerpo central del inmueble que ocupa la intersección de la nave central del Templo con el crucero. Este volumen construido posee una planta cuadrada de 10.00 m de lado. Cada uno de ellos posee un arco de medio punto soportado por gruesos pilares de ladrillo. Su altura es de 13.64m hasta el arranque de la cúpula que lo cubre. Continúa ganando altura hasta la cupulina que lo remata hasta alcanzarlos 27.70m en la cruz que le da fin.

Para un mayor análisis del elemento, dividiremos la Cúpula en 3 partes: Base pétrea, Cúpula y cupulina.

**1. Base pétrea**

La cúpula está apoyada en cuatro arcos de ladrillo con mortero de cal, de 1.00m de ancho aproximadamente y 4m de altura. Estos arcos descansan en 4 pilares también de ladrillos de 2.0m x 1.5m de sección aproximada en cuyo interior se encuentran horcones cuyas dimensiones, disposición y cantidad no ha podido ser determinada. (Esto podrá determinarse con el Georadar).

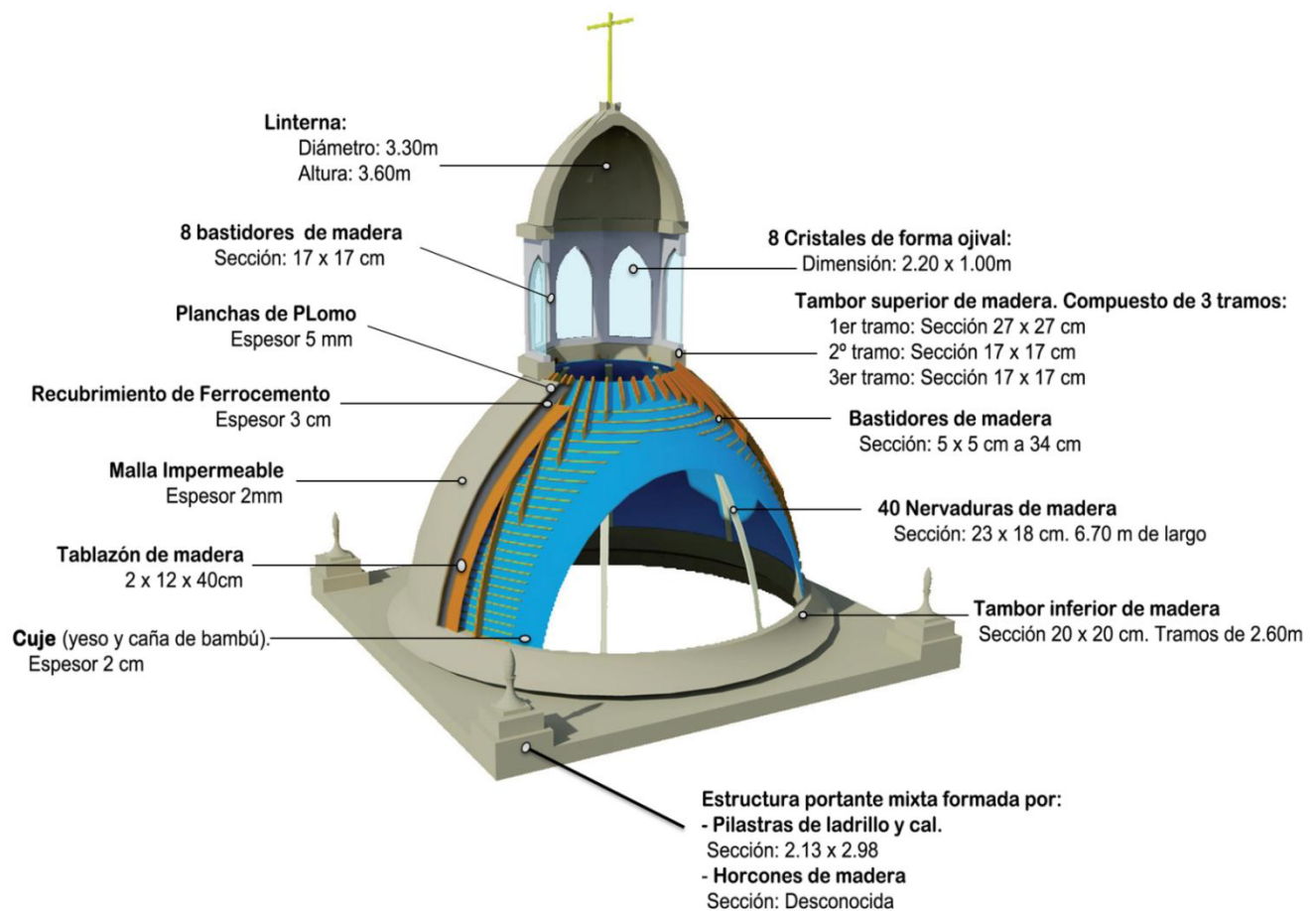


Figura 24.2. Capas componentes de la Cúpula.

Fuente: Icono: *Analisi della consistenza statica della Cattedrale di Santiago de Cuba.*

Texto: Propio. M.Villanueva.



Estos muros poseen 4 pechinas decoradas en su borde superior. El arranque de la cúpula a la altura de la cornisa de ladrillo revestido está a 11.50m de altura.

## 2. Cúpula.

La cúpula está conformada por una estructura de madera; confinada por un tambor de gran diámetro en la base -9.40m - y otro tambor de menor diámetro -3.90m- en su límite superior (base de la linterna). Existen 6.70m de altura aproximadamente desde la base del tambor inferior hasta la base del tambor superior. Por el exterior la altura es de 5.40m.

El tambor superior aparece confinado por un cinturón de planchas de acero soldadas entre ellas que abrazan las cabezas de las nervaduras. El tambor superior está conformado por tres anillos colocados uno sobre el otro con secciones 0.27 x 0.27m, 0.17 x 0.17m y 0.17 x 0.17m en orden ascendente, sobre el último anillo se apoyan 8 horcones de sección 0.17 x 0.17m que enmarcan los vidrios, estos horcones presentan una viga de cierre de madera en su parte superior. Coincidiendo con los horcones arrancan 8 nervaduras de madera de 0.07 x 0.07m reforzadas en su parte posterior por una tablazón y que conforman la cúpula de la linterna. Además existe un tirante de sección 0.17 x 0.17m en el que se apoya un puntal de madera de forma octogonal que sirve de base de anclaje a la cruz de la cúpula.

La unión entre tambores está conformada por 8 secciones de 5 nervaduras curvas cada una de madera de cedro con secciones 0.23m x 0.18m y 6.70m de altura aproximadamente desde la base del tambor inferior hasta la base del tambor superior. Para lograr esta altura las nervaduras se conforman con dos o tres piezas de madera en forma de arco, unidas mediante un rayo de Júpiter sencillo dispuestas a alturas variables en cada nervadura. En total la cúpula principal está constituida por 40 nervaduras con las características ya mencionadas, unidas a través de un ensamble de caja y espiga al tambor inferior de madera cuya sección es de 0.20m x 0.20m; el tambor inferior está conformado por segmentos de 2.60m aproximadamente unidos a través del empalme denominado quijera.



Figura 25.2. Vista exterior de la Cúpula. Fuente: OCC.

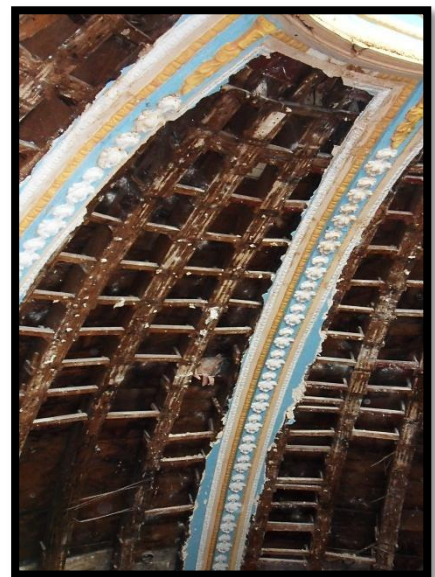


Figura 26.2. Estructura interna. Fuente: OCC

Al interior (véase fig. 24.2.) se observa el empleo profuso de elementos decorativos de yeso policromados que cubren toda la superficie. La decoración evidencia 8 secciones interiores delimitadas por partidores de madera. La superficie de cada sección está recubierta con yeso sobre fibra vegetal y como complemento decorativo presenta un angelote volumétrico sobre madera.

Al exterior (véase fig. 25.2.) se percibe una capa de ferrocemento con nervadura. Sobre el mismo se aplicó una pintura impermeabilizante que hoy se encuentra degradada por la acción de la intemperie.

### **3. Cupulina.**

La estructura de la linterna la conforman 8 pilastras de madera recubiertas con ferrocemento, sustentados por un doble tambor. La remata una pequeña cúpula de madera. La linterna tiene un diámetro de 3.30m y una altura de 3.60m con 8 cristales fijos de 2.20m de altura y 1.00m de ancho enmarcados en madera y forma ojival.



*Fig 26.2. Maqueta de la Cúpula utilizada durante las reuniones técnicas.  
Fuente: Propia, M.Villanueva*



### 2.3. Estudio Patológico. Motivos de la intervención.

Como parte importante de este trabajo se va a realizar un diagnóstico para conocer el estado de conservación actual en el que se encuentra el templo. Para ello, se analizarán distintos diagnósticos de la Catedral que se han realizado por parte de la Oficina del Conservador de la Ciudad de Santiago de Cuba, incorporando algunas ideas y completándolos en los casos que sean necesarios. Especialmente importante durante la redacción de este trabajo fue el desastre natural provocado por el Huracán Sandy del día 24-25 de Octubre, ya que provocó una gran cantidad de daños en toda la ciudad y por consiguiente en la Catedral objeto de nuestro estudio. Es por ello importante cuantificar los daños producidos por el huracán a fin de actualizar los diagnósticos que se habían realizado con anterioridad. Igualmente se han incorporado una serie de criterios de inspección técnica para llevar una metodología en la intervención del diagnóstico.

Para finalizar el estudio patológico se aportarán una serie de soluciones constructivas que podrán servir de plan de trabajo para las labores que posteriormente se realizarán. Así mismo, es importante aclarar que en el momento de redacción de este trabajo la Cúpula de la Catedral se encontraba ya arriostrada tanto interior como exteriormente y parte de la estructura de la misma se había descubierto para realizar un diagnóstico fiel. Estos apuntes servirán para conocer nuestro punto de partida del análisis a realizar.

#### **2.3.1. Elementos componentes principales.**

##### **2.3.1.1. Criterios de inspección técnica.**

Para efectuar una obra de restauración según las “reglas del arte” se sugiere realizar el diagnóstico con el uso de instrumentación moderna que permita conocer el estado actual del monumento.

Se aconseja:

1. Extender las video-inspecciones dotando a los equipos de un instrumento de grabación y archivo de video.
2. Es indispensable y urgente predisponer un andamio fijo al interior y al exterior de la estructura para poder observar de cerca el estado de desequilibrio de los arcos.
3. Es necesario monitorear las lesiones presentes sobre los muros y arcos de descarga de la cúpula, porque si bien son históricas deben controlarse sus evoluciones por mínimo un año. Se podrían utilizar “comparadores milésimales” de lectura analógica o digital, con una periodicidad de lectura quincenal.
4. Es necesario conocer la respuesta del conjunto de muros de la Catedral ante fenómenos de tipo sísmico, mediante la instalación de un acelerómetro que pueda grabar en ocasión de un futuro terremoto los parámetros científicamente necesarios y simular con realismo atendible a la propia estructura, la respuesta del monumento ante un posible terremoto.
5. Para una correcta evaluación de la estabilidad de la estructura monumental, es necesario conocer la exacta posición de los horcones como es necesario también conocer la profundidad y las dimensiones de los cimientos. Otro elemento que sería necesario conocer es la consistencia del terreno de la base que

tiene una altura de cuatro metros sobre el nivel en el que se ubica el Parque Céspedes. Se aconseja la adquisición de tecnología no invasiva llamada “Georadar” que permita individualizar las estructuras, vacíos, pinturas y horcones ubicados a una profundidad de hasta 40 cm.

### **2.3.1.2. Diagnóstico.**

La Catedral de Santiago de Cuba es un edificio que presenta un estado de deterioro muy avanzado, relacionado en gran parte a las condiciones ambientales y climáticas típicamente tropicales de la ciudad (clima tórrido, con una temperatura media anual de 26° con una tasa de humedad atmosférica del 80 %), a la sismicidad del territorio y a la falta de mantenimiento ordinario.

En 1997 se realizó la restauración de la cubierta y la cúpula mayor y desde entonces no se ha vuelto a realizar ninguna reparación capital u otra intervención de envergadura en el inmueble.

Actualmente, el criterio de intervención del inmueble es el de restaurarlo conservando la imagen ecléctica heredada desde su última intervención realizada por el arquitecto Carlos Segrera Fernández en 1922, sin realizar ningún tipo de cambios en su fisonomía ni en el comportamiento estructural de sus elementos y respetando los materiales empleados. Para esto se realizará un estudio detallado de todos los elementos componentes y decorativos de la iglesia, tomando como base la metodología de intervención en obras de restauración desarrolladas por los arquitectos Dunn y Melero.

Para un análisis más pormenorizado se llevará a cabo un diagnóstico particular por cada una de las unidades de obras de mayor importancia que constituyen el templo:

#### **1. Torres Campanario y Reloj.**

Las torres campanarios tienen gran connotación dentro de la imagen de la catedral por sus características y por sus avatares históricos, siendo de los componentes más afectados tras el terremoto de 1932. Debido al grado de deterioro sufrido en aquel momento se decidió el reforzamiento de las mismas a través de una estructura interna de hormigón armado que llega hasta nuestros días. Dicha estructura tiene desconches, aceros expuestos y muestras evidentes de oxidación de su armadura conformadora, las escaleras de acceso hacia la parte superior de ambas torres son de madera y se encuentran en mal estado, la de la torre del reloj está en fallo y la de la torre campanario es casi inaccesible debido a los altos grados de pudrición de sus maderas. Las cúpulas que rematan ambas torres son de ladrillo, en ellas se aprecian las manchas de humedad debido a la falta de impermeabilizantes de su superficie exterior. Las paredes están desconchadas y la carpintería en muy mal estado. Además, todo el sistema de escaleras está en fallo, a este espacio solo se puede acceder por el exterior hasta la base del reloj y por el interior hasta su primer nivel por lo que el diagnóstico se realizó de forma visual sin poder profundizar detalladamente en los lugares inaccesibles.

El pasado ciclón del día 25 de Octubre llamado Sandy causó daños considerables en las cúpulas de ambas torres eliminando ambas cruces que se situaban en su parte superior. La cruz de la torre campanario impactó durante la noche del huracán en la cubierta del templo desde una altura aproximada de 15m, causando una gran grieta de unos 130 cm de diámetro. La cruz de material metálico atravesó todas las capas componentes de la cubierta incluidas tejas y elementos estructurales de madera. Este hecho ocasionó la entrada de agua al templo aunque sin causar más alteraciones que la propia grieta.

## 2. Muros exteriores.

Las principales patologías encontradas en los muros son:

1. Disgregación en estado avanzado, caracterizado por la separación de gránulos o cristales, presentes en modo puntual sobre la superficie de los muros.
2. Acumulación de depósitos por lavado que se crean sobre todo en los falsos techos, o debajo de las molduras sobresalientes de los pisos que pueden penetrar en los poros del enlucido y modificar el soporte a través de la formación de costras negras.
3. Goteras causadas por efecto de la filtración de aguas presentes en modo difuso en la fachada.
4. Colonización biológica verificable a nivel macroscópico en varios puntos del edificio.
5. Formación de pátinas, musgos o moho en la superficie de los muros que se manifiesta mediante una coloración verde a la cual se adhieren polvo, tierra etc. y que en varias superficies asumen una coloración negra que causan la disgregación y la separación del enlucido. Se presenta en modo difuso en la fachada posterior.
6. Separación y caída del enlucido de los muros. Solución de continuidad entre las capas del material entre ellas mismas o respecto al sustrato presente en modo difuso en la base de la cortina de los muros.
7. Formación de soluciones de continuidad en modo puntual sobre varios elementos: Dos lesiones definitivas que se encuentran en la fachada sobre la clave de la abertura central y de aquella lateral derecha, una lesión definitiva en la pared que divide la nave lateral izquierda de la torre, una lesión en el segundo arquivitrabe del cornisamento de la torre izquierda. Las zonas del muro y las columnas de ladrillo y yeso presentan lesiones en la parte del fuste y el capitel. Las causas de estas lesiones se buscan en la naturaleza fisiológica de las estructuras y en la variación del estado tensional debido a las modificaciones aplicadas al edificio.

Por otro lado, no se incrementaron los daños en estos elementos a causa del huracán, solo el atrio sufrió algunos desperfectos por la caída de algunos elementos componentes de las torres campanario y reloj, aunque estos daños no son en ningún caso de importancia estructural.

### Causas del deterioro:

- Presencia de humedad proveniente del subsuelo.
- Condensación de aire húmedo.
- Acción eólica combinada con la lluvia.
- Contaminación atmosférica.
- Eventos sísmicos a través de los siglos.
- Falta de mantenimiento ordinario.

## 3. Interior del Templo.

Las manchas de humedad y los desconches fueron las principales afectaciones encontradas. Las pinturas murales de las columnas están dañadas por la humedad y los lienzos del artista Desangles deben someterse al proceso de restauración.

Los colgadizos de las naves laterales hacia las fachadas han sido atacados por la humedad por filtración dañando sus alfardas y tablazón y la pintura decorativa fija en esta última. Además, como ya se ha descrito anteriormente, producto del huracán, se dañó la cubierta y el revestimiento interior de la Cúpula de la nave central.

#### 4. Cubierta.

Los elementos de madera de la cubierta (tablazón, vigas perimetrales, alfardas, cerchas), presentan en su mayoría manchas de humedad, pudrición y presencia de agentes xilófagos; propiciado por el daño en las tejas que han dado paso a la filtración de aguas pluviales. Pese a esto el medio que proporciona un ambiente caluroso ha favorecido el secado de la deshumificación de la madera, y por tanto los daños no han afectado gravemente la estructura, siendo en muchos casos superficiales.



*Figura 27.2. Horcón con pérdida de sección por los agentes xilófagos, rotura y desplazamiento de tejas y fisuramiento de la estructura portante del falso techo (de izq a dcha). Fuente:OCC*

Por un lado, el deterioro de las estructuras no portantes presentan las siguientes patologías:

1. El esqueleto de madera que sostiene la falsa bóveda de la nave central presenta fracturas en los arcos transversales de sustentamiento y en la viga central longitudinal; tales hundimientos provocan la separación de sus piezas, además del peligro de caída de los elementos de cartón prensado que se le agachan.
2. Las falsas cúpulas de las naves laterales y el entablado de madera que las componen se encuentra flexionado en varios puntos, los elementos que las componen rotos o podridos, por lo que han perdido su función portante.

Por otro lado, las estructuras de madera portantes como la estructura de la cobertura no presenta particulares fenómenos de inestabilidad estática. Las infiltraciones que se encuentran en la cubierta, como los fenómenos de condensación del vapor, han favorecido la aparición de otras patologías; la elevada tasa de humedad crea un ambiente favorable para el ataque de caries y hongos, provocando una progresiva formación de colonias de parásitos xilófagos que excavan las galerías internas y superficiales, causando la reducción de la sección útil de trabajo del elemento.



Por último, no hay que olvidar las patologías causadas durante el huracán del pasado día 25 de Octubre descritas anteriormente en el apartado (1. Torres Campanario y Reloj). Además dicho ciclón produjo movimientos en las tejas criollas del templo por lo que posteriormente se decidió cambiar todas ellas.



Fig. 28. Sustitución de tejas. Fuente: Propia, M. Villanueva

#### Causas del deterioro:

- Daños en el sistema impermeabilizante de cubierta (tejas) que propiciaron la penetración de aguas pluviales.
- Mala calidad de las tejas y del mortero de unión.
- Falta de mantenimiento.
- Colonias de parásitos xilófagos

#### **2.3.1.3. Soluciones aportadas.**

Debido a los daños encontrados en las diferentes unidades de obra se definen los siguientes criterios para realizar la restauración de los mismos:

#### **Torres**

- Limpieza de los aceros de columnas y vigas de hormigón.
- Restitución de las secciones perdidas con hormigones estructurales.
- Sustitución de la carpintería en mal estado.
- Demolición de las escaleras de acceso de madera y sustitución de estas por escaleras metálicas.
- Sustitución de los elementos de la cupulina dañados por el huracán.

Para llevar a cabo estos trabajos será necesaria la ayuda de una grúa de gran envergadura por la gran altura que hay que salvar unos 33.50m.

En el momento de redacción de este proyecto, estos trabajos estaban paralizados por la falta de una maquinaria que cumpliera con las características necesarias.

### Fachadas

- Reparación de toda la decoración afectada y faltante.
- Sustitución de los bajantes de hierro por tubería plástica para impedir su oxidación.
- Reparación total de grietas y fisuras en muros, aleros y columnas.
- Desmonte y sustitución de enfoscados afectados por la humedad y aplicación de morteros especiales para proteger contra la humedad ascendente.

### Cubierta

La cubierta es combinada a dos y cuatro aguas y sobre las naves laterales es de hormigón sobre estructura de madera impermeabilizada con rasilla, las tejas criollas están corridas o partidas en más de un 40% por lo que se debe desmontar toda la cubierta para rectificar su colocación y sustituir las afectadas, las rasillas están en buen estado general aunque deben sustituirse algunas de forma puntual.

Sobre la estructura de madera se realizarán los siguientes trabajos:

- 1º. Permitir un mayor acceso al techo a fin de mejorar el mantenimiento de la estructura que actualmente es inadecuado.
- 2º. Colocar respiradores en los ambientes que permitan la circulación del aire a fin de evitar la proliferación de bacterias, caries y hongos.
- 3º. Arreglar la capa de la cubierta para evitar sucesivas infiltraciones de agua.
- 4º. Revisar todo el sistema de enganches de los elementos de la estructura del techo, reforzándolos, cuando sea necesario, con tirantes de acero que intensifiquen el número de los elementos de enganche para ganar una mayor estabilidad.
- 5º. Revisión puntual de los elementos de conexión, integrando o sustituyendo los existentes con elementos de madera similares.
- 6º. Para la situación de las “falsas bóvedas” es necesario restablecer la estructura de enganche de la estructura de madera que sujeta el artesonado de cartón presado y decorado.
- 7º. Reponer los elementos de cartón caídos.

### Templo

- Reparar tablazón de la bóveda central.
- Repellar los muros que presentan desconches y manchas producto a la humedad.
- Restauración de los elementos decorativos de yeso de la bóveda y de la pintura mural en los pilares de ladrillo.
- Pulir el suelo.
- Sustituir madera dañada en alfardas y tablazón de las naves laterales extremas.

**2.3.2. Criterios de intervención técnica sobre la Cúpula Mayor.**

Debido al comportamiento estructural de la cúpula, conformada por nervaduras de madera arriostradas por anillos de cierre/tambores perimetrales en la base y en la parte superior, elementos que le dan la rigidez necesaria a la estructura portante y que luego es recubierta con un material pétreo sobre el último tambor, se apoya la cupulina confeccionada con materiales pétreos. A continuación se determina como comenzar el diagnóstico con la siguiente secuencia:

1º. Instalación de un andamio externo de madera para el exterior, un andamio de base octogonal de 520 cm. de lado, apoyado en parte sobre la base cuadrada de la cúpula y en parte sobre la estructura adyacente al este y oeste de tal base.

Debería tener una altura de 1410 cm y seguir hasta el interior del perfil curvo de la cúpula; hacia el exterior se estrecha mediante tres “escalones” dos de 6 metros y el tercero de 3 hasta alcanzar la altura de la cupulina de la linterna.

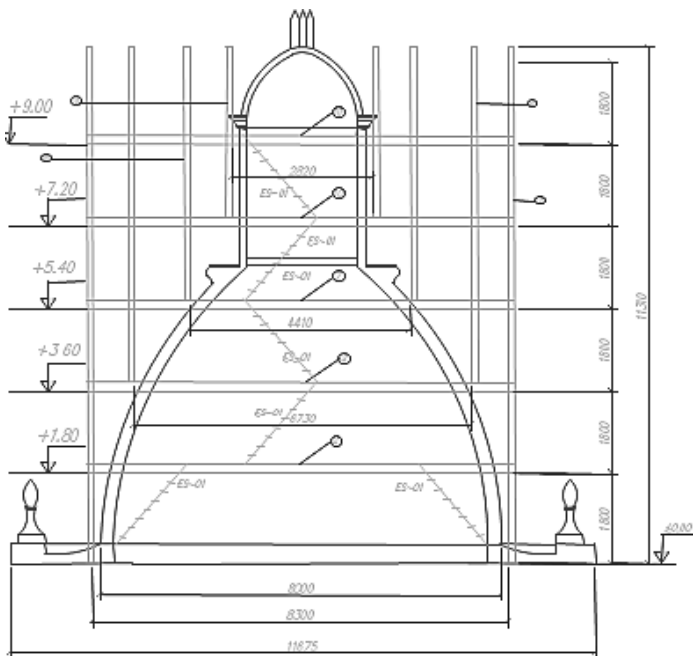


Fig.29.2. Cálculo del andamio exterior  
Fuente: OCC

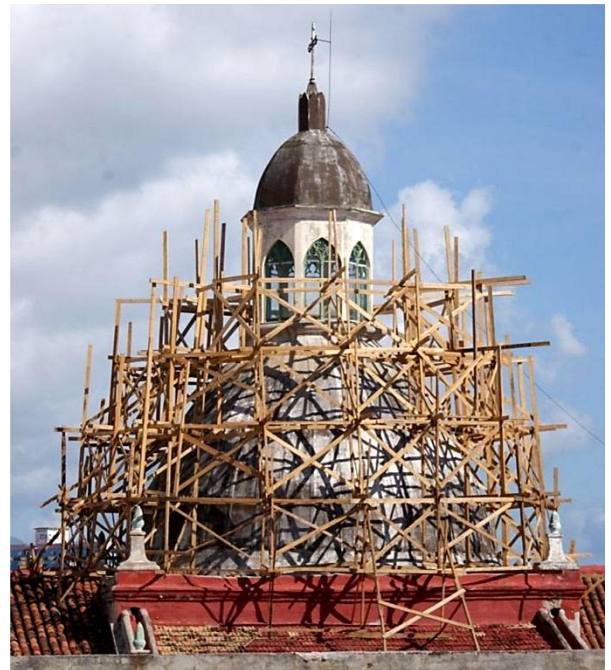


Fig.30.2. Solución adoptada para andamiaje.  
Fuente: OCC

2º. Instalación de un andamio interno de acero cincado para la parte interna un andamio de base cuadrada con un lado de 590 cm y una elevación de 21 m.

Tal estructura se divide en módulos de 200 cm de altura, de base igual a la base total, repetidos por 6 niveles hacia lo alto, hasta alcanzar el bajo de la cúpula; aquí apoyándose sobre el recreo presente, sobre los cuatro lados se dispondrá una ampliación en la planta que siga el perfil curvo de la cúpula. A la altura de la linterna, una base circular será el último nivel previsto.

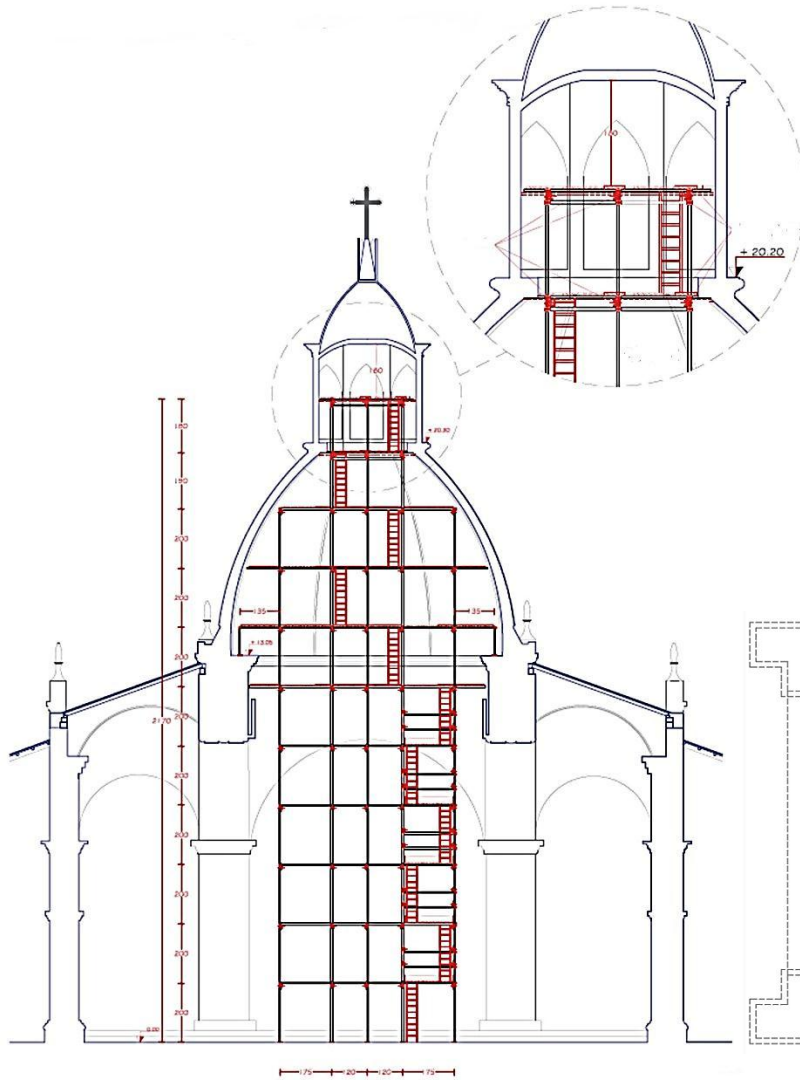


Fig.31.2. Sección longitudinal del andamio interior.  
Fuente: *Analisi della consistenza statica della Cattedrale di Santiago de Cuba*

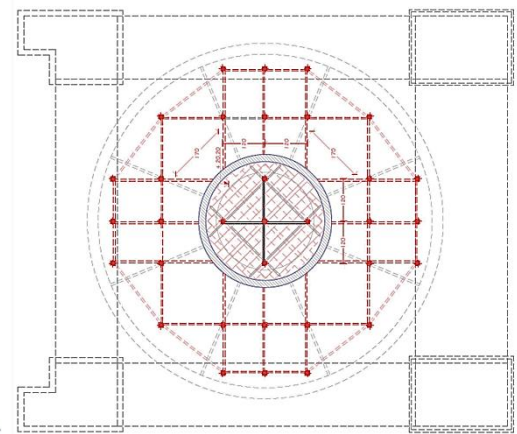


Fig.32.2. Sección transversal del andamio interior.  
Fuente: *Analisi della consistenza statica della Cattedrale di Santiago de Cuba*

La base del andamio estará apoyada sobre el nivel del pavimento de la Catedral; serán previstas soluciones adecuadas para la distribución uniforme del peso de la estructura para evitar el perjuicio de los mosaicos.

3º. Revisar el tambor inferior en busca de posibles fallos que provocarían que las nervaduras generen empujes en diferentes direcciones. Esta operación se realizará desde el interior de la cúpula para no debilitar la base del andamio exterior, para ello se repicará la capa de yeso en el interior justo sobre la cornisa perimetral en la base de la cúpula, previamente se deben haber retirado por parte de los restauradores los elementos decorativos situados en esta zona y desmontar el sistema de listones de madera que soporta el yeso para poder acceder a este elemento (tambor de madera) del cual se tomarán las medidas exactas y detectarán la ubicación de los daños para su posterior solución.

4º. Revisar el estado de las nervaduras de madera de las partes Sureste y Suroeste, la primera corresponde con la grieta sísmica (aparecida después del sismo 20/03/2010) en el mortero de recubrimiento exterior.



La segunda relacionada con los daños en la decoración interior producto de la humedad causada por las filtraciones. Para esto se retirará el mortero exterior en las secciones correspondientes de forma alterna, hasta la altura de 1.80m y luego en el resto de ellas (véase fig. 32.2.).

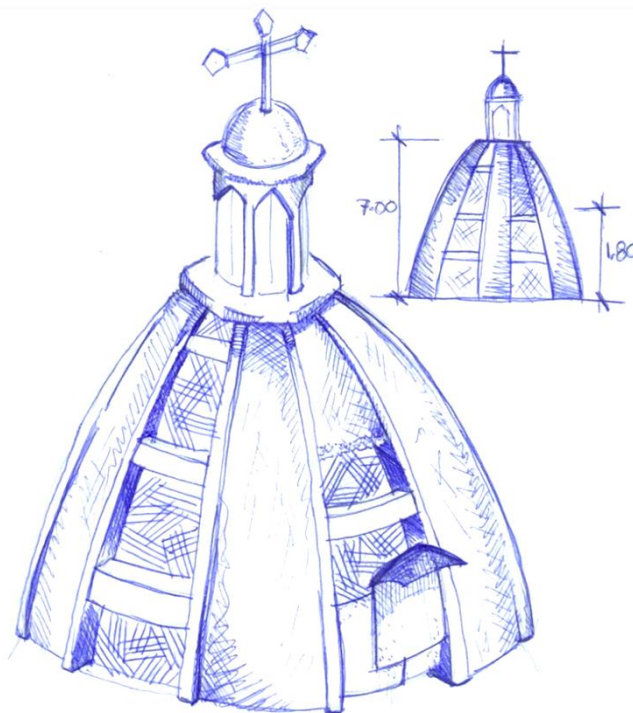


Figura 33.2. Croquis del desmonte de la Cúpula. Fuente: OCC

Posteriormente se tomarán las medidas exactas de estos elementos y ubicación de daños para su posterior solución. Luego se revisará el tambor superior por la parte exterior para detectar los posibles daños. Se sustituirán todos los elementos de madera dañados en más de un 50%, los elementos con afectaciones puntuales se les dará la solución a pie de obra ya sea ensaques o completamientos. Se recogerá toda la información en planos de detalles y daños.

Cuando se retire el mortero impermeabilizante se realizará una de las variantes de cierre provisional para proteger la estructura de la intemperie. Se recomienda el empleo de un mortero similar al existente con una armazón de malla metálica apoyado sobre las planchas de plomo existentes.

Conjuntamente con este paso se deben ir tomando, por parte de los yeseros, las muestras de los elementos decorativos existentes para ir elaborándolos para los trabajos de reposición.

Una vez asegurado el soporte de la estructura se procederá a los trabajos en el interior de la cúpula que incluyen la restauración de los elementos decorativos y la sustitución de la yesería. A medida que se retire el yeso se revisará la estructura soporte conformada por listones de madera y bambú, que se sustituirá a medida que aparezcan daños en ella. Estos trabajos se realizarán de forma ascendente, empezando por la base de la cúpula (cornisa perimetral).

5º. Revisión de los vidrios de la cupulina, al menos se retirará uno de ellos para tomar las medidas exactas y proceder a la ejecución de una de las variantes de ventilación propuestas (debe seleccionarse la más factible a ejecutar según los recursos existentes). La ejecución de este paso está en función de la disponibilidad de recursos.

6º. El muro portante sobre el arco paralelo a la calle Santo Tomas, presenta un fallo en la esquina provocado por el empleo de materiales no compatibles con los existentes. Para realizar este trabajo debe ensancharse primeramente el orificio de entrada de forma que se facilite el tránsito hacia esta zona, luego se procederá a crear una pasarela técnica cuyos detalles ejecutivos se adecuaran a las condiciones del lugar con el objetivo de crear un acceso para trabajadores y ejecutar los trabajos de fortalecimiento de este muro consistente en sustituir las piedras colocadas inadecuadamente por ladrillos los cuales se fijarán al muro del arco hacia la calle Heredia a través de anclajes metálicos.

#### **Aseguramientos para la actividad:**

- Para la actividad de ensayos de laboratorio se necesitan los siguientes instrumentos:
  - Hidroscopio (equipo capaz de determinar la humedad en la madera y otros materiales),
  - Endoscopio (equipo capaz de explorar mediante una sonda y por medio de video lugares angostos)
  - Taladro (con broca que permite la toma de testigos de los materiales a examinar).
- Para la puesta en marcha de estos equipos se requiere de una conexión a 220 Volts.
- Se requiere para el uso del Hidroscopio una batería de 9 volts.
- Para los especialistas que intervendrán en el diagnóstico se requieren los adecuados medios de protección e higiene del trabajo: Guantes, botas, casco, etc. Todos ellos se tienen para la ocasión.
- Se requiere trabajadores de la empresa constructora ERCOM como son Ayudante de construcción, Albañil y carpintero para las labores de abrir y cerrar el revestimiento de la cúpula.
- Adicionalmente se requiere de un transporte para el traslado del equipamiento desde y hacia el laboratorio.

#### **2.3.3. Diagnóstico de la Cúpula Mayor.**

Esta es, de todas las partes componentes de esta edificación, la de mayor interés por parte del equipo de proyecto, uno por sus características estructurales, proyectada completamente en madera y recubierta de fibrocemento, convirtiéndola en una construcción poco común y otra por presentar daños evidentes provocados por la falta de impermeabilizante de su exterior que dio paso a la humedad hacia su interior, evidenciado en las manchas de la yesería y los desprendimientos de su decoración, lo que nos hizo presumir afectaciones en su estructura. Por lo difícil de su acceso se proyectó por el equipo de ingenieros un sistema de andamios exteriores e interiores que nos han permitido llegar a su estructura y poder diagnosticarla, las afectaciones en la superficie de yeso y la presencia de galerías de comején, obligó a eliminar todo el recubrimiento de yeso de la cúpula para analizar sus estructura, esto permitió profundizar en el diagnóstico, poniendo al descubierto que la estructura de madera presenta daños en las nervaduras y los tambores haciendo necesaria su inmediata intervención.

A continuación se detalla un diagnóstico exhaustivo de la cúpula:

Primeramente, la realización de la inspección visual y el levantamiento fotográfico inicial evidenció la existencia de importantes daños como consecuencia de las abundantes filtraciones que se producían por la cúpula hacia el interior del templo (*véase fig. 27.3*). En el caso de la inspección técnica realizada al exterior de la cúpula, se evidenció la existencia de grietas de considerable longitud coincidentes con las nervaduras sobresalientes en la superficie de ferro cemento. Se pudo apreciar la pérdida de la adherencia y de capacidad de trabajo del material impermeabilizante que cubría la superficie exterior (*véase fig 35.2*), también desapareció completamente la pintura de terminación de color dorado.



*Figura 34.2. Fisuramiento en el recubrimiento de la cúpula. Fuente: Atlas*

Consultadas todas las partes, se decidió incidir por el interior para el desarrollo del diagnóstico, sin embargo la poca accesibilidad de las áreas dañadas y la gran altura de estas motivó el que se considerara indispensable crear las condiciones de acceso a toda la superficie de la cúpula y la cupulina tanto por su interior como por el exterior. Para cumplimentar esta decisión, vital para el diagnóstico detallado de la cúpula, se proyectaron y ejecutaron varias facilidades temporales, entre ellas:

- El apuntalamiento de los 4 arcos de asiento de la cúpula.
- La construcción de una falsa obra metálica hasta la base de la cúpula que permitiera la realización del diagnóstico y que quedará allí hasta la fase ejecutiva.
- La realización de una falsa obra exterior de madera que permitiera los trabajos de diagnóstico en la superficie externa de la cúpula y que facilitará luego los trabajos sobre la superficie exterior de ella.



*Figura 35.2. Fallos en el recubrimiento exterior. Fuente: OCC*

Se consideró no adecuado el realizar trabajos que agredieran la superficie exterior por la vulnerabilidad que se generaba ante las posibles lluvias locales. Una vez creadas las condiciones de accesibilidad se iniciaron los trabajos de diagnóstico. Estos trabajos podemos entenderlos en tres partes esenciales:

1. Levantamientos de daños de la Superficie interior de la cúpula.
2. Levantamiento de daños de la estructura de la cúpula y la cupulina.
3. Levantamiento de daños de la superficie exterior de la cúpula.

### **1. Levantamientos de daños de la Superficie interior de la cúpula.**

La observación corroboró la existencia de manchas de humedad en toda la superficie de yeso fundamentalmente hacia la parte superior próximo al lucernario así como grietas y fisuras en el mismo, se apreciaron pérdidas de elementos decorativos y fisuras en las terminaciones.

Toda la yesería (ya eliminada) se sustenta sobre soportes de fibra natural (secciones 2, 3, 4, 5 y 8) o tabletas de yeso rectangulares (secciones 1, 6 y 7), estas últimas apoyadas en bastidores de madera de secciones 0.05m x 0.05m espaciados a 0.34m y fijados a las nervaduras a través de clavos.

**Conclusiones parciales:** Todos los daños detectados están provocados por la humedad y el avance de los mismos es considerable, pasando de la superficie a los bastidores soportes de la yesería siendo las patologías más comunes las grietas, las fisuras, la pudrición parda y las manchas de humedad.

**Criterios de intervención según diagnóstico:** Debido al deterioro que presentaban los elementos decorativos de la cúpula se tomó la decisión de retirar todo el yeso existente y dejar descubierta la estructura portante lo que permitió realizar una evaluación detallada de la misma.

### **2. Levantamiento de daños de la estructura de la cúpula y la cupulina.**

Para determinar las condiciones en que se encuentra la estructura portante de madera inicialmente se descubrió la superficie de yeso hasta una altura de 1.20m respecto al tambor inferior. No siendo los resultados obtenidos suficientes para realizar un diagnóstico certero y, teniendo en consideración el grado de afectación de la superficie, se decidió la eliminación total del yeso interior, lo que permitió una visión general de la estructura portante, este proceso se llevó a cabo clasificando cada uno de los componentes decorativos desmontados y tomándose moldes de todas las piezas que conforman la decoración para su posterior reproducción.

Los trabajos previos indicados fueron:

- Disposición de medidas de protección de cubiertas, de seguridad y salud.
- Desmonte y clasificación de los angelotes decorativos y la decoración alrededor de las rejillas de ventilación.
- Almacenamiento de estas piezas para su conservación posterior y reposición.
- Toma de muestras del resto de la decoración de yeso interior para su recuperación.
- Demolición de la superficie de yeso.
- Limpieza de las nervaduras retirando los clavos incrustados en estas.
- Retirada de escombros evitando sobrecargas en el andamio.
- Aspiración y limpieza de polvo en los paramentos interiores del tambor y de los elementos de la armadura de madera.



- Inspección y análisis especializado de todos los elementos de la armadura de madera y sistemas de apoyos de la cubierta de la cúpula.

Estos trabajos permitieron realizar el levantamiento arquitectónico de la estructura de madera soporte de la cúpula, descrita en el apartado “2.2.3.2. *La Cúpula Mayor*”.

De esta forma, el tambor inferior aparece afectado por pudrición superficial en toda su longitud y en las caras que han podido ser examinadas, existiendo algunos tramos con pérdida considerable de sección y en el correspondiente a la sección 6 se evidencia un desplazamiento de la unión entre dos tramos del mismo.

Las nervaduras presentan los mismos daños del tambor inferior, aunque durante las inspecciones realizadas en la sección 1 se observó que en la cara posterior de las nervaduras en contacto con la tablazón hay pérdida de su sección de aproximadamente 5 a 10cm de profundidad, aspecto tal que incide en la resistencia de estos elementos. Las cuñas o elementos conectores entre las partes del rayo de Júpiter que conforman la unión de las nervaduras han perdido sección y por ende no poseen la capacidad de transmitir los esfuerzos necesarios que en estas uniones se generan, además de la existencia de pernos de unión con procesos altos de oxidación.

El tambor de la linterna presenta serios problemas estructurales (*véase fig 36.2*) debido al alto grado de deterioro que presentan sus partes producido por la pudrición y el ataque de insectos, localizándose en uno de sus tramos un nido de comején. Las pérdidas de secciones son considerables a lo largo de todos los anillos; también se aprecian soluciones incorrectas aplicadas en reparaciones anteriores como la presencia de morteros de hormigón rellenando oquedades en la madera. Los horcones presentan pudrición superficial y pérdida de sección de unos 0.02m en su unión con el tambor. El anillo metálico que confina las cabezas de las nervaduras aparece oxidado en varios puntos con pérdida de sección del material. El resto de la estructura portante de la linterna se encuentra en condiciones aceptables.

Por inspección visual se pudo revelar una ligera desviación de la linterna, causa ésta que puede haber dado origen a la rotura de cristales de su carpintería, igualmente se apreció la ocurrencia de asentamientos en los soportes de los aleros, estos últimos impermeabilizados con una lámina metálica, presentan una pendiente invertida que provoca la filtración del agua hacia el interior a través de los conductos de ventilación de 10mm de diámetro ubicados en su base.



Figura 36.2. Falta de conexión entre el tambor superior y las nervaduras. Fuente: Propia, M. Villanueva

Se realizó un diagnóstico detallado de las nervaduras y los tambores de la cúpula, arrojando los siguientes resultados:

Para mejor comprensión del diagnóstico explicamos el glosario de términos y los convencionalismos empleados:

**Sección:** Espacio formado por cinco nervaduras, enmarcados por elementos de madera (pino) decorados con elementos de yeso.

**Nervadura:** Elementos de madera (cedro) que conforman el esqueleto de la cúpula. Estas se confinan inferior y superiormente con dos tambores de diámetros diferentes.

**Tamos:** Partes que unidas a través de rayos de Júpiter conforman una nervadura completa.

La denominación de las caras de las nervaduras se realizó haciendo corresponder la cara frontal con la parte delantera, la cara a con el lateral izquierdo, la cara b con el lateral derecho y la cara posterior con la que apoya contra la tablazón.

Veamos el comportamiento de una sección:

#### SECCIÓN # 1

---

##### **Nervadura 1. Conformada por 2 tramos.**

Cara frontal

1. Pérdida de sección a una H= 5cm a partir de la unión con el tambor inferior.

Cara a.

- 1 Pérdida de sección a una H= 20cm a partir del tambor inferior.
2. Fenda con una L= 20cm a partir del tambor inferior.

Cara b.

1. La unión del rayo de Júpiter presenta los pernos oxidados y pérdida del taco lateral.
2. Pudrición parda generalizada.
3. Aplastamiento en los orificios de los pernos de anclaje.

Cara posterior.

1. Pérdida de sección a una H= 1.35m y una profundidad de 7cm a partir del tambor inferior.
2. El sector del tambor inferior comprendido entre las nervaduras 1 y 2 presenta pérdida de sección en una longitud L=86 cm.

##### **Nervadura 2. Conformada por 3 tramos.**

Cara frontal.

1. La unión ubicada a una H=3.21m presenta los pernos oxidados y pérdida del taco lateral.
2. Presencia de un perno pasante de  $\varnothing=3\text{cm}$  hasta la cara posterior a una h=12cm.

Cara a: 1. Fenda con una L= 57 cm y profundidad de 4 cm.

Cara b.

1. Pérdida de sección a una H=32cm y profundidad de 1 cm.
2. Fenda con una L= 62 cm que se desarrolla diagonalmente y se encuentra confinada por el perno referido en la cara frontal.

Cara posterior: 1. Pérdida de sección a una H=1.65 m y profundidad de 6 cm.

##### **Nervadura 3. Conformada por 2 tramos.**

Cara frontal.

1. Fenda con una L= 37 cm.

2. La ubicación de la unión en este elemento no ha sido precisada.

Cara a.

1. Fenda con una  $H= 53$  cm y profundidad de 1.5 cm.

2. Pudrición superficial.

Cara b. Aceptable.

Cara posterior.

1. Pudrición superficial discontinua  $H=2.15$ m con profundidad variable (1- 1.5cm) y textura esponjosa.

#### **Nervadura 4. Conformada por 3 tramos.**

Cara frontal.

1. Pérdida de sección  $H= 22$  cm y profundidad de 3 cm.

2. La unión se ubica a  $H=2.94$ m a partir del tambor inferior.

Cara a: Fenda de  $L= 40$  cm y profundidad de 1 cm.

Cara b: Fenda de  $L= 1.15$  cm y profundidad de 1 cm.

Cara posterior: Pérdida de sección discontinua, severa a  $H=1.04$  m del arranque con profundidad variable 1- 1.5cm.

#### **Nervadura 5. Conformada por 3 tramos.**

Sustitución total estado crítico.

Notas generales Sección # 1:

---

- Los sectores del tambor inferior comprendidos en esta lonja presentan pérdida de sección en la zona de unión con las nervaduras y en la cara posterior con una profundidad que oscila entre los 5- 8 cm.
- Presencia de galerías externas en la primera parte del tercio inferior.
- Múltiples perforaciones de elementos de sujeción (clavos) las cuales deben ser tratadas en aras de fortalecer esta área del elemento.

Con este mismo sistema se examinaron las otras 7 secciones restantes, completando las 40 nervaduras que componen la estructura de la cúpula. Como consecuencia de ello se arrojaron los siguientes resultados:

Las nervaduras que conforman la estructura de la cúpula presenta daños (*véase fig. 37.2*) asociados a: antigüedad, intervenciones inadecuadas, eventos naturales y falta de mantenimiento, siendo los más frecuentes:

- Pérdida de sección por pudrición de las nervaduras y el tambor en las áreas de contacto entre ellos por concentración de la humedad.
- Presencia de la pudrición parda superficial en las caras de todos los elementos estructurales.
- Presencia de galerías externas provenientes de los elementos decorativos de yeso colocados como bastidor en la última restauración.
- Presencia de fendas y grietas de aberturas variables.

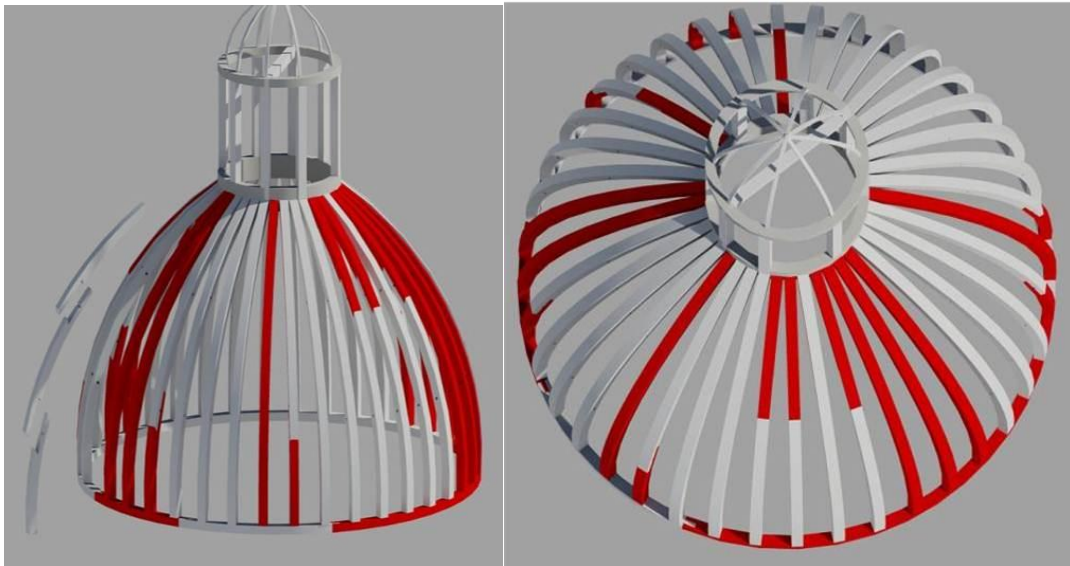


Fig 37.2. Esquema de las nervaduras afectadas. Fuente: OCC.

### **3. Levantamiento de daños de superficie exterior de la cúpula.**

Realizando inspección visual por el exterior, se detectó una grieta en el ferrocemento; que se desarrolla paralela a la altura de la cúpula; localizada hacia el sureste con un ancho de 0.05m y más de 2.00m de altura, la cual fue observada tras el evento sísmico ocurrido en marzo del 2010, localizándose además redes de micro fisuras en dicho material; el impermeabilizante se encuentra en mal estado con desgaste general, pudrición de forma general de la fibra sintética de refuerzo. Esto hace que las aguas, en lugar de correr por la superficie, penetren a través de estas oquedades y quede retenida entre el impermeabilizante y el ferrocemento pasando luego al interior del templo a través de las fisuras y grietas. Se hizo evidente que por debajo de la superficie de ferrocemento existen 3 capas de láminas de plomo de un milímetro de espesor cada una, claveteadas a una tablazón que conforma toda la parte superior de la cúpula. La tablazón, apoyada en las nervaduras, ocupa un área de 250m<sup>2</sup> y está afectada en un 80% por pudrición parda.



Fig 38.2. Daños superficiales en el exterior de la cúpula. Fuente: OCC

**Conclusiones parciales:** Se pudo constatar que en la superficie exterior de la cúpula los daños están asociados a:

- Falta de mantenimiento.
- Rigidez del material impermeabilizante (presencia de microfisuras)
- Eventos naturales (sismos).



### **2.3.5. Soluciones aportadas.**

#### Operaciones iniciales:

- 1º Sacar la plantilla de las molduras de la base de la cupulina por el exterior antes de comenzar las demoliciones.
- 2º Desmontar partidores de ventanas.
- 3º Desmontar vidrios de la cupulina de 0.50 x 2.20m.
- 4º. Se procede con un martillo o con un cincel (evitando vibraciones automáticas en la estructura) a la destitución de la red impermeable, de la capa de conglomerado y de las placas de plomo que se encuentran en mal estado o en fase de desprendimiento.
- 5º. Revisión puntual de los elementos internos de conexión, integrando o sustituyendo los presentes utilizando la técnica de conectores en fibra de carbono o metálicos y resinas epoxídicas.

#### Para el tratamiento de las grietas:

- 6º. Colocar inyectores (de un diámetro de 8-9 cm) fijándolos al cemento con resina epoxídica como adhesivos estructurales, también puede ser utilizada para cerrar superficialmente las grietas.
- 7º. Esperar el secado de la resina para proceder a la limpieza con aire interior.
- 8º. Para cerrar y reforzar la estructura verter resina epoxídica con una consistencia fluida.

#### Para la restauración de la malla estructural:

- 9º. Restablecer el estrato de la cobertura en plomo, cobre o zinc para evitar filtraciones de agua de lluvia de la cobertura.
- 10º. Regularizar la superficie aplicando hormigón armado reforzado con fibras, aligerado y transpirable, de alta resistencia mecánica resistente al sulfato y al carbonato con espesor de 1-3 cm.
- 11º. Para evitar la condensación del vapor de agua se insertarán tomas de aire adecuadas tanto en número como en tamaño en diferentes partes de la cúpula.

#### Criterios de intervención según diagnóstico:

La diferencia entre los materiales exterior e interior provoca que ante eventos sísmicos la estructura no se comporte de forma integral; la rigidez de la capa de ferro cemento ha provocado la aparición de micro fisuras y grietas, asimismo, el impermeabilizante seleccionado no ha sido el adecuado (malla de fibra con pintura impermeabilizante) debido a los fuertes cambios de temperatura a que está sometido.

Se propone por tanto:

- La eliminación de la superficie de ferrocemento, así como de las láminas de plomo.
- La sustitución total de las piezas de madera que conforman la tablazón.

- Sustituir el ferro cemento actual por un material de tecnología no tradicional y que presente características elásticas.
- Colocar un impermeabilizante

Para el reforzamiento estructural:

9º. Para preparar adecuadamente la estructura para ser tratada con los conectores en fibra de carbono, se aplica una inyección de resina epoxídica.

10º. Reparación de las nervaduras. Ensaques, sustituciones, completamientos.

Criterios de intervención según diagnóstico:

Por el estado crítico que presentan las nervaduras 5, 6,25, 30, 31, 32 y 40 se propone la sustitución total de las mismas. Por la misma razón se propone la sustitución total de los tramos inferiores de las nervaduras 4, 10, 13, 14, 24, 26 y 39 y de los tramos superiores de las nervaduras 10, 15, 33, 35 y 36.

Por pérdida de sección de más de 10cm, pudrición con penetración profunda y aplastamiento de la madera, todo provocado por la humedad; se propone la sustitución total de los tramos del tambor inferior comprendidos entre las nervaduras 1 y 2 y el comprendido entre las nervaduras 26 a la 37, debe sustituirse también el tramo correspondiente entre las nervaduras 4 y 6 por ser una intervención realizada con mortero de hormigón.

En el resto de las nervaduras se limpiara su superficie hasta llegar a las partes no dañadas por la pudrición y se aplicarán resinas epoxis para completar y reforzar las superficies, el mismo procedimiento se empleará para las pérdidas de sección menores a 3cm. Las oquedades generadas por los clavos se rellenarán con masilla. Las fendas se inyectarán con resinas para restituir la continuidad de la madera.

12º. Tratamiento insecticida a la madera.

13º. Como refuerzo tanto en la parte superior como inferior, colocar fibra de carbono de tejido uniaxial, impregnada en resina epoxídica para el absorbimiento de las tensiones de tracción.

14º. Aplicar una capa de resina epoxídica para el reforzamiento estructural, aplicada como una segunda mano de enlucido.

Para la sustitución de elementos decorativos (Por el interior):

15º. Colocación de bastidor de madera de cedro para colocación de yeso de terminación.

16º. Colocación de yeso de terminación.

17º. Colocación de elementos decorativos.

18º. Colocación de partidores de madera: 0.25 x 0.10 x 7.50m

19º. Colocación de molduras y elementos decorativos.

20º. Montaje de angelotes.

Para proteger e impermeabilizar:

21º. Aplicar dos estratos de malta bi-componente elástica transpirable e impermeable, resistente al sulfato y al carbono con un espesor máximo de 2 mm, que permita un revestimiento impermeable y protector con una alta flexibilidad.

22º. El primer estrato, todavía fresco, se arma con una red en fibra de vidrio de malla cuadrada, adecuada para los trabajos con refuerzos epoxídicos.

23º. Una vez seco el estrato aplicar una segunda mano.



*Fig.39.2. Trabajos de reconstrucción del andamiaje de la Cúpula. Fuente: Propia, M. Villanueva.*

Otra opción que se manejaba durante la redacción de esta tesis era la de colocar una cúpula de cobre. Este elemento rigidizaría la cúpula y a su vez le daría mayor durabilidad ya que la solución de una malla impermeable ha provocado una restauración constante ya que el calor al que está sometido el elemento lo cuartea.

Finalmente sería importante añadir que durante el huracán del pasado 25 de Octubre de 2012 todo el sistema de andamiaje exterior de la cúpula mayor fue destruido (véase fig. x) por lo cual se optó por volverlo a construir con la mayor celeridad posible a fin de agilizar los trabajos, ya que este elemento era la única vía de acceso al exterior de la Cúpula.

### **2.3.3. Conclusión del Diagnóstico.**

La Iglesia Catedral no presenta afectaciones serias en su estructura portante a excepción de la cúpula mayor, cuyos elementos estructurales se encuentran dañados por las filtraciones, pero que no sufren peligro de fallo aunque debe accionarse sobre ellos de forma rápida para detener el avance de las afectaciones. De forma general tiene un comportamiento estructural estable con daños puntuales en los elementos de madera atacados por insectos y hongos, afectaciones generales de los elementos decorativos que deben reponerse en casi su totalidad, se propone la sustitución del mortero de fachada e interiores por presentar desconches, abofados y manchas de humedad generalizadas.

Se resume que la humedad es la afectación predominante en toda la edificación, evidenciándose fundamentalmente en los elementos de madera y los muros. De esto se deriva que las primeras tareas serán de reparación de la impermeabilización de la cubierta para luego pasar a la fase de restauración.

No se prevé la construcción de nuevos locales, ni el cambio de uso de los existentes por lo que los trabajos a realizar serán encaminados a la restauración de los elementos de la edificación, con el objetivo de devolver el esplendor y los valores de este importante inmueble. La cúpula requiere acciones inmediatas para su restauración para detener el avance del deterioro existente y preservar la autenticidad de la misma.







## Capítulo 3

### Gestión integral de la Cúpula Mayor

#### 1.2. Aplicación de la metodología Lean Construction en obras de restauración

Es necesario realizar un breve resumen acerca del método de trabajo que se tiene por objeto aplicar en las fases de proyecto y ejecución sobre la cúpula mayor de la Santa Basílica Metropolitana Catedral de Santiago de Cuba (Cuba).

**PLANIFICACIÓN.**

Para comenzar las labores de planificación es necesario tener un punto de partida y conocer un horizonte temporal que nos marque las fechas límites.

En nuestro caso, siguiendo el esquema de trabajo planteado en la introducción de este trabajo, se realizará la planificación una vez estudiado el edificio y realizado un diagnóstico exhaustivo para posteriormente poder realizar una programación lo más fiel posible a la realidad.

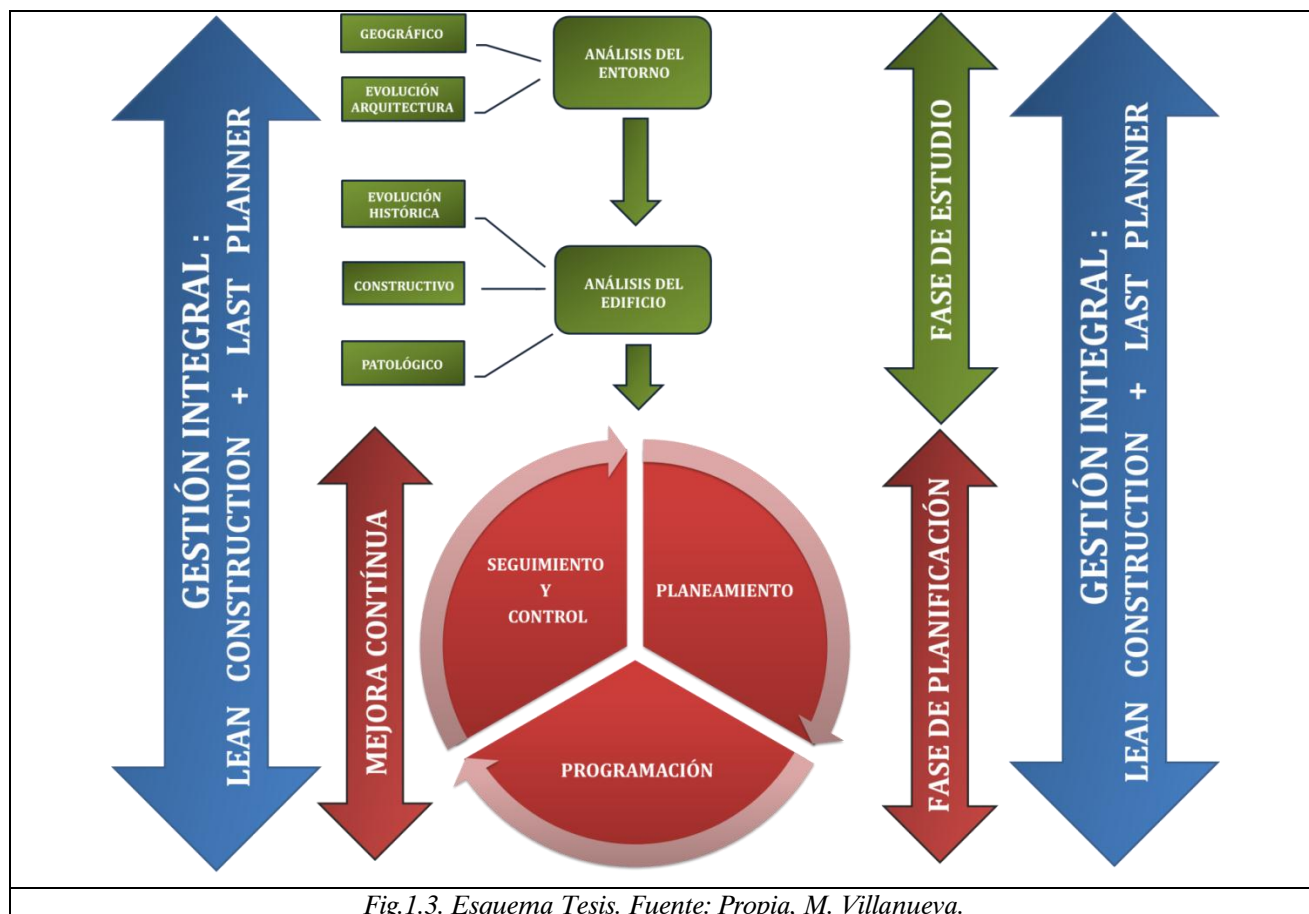


Fig.1.3. Esquema Tesis. Fuente: Propia, M. Villanueva.

Como ya vimos en el apartado “2.3. Estudio patológico. Motivos de la intervención” fue necesaria la eliminación de algunos elementos decorativos en interior de la cúpula para poder realizar un diagnóstico lo más completo posible por lo que en el momento de redacción de este trabajo, la estructura interna de la cúpula se encontraba sin decoración interior (véase fig. 2.3). Del mismo modo, ya existía un andamiaje interior que daba acceso a dicho lugar disponiendo de una plataforma de trabajo a 12.00m de altura.

De esta forma, la planificación desarrollada tomará como punto de partida el estado en el que se encontraba el templo en Enero 2013 teniendo como fecha máxima de entrega el 3er trimestre del año 2014. Dicha fecha es muy relevante para la ciudad ya que en el año 2015 es el 500 Aniversario de la fundación de la ciudad de Santiago de Cuba, por lo que no se pueden demorar los trabajos bajo ningún concepto. En el caso de que se retrasara la obra se incrementaría el número de trabajadores y los turnos.



*Fig.2.3. Vista interior de la cúpula. Preparativos para diagnóstico. Fuente: OCC.*

Igualmente, existía un andamiaje exterior de madera pero que a causa del huracán Sandy se tuvo que reconstruir de nuevo. Dicho andamiaje se comenzó a realizar en Febrero 2013 por lo que entra dentro de la planificación objeto de este trabajo.

Además, al realizar el diagnóstico se hizo una medición exhaustiva de todos los elementos por lo que durante se comenzaron a realizar las piezas de madera con antelación al comienzo de los trabajos.





## Capítulo 4

### Conclusiones Técnicas y Formales



## Capítulo 5

### Conclusiones Personales y Agradecimientos



## Capítulo 6

### Índice de Tablas y Figuras

#### Tablas

T.1

#### Figuras

*Nota:* La nomenclatura de cada figura viene determinada por su el número de la figura en primer lugar y después el capítulo dentro del cual se encuentra. Es decir, la primera figura sería la fig.1 del capítulo 1 y así sucesivamente.

**Fig.1.1. Ubicación geográfica de Cuba ..... 4**





# Capítulo 8

## Bibliografía

### Capítulo 1. La ciudad de Santiago de Cuba

- [Hicuba.com/geografia](http://Hicuba.com/geografia)
- Garrigós Castelló, Sonia; Santamaría Carrecedo, Joan y Solano Sanchez, Noelia. **Estudio Urbanístico y Arquitectónico. Trabajo final de carrera.**
- Bacardí Moreau, Emilio. **Crónicas de Santiago de Cuba.** *Tipografía Arroyo Hermanos, Santiago de Cuba, 1924.*
- López Civeira, Francisca; Loyola Vega, Oscar; Silva León, Arnaldo. **Cuba y su historia.** Editorial gente nueva. 2ª edición. 2005.
- Colectivo de autores. **Guía de Arquitectura, Oriente de Cuba.** *Coordinación: Oficina del Conservador de Santiago de Cuba, Asamblea Provincial del Poder Popular de Santiago de Cuba. Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía (Consejería de Obras Públicas y Transportes y la Dirección General de Arquitectura y Vivienda), 2002.*
- Rodríguez Valdés, Roberto; Bárzana Rodríguez, Noemi; Morcate Labrada, Flora; Lopez Rodríguez, Omar. **Apuntes sobre la Arquitectura Santiaguera.** *Dibujos de Roberto Rodríguez Valdés. Santiago de Cuba, Cuba. 2003.*

### Capítulo 2. La Catedral como elemento monumental

- **Base de datos de la Oficina del Conservador de la Ciudad.** Documentación aportada por los técnicos del Departamento de Ingeniería (el Arquitecto Eisman Lacasse Mauri y la Ingeniero Civil Agustina Danger Cobas).
- Lopez Rodríguez, Omar. **Santa Basílica Metropolitana Iglesia Catedral de Santiago de Cuba. Motivaciones y consecuencias de su evolución estético-formal.** *Conferencia. 2011.*
- Contreras Badía, Luis. **Balconajes leñosos del Santiago Colonial.** *Trabajo final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia – Universidad de Oriente. 2011.*
- Perria, Elena y Cherici, Martina. **Atlas del Patrimonio Arquitectónico y cultural del casco histórico de Santiago de Cuba.** *Edizione Medina. Octubre 2011.*



- Perria, Elena. **Analisi della consistenza statica della Cattedrale di Santiago de Cuba. Progetto di cooperazione internazionale.** *Trabajo final de carrera. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Architettura. 2011.*
- **Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.**

### Capítulo 3. Gestión integral de la Cúpula Mayor

- **Base de datos de la Oficina del Conservador de la Ciudad.** Documentación aportada por los técnicos del Departamento de Ingeniería (Arq. Eisman Lacasse Mauri e Ing. Civil Agustina Danger Cobas).
- **Base de datos de la empresa constructora Ercom.** Documentación aportada por los técnicos obra.
- Koskela, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Technical Report No. 72, Stanford, CIFE, Stanford University. 1992. *Doctorated Thesis.*
- Koskela, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Espoo: Thecnical Reseach Centre of Finland. VTT Publications, 2000. *Thesis.*
- Glenn Ballard, Herman. **The last Planner System of production control.** A thesis submitted to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham for the degree of Doctor of Philosophy. 2000.
- Rodríguez Fernández, Antonio; Alarcón Cárdenas, Luis Fernando; Pellicer Armiñana, Eugenio. **The management of the construction project from the perspective of the last planner.** *Revista de Obras Públicas nº 3.518. Año 158. Febrero 2011. ISSN: 0034-8619. ISSN electrónico: 1695-4408.*
- Gosálvez Botella, Vicent. **Cultura Lean Construction: Clave de la mejora competitiva,** Tesis de Máster en Edificación, especialidad en Gestión de la Edificación) de la Universidad Politécnica de Valencia, *Septiembre 2010.*
- O. Salem; J. Solomon; A. Genaidy; and I. Minkarah, **Lean Construction: From Theory to Implementation.** *Journal of Management in Engineering © ASCE / October 2006.*