

*Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Técnicas*



**SOLUCIÓN CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS TÉCNICO Y AMBIENTAL  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS ALTOS EN LA PENÍNSULA  
DE HICACOS**

**Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil**

**Autor: Luis David Lluis Troncoso**

**Tutor: MSc. Ing. Manuel Pedroso Martínez**

*Matanzas, 2019*

## DEDICATORIA

A mi madre, que es lo más grande que tengo en la vida.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por todo el amor, por ser en todo momento mi guía, ejemplo, refugio y consuelo y gracias a ellos estoy hoy donde estoy,

A mi hermano, por siempre estar ahí,

A mi abuela Diana, por todo su cariño y apoyo, te quiero mami

A mi tía Ana Esther por todo el apoyo que me ha brindado,

A mi prima Brenda, la hermana que nunca tuve, (love you to the moon and back),

A mi familia, por su apoyo,

A mi tutor, Manuel Pedroso Martínez, por su entrega, paciencia y dedicación,

A mis amigos de toda la vida: Graciela, Karla, Betsy, Lorena, Gaby, Wendy, Liz, Lais, Cesar, Julio, Giselle, Luis Miguel, Anisley,

A todos mis amigos y compañeros de aula, pero especialmente a: José Alberto (Papo), Jorge Luis Molina, Julio César, que son más que amigos, hermanos,

A Denise Julien por toda la ayuda y el apoyo,

A todos mis profesores,

A Ofelia Herrera Otero por su apoyo durante todos los años de la carrera,

A Pedro Luis García Vega por todo su apoyo para la realización de esta investigación y entidades involucradas en el desarrollo de la misma,

A todas las personas que de una forma u otra han contribuido a que llegue este momento a mi vida,

GRACIAS.

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Luis David Lluís Troncoso, por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

Y para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

---

Firma del autor

Luis David Lluís Troncoso

---

Firma del tutor

MSc. Ing. Manuel Pedroso Martínez

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Miembros del Tribunal:

---

Presidente

---

Secretario

---

Yo

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general proponer el análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en el sector Kawama en la Península de Hicacos. Primeramente, se hace una explicación sobre cómo estos surgen en el mundo, su evolución y las ventajas y desventajas de este tipo de construcción, así como caracterizarlos en Cuba, en Matanzas y en Varadero. A partir de las ordenanzas planteadas por el Plan de Ordenamiento Territorial de Varadero para la construcción en el Polo turístico, el sector Kawama es caracterizado como uno de los más pobres en lo que a cantidad de habitaciones se refiere. Por tanto, a la idea de que un edificio alto solucionaría este problema y después de que encuestas realizadas a expertos que laboran en la zona, arrojaran como resultado que los principales problemas que traería consigo este tipo de edificaciones serían técnicos, ambientales y económicos, el autor considera que es necesario estudiar la viabilidad técnica y ambiental de la construcción del mismo en la zona. Se elabora una propuesta de solución conceptual del análisis técnico y ambiental donde para llegar a la conclusión de que si se tienen en cuenta estos elementos sería viable desde este punto de vista, este tipo de construcciones en la zona, y solucionar así uno de los problemas que presenta Varadero en la actualidad que es la escasez de suelo para sus instalaciones turísticas.

**Palabras claves:** edificios altos; medio ambiente; análisis técnico; impacto.

## **ABSTRACT**

The present investigation has as general objective to propose the technical and environmental analysis for high buildings in the Kawama sector in the Hicacos Peninsula. Firstly, an explanation is given about how high-rise buildings arise in the world, their evolution and the advantages and disadvantages of this type of construction, as well as to characterize this type of buildings in Cuba, Matanzas and Varadero. It takes into account the ordinances proposed by the Territorial Planning Plan of Varadero for construction in the tourist pole, characterizing the Kawama sector as one of the poorest in terms of number of rooms. Therefore, to the idea that a tall building would solve this problem and after surveys conducted by experts working in the area will show that the main problems that this type of buildings would bring would be environmental, economic and technicians, the author considers it is necessary to study the technical and environmental viability of its construction in the area. A proposal of a conceptual solution of the technical and environmental analysis is elaborated, where it was concluded that if these elements are taken into account it would be viable from this point of view, this type of constructions in the area, thus solving one of the problems that Varadero currently presents, the lack of land for its tourist facilities.

**Keywords:** tall buildings; environment; technical analysis; impact.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	1
Capítulo 1 Estado del arte de la construcción de edificios altos.....	7
1.1. Definiciones de edificios altos .....	7
1.1.1 Razón de ser de los edificios de gran altura .....	9
1.2- Reseña histórica de la construcción de edificios altos.....	11
1.2.1-En el mundo.....	11
1.2.2-En Cuba .....	14
1.2.3-En Matanzas .....	16
1.2.4 En Varadero .....	17
1.2.5 Sectores de Varadero según el Plan de Ordenamiento territorial 2013 .....	18
1.3-Análisis de los elementos técnicos a tener en cuenta en la construcción de edificios altos .....	21
1.4-Generalidades sobre análisis ambiental en las construcciones. ....	25
1.4.1 Regulaciones de Cuba en lo que respecta al cuidado del medio ambiente .....	27
Capítulo 2 Materiales y métodos .....	33
2.1 Características del sector Kawama .....	33
2.2 Generalidades. Ubicación Geográfica .....	37
2.3 Características geológicas, hidrología, hidrogeología y geomorfología. Procesos físico-geológicos. Tectónica. Sismicidad. ....	38
2.3.1 Hidrología e Hidrogeología .....	39
2.3.2 Geomorfología y procesos físicos-geológicos.....	39
2.3.3 Tectónica.....	39
2.3.4 Sismicidad.....	40
2.3.5 Características ingeniero-geológicas .....	40
2.3.6 Condiciones de cimentación .....	42
2.4 Características según el Plan de Ordenamiento territorial de Varadero 2013 .....	42
2.4.1 Características de la playa que influyen en la calidad para el desarrollo de las habitaciones hoteleras .....	44
2.4.2 Desastres naturales y tecnológicos.....	45
2.4.3 Peligros Hidrometeorológicos .....	46
2.4.4 Impactos previstos por el ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100.....	47
2.4.5 Espacios para Parqueos.....	48
2.4.6 Instalaciones.....	49
2.5 Propuesta del plan de Ordenamiento territorial 2018 para el sector de planeamiento Kawama .....	50
2.6 Análisis de las encuestas .....	51
Conclusiones parciales.....	57
Capítulo 3 Análisis de los Resultados.....	58
3.1 Propósito del capítulo .....	58
3.2 Propuesta de solución conceptual del análisis técnico.....	58
3.2.1 Cimentación .....	59
3.2.2 Estructura resistente al viento .....	60
3.2.3 Instalaciones.....	64

3.3 Propuesta de solución conceptual del análisis ambiental .....	72
Conclusiones Parciales.....	81
Conclusiones .....	83
Recomendaciones .....	84
Referencias Bibliográficas .....	85
Anexos .....	91
Anexo 1: Zonas, áreas y lugares priorizados: .....	91
Anexo 2: Encuesta realizada.....	92

## INTRODUCCIÓN

Las construcciones de gran altura siempre estuvieron latentes a lo largo de la historia de la humanidad, reflejadas en la arquitectura de los más ambiciosos e imaginativos proyectos nunca construidos, y en menor medida, pero en un volumen considerablemente elevado, también en la arquitectura realmente construida. La escasez de terrenos y el elevado coste de éstos en las grandes ciudades hacen que se construyan edificios de gran altura donde se desarrollan distintas actividades (hoteles, apartamentos, oficinas, hospitales y otros). Estos edificios presentan usos diferentes, pero una característica común: su desarrollo en vertical.

Creados en Chicago (Estados Unidos), y perfeccionados en Nueva York, los edificios altos fueron una creación estructural que revolucionó el panorama urbano de los últimos cien años, y hoy día son un símbolo de modernidad en todo el mundo. El elemento principal que permitió su desarrollo fue el ascensor, si bien otros avances técnicos posibilitaron el progresivo aumento de altura. Entre ellos destacan el acero, el hormigón armado de alta resistencia, el vidrio, y la bomba hidráulica.

La principal ventaja de los edificios altos es la de obtener una gran cantidad de superficie útil en un espacio de suelo reducido. Este suele ser el motivo por el que los promotores inmobiliarios deciden emprender este tipo de obras, ya que la posibilidad de vender, alquilar una gran cantidad de viviendas, habitaciones e instalaciones hoteleras u oficinas suele compensar el enorme costo de construir estos edificios. Pero existen también inconvenientes: la alta concentración de población que suponen los rascacielos exigen grandes inversiones en infraestructuras de transporte, instalaciones de suministro de agua, electricidad, comunicaciones, saneamiento, cimentaciones etc.

En Cuba, después de la caída del campo socialista, se comenzó a considerar el turismo como una alternativa importante para la recuperación de la economía; lo que condicionó la implementación de políticas en función del desarrollo del mismo. Para llevar a cabo este proyecto fue necesario impulsar la construcción de nuevas capacidades hoteleras e infraestructura turística. La construcción de nuevas instalaciones hoteleras en los

principales destinos turísticos del país ha sido uno de los principales objetivos para solucionar el déficit de habitaciones en correspondencia con el arribo de más turistas cada año. Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario efectuar un acelerado proceso de construcción de nuevas capacidades hoteleras e infraestructura turística. En nuestro país, este vertiginoso proceso de ocupación del suelo para uso turístico se ha realizado de manera planificada y responsable; lo cual no impide que se hayan cometido algunos errores que, en ocasiones, han causado perjuicios más o menos irreversibles **al medio ambiente** y a la sociedad en general. El organismo rector en esta planificación ha sido el Instituto de Planificación Física (IPF), en conjunto con sus departamentos provinciales (DPPF) y municipales.

El medio ambiente constituye la materia prima para el desarrollo del sector turístico y la excepcionalidad de la naturaleza cubana ofrece la posibilidad de potenciar un producto turístico de grandes atractivos para el mercado mundial, pero precisamente, esa excepcionalidad prevalecerá en la medida en que los recursos humanos del sector turístico posean la capacidad de conjugar el desarrollo de este con la preservación del medio ambiente.

El polo turístico de Varadero tiene un alto grado de consolidación urbana, ha entrado en una etapa de madurez como destino turístico y hay indicadores que apuntan a que, a corto o medio plazo, entrará en una fase de estancamiento (González et al., 2014). En este contexto, el análisis y diagnóstico de la ocupación del suelo es fundamental para la detección de las debilidades y la propuesta de medidas correctoras. La gran mayoría de los Hoteles de Varadero no poseen gran altura y ocupan grandes extensiones de suelo. La construcción más alta será el nuevo hotel Las Nubes que se encuentra en fase de movimiento de tierra y constará con 24 pisos.

Claro está que un edificio alto solucionaría el déficit habitacional existe en Varadero, pero la construcción de estos tiene que traer consigo el cuidado y protección medioambiental en aras de lograr que el turista quiera regresar por lo atractivo de lo natural, razón para establecer en el trabajo diario del personal del turismo la gestión medioambiental.

La clave de esta investigación es analizar la ejecución de un edificio de gran altura en la Península de Hicacos, para lo cual es necesario conjugar múltiples factores entre los cuales se destacan: lo legal, lo ambiental, el entorno, el desarrollo urbanístico y lo financiero que integra la organización, lo técnico y el mercadeo, de ahí que la **situación problemática** sea: debido a que el uso del suelo para actividades de construcción de instalaciones hoteleras en la península de Hicacos es cada vez más reducido , los edificios altos constituyen una alternativa y la futura proyección en la misma por lo que se hace necesario analizar técnicamente los elementos a tener en cuenta para los mismos además del impacto ambiental que estos producirían ,para así determinar si valdría la pena la construcción de este tipo de inmuebles.

Por lo anteriormente planteado se propone como **problema científico**: ¿Desde la variable técnico y ambiental, serían viables las construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos?

#### **Hipótesis:**

Si se identifican las buenas prácticas del procedimiento del análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos se contribuirá a la construcción de los mismos en Cuba.

De ahí entonces que se propone como **objetivo general**:

- Proponer el análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en el sector Kawama en la Península de Hicacos

Para dar respuesta al objetivo general de la investigación se han trazado los siguientes **objetivos específicos**:

- Elaborar el marco teórico referencial de la investigación, respaldado por la consulta de literatura nacional e internacional actualizada sobre el tema de investigación objeto de estudio.
- Caracterizar los parámetros a tener en cuenta para el análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos

- Elaborar una propuesta de solución conceptual del análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en el sector Kawama en la Península de Hicacos

### **Tareas de Investigación:**

- Elaboración de un marco teórico referencial de la investigación, respaldado por la consulta de literatura nacional e internacional actualizada sobre el tema de investigación objeto de estudio.
- Caracterización de los parámetros a tener en cuenta para el análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos
- Elaboración de una propuesta de solución conceptual del análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos

**Los métodos empleados para el desarrollo de esta investigación se presentan a continuación,**

### **de nivel teórico:**

- Histórico-lógico que permitió recorrer los antecedentes hasta llegar a la situación actual del objeto de estudio
- Análisis-síntesis que posibilitó la interpretación conceptual de los datos e información de las investigaciones utilizadas
- Inducción-deducción que viabilizó la conformación empírica de la hipótesis que se tuvo en cuenta durante el desarrollo de la investigación
- Método de Inferencia de datos para la búsqueda y selección investigativa de documentos, información y datos de archivos en los centros de Información Científico Técnica

### **de nivel empíricos:**

- Entrevistas y encuestas que permitieron conocer la opinión sobre el tema de estudio de algunos profesionales del sector

Los métodos empleados resultaron decisivos en el análisis y empleo de las diversas fuentes de información consultadas e investigaciones efectuadas por diferentes entidades

y las propias, en el procesamiento de los datos, el conocimiento y aplicación de los procesos de control técnico de las obras de Ingeniería, así como del acatamiento de las normativas cubanas vigentes, seguido de la correcta interpretación del estado del arte estudiado.

Con el cumplimiento de los objetivos planteados se espera los siguientes **aportes científicos**:

**Aporte teórico:** Se dispondrá de una bibliografía en lo que a construcción de edificios altos responde que podrá ser consultado por cualquiera que quiera indagar sobre el tema.

**Aporte social:** La propuesta va a facilitar que se realicen investigaciones posteriores en relación al tema y que se ponga y que se implemente en la realidad para facilitar y agilizar los proyectos que se lleven a cabo y esto permitirá el ulterior desarrollo del país.

**Aporte docente-metodológico:** Contribuir a enriquecer la bibliografía sobre el tema y que, a la vez sirva como base para su continuación en trabajos posteriores sobre esta temática en Cuba.

La **novedad científica** de la investigación en este sentido radica en:

Se han realizado estudios de viabilidad a las edificaciones que se han ejecutado, pero se carece de un análisis técnico y ambiental para la construcción de edificios altos.

#### **Estructura de la tesis:**

La tesis está estructurada de la manera siguiente: resumen, introducción (donde se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema científico a resolver, así como los objetivos a alcanzar con el presente trabajo de diploma), tres capítulos:

**Capítulo 1:** se realiza investigación acerca del estado del arte de las construcciones de edificios altos y de los impactos medioambientales que traen consigo la construcción de dichos edificios

**Capítulo 2:** se diagnostica la zona de estudio de la propuesta de emplazamiento del edificio, las isletas de Kawama del sector que lleva el mismo nombre, Kawama.

**Capítulo 3:** se muestra la propuesta de análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos que servirá para determinar si son viables o no desde este punto de vista la construcción de este tipo de edificaciones en la zona seleccionada.

La investigación cuenta además con las conclusiones derivadas de la investigación realizada, recomendaciones, bibliografía consultada y anexos.

## **CAPÍTULO 1 ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS ALTOS**

En el presente capítulo se analiza el estado del arte referente a las construcciones de edificios altos, que se entiende por un edificio alto, sus funciones, como evolucionaron en la historia en el mundo, en Cuba, en Matanzas y Varadero, en este último, por su importancia para el turismo, como vía de posibilidad de ampliación de habitaciones en la zona según el plan de ordenamiento territorial existente. Además, se hace referencia al a las consecuencias ambientales que este tipo de construcciones origina y de cómo nuestro país toma las medidas necesarias para cerciorarse de reducir al máximo posible estos.

### **1.1. Definiciones de edificios altos**

Si se va a discurrir sobre los edificios de gran altura, merece la pena que se haga un esfuerzo de tratar de definirlos previamente, aunque sea de una forma aproximada o implícita, con el objetivo de asegurarse en la medida de lo posible que se emplea una misma terminología conceptual relacionada con este grupo de edificaciones. La definición de un “Edificio Alto” resulta tener mucha subjetividad, debido a que depende del lugar, tiempo y espacio del cual se hable y se ubique; la construcción de este tipo de obras se encuentra aparejada al crecimiento demográfico, al desarrollo tecnológico y económico de la sociedad.

Casi todo lo que parece evidente, al analizar con cierto detalle, comienza a presentar dudas. Si le preguntan a alguien qué es un edificio alto, es fácil que responda precisamente eso: “Es evidente, un edificio alto es un edificio con mucha altura (valga la redundancia) y con muchas plantas”. Pero el entrevistador podría añadir: “Pero, ¿cuántas plantas? ¿Una torre de telecomunicaciones es un edificio alto o ni siquiera puede considerarse un edificio? ¿Una pirámide es un edificio alto o tampoco es un edificio como tal?” [Gómez 2014]

[Díaz 1989] se hace eco de estos conceptos y los sitúa inteligentemente en el plano de las escalas y de la cultura, y dice:

“En este sentido es importante tener claro cuál es la idea de escala que tiene la cultura urbana norteamericana. Los rascacielos no son para ellos (como de alguna manera lo son para nosotros) un hecho excepcional, un fenómeno particular a controlar socialmente. Los edificios de gran altura forman parte natural de su cultura; y me refiero a la cultura de todas las personas y no sólo a la de los arquitectos.

“Los rascacielos constituyen una de las grandes aventuras técnicas del hombre. Este tipo de construcción es el resultado de un esfuerzo titánico del hombre por alcanzar mayores alturas, esfuerzo tan viejo como el hombre mismo, pleno de fracasos estrepitosos y de éxitos brillantes” [Calavera 1993].

“Hoy es casi imposible imaginarse una urbe sin edificios altos. Como los símbolos más importantes de las ciudades de hoy, los edificios altos se han convertido en una fuente de fe en la tecnología y el orgullo nacional, y han cambiado el concepto de la ciudad moderna junto con su escala y la apariencia. A pesar de que los edificios altos han conmovido vida de la ciudad fuera de la escala humana, en general es aceptado que estos edificios son una característica inevitable de desarrollo urbano”. [Günel 2014]

En 1987 las diferentes reglamentaciones de los países europeos se definen los Edificios de gran altura como aquellos que superan un cierto número de metros en altura. Así, por ejemplo, en Alemania, un Edificio de Gran Altura es aquel que tiene más de 22 m de alto. En Bélgica debe tener más de 25 m. En Portugal más de 28 m. En Francia, si es un edificio que va a albergar viviendas, para que se considere de gran altura, debe tener más de 50 m de alto, pero si su uso es otro, basta con que supere los 28 m. [Núñez *et al.* 2001].

En la actualidad cada país y dentro de estos, cada región, se rige por sus diferentes regulaciones en lo que al tamaño que debe tener una edificación para que se considere edificios altos, por ejemplo, en la mayoría de los países desarrollados los edificios altos se consideran rascacielos y tienen al menos 500 pies, o 150 m, de altura y están formados por, al menos, 30 niveles o pisos, disminuyendo en gran escala esta magnitud para los países subdesarrollados.

No existe una norma cubana que sea específicamente de edificios altos, pero la [NC-9626-1982], considera edificios altos a aquellos que tengan una altura de 23 m o más.

La altura de los rascacielos es un término relativo, generalmente comparativo con el contexto. El primer edificio considerado como tal no tenía más que 5m de altura y ahora alcanzan casi los 1.000 m de altura. No existe una medida internacional, aunque sí una definición dada por el Consejo de Edificios Altos y Hábitat Urbano (CTBUH) con base en Pensilvania que dice que un rascacielos “es un edificio en el que lo vertical tiene una consideración superlativa sobre cualquier otro de sus parámetros y el contexto en que se implanta” También existen criterios basados en altura, clasificándolos en cuatro categorías de forma que un rascacielos tendría que tener al menos 100 m de altura, y un rascacielos alto, 150 m de altura. También se ha definido como super alto al que llega a los 300 m de altura, y mega alto al que supera los 600 m. [Kovacevic & Dzidic 2018].

Luego del análisis realizado el autor concluye que : Un edificio alto es aquel que supera una cantidad de niveles o metros de altura, en dependencia de las diferentes regulaciones de cada país, puede ser destinado tanto a actividades económicas como domésticas, el cual conlleva la utilización de tecnologías de avanzada para su construcción e involucra una serie de factores a tener en cuenta para su construcción como la cimentación, los materiales estructurales, la acción del viento, seguridad, instalaciones y sostenibilidad. En nuestro país un edificio alto es todo aquel que supere los 23 m de altura según la NC-9626-1982, la cual habría que actualizar pues las nuevas tecnologías en la actualidad han propiciado alcanzar alturas mayores a la mencionada en la misma.

### **1.1.1 Razón de ser de los edificios de gran altura**

Desde que surgió la tipología de los edificios de altura en Chicago a finales del siglo XIX, se han argumentado razones de toda índole para de justificar su presencia y su escala abrumadora como solución a múltiples problemáticas urbanísticas dentro del paisaje arquitectónico de nuestras ciudades.

La razón de su construcción suele ser el máximo aprovechamiento económico del suelo. Por ello, suelen encontrarse múltiples rascacielos agrupados en las zonas comerciales o

residenciales de grandes ciudades, donde el valor del suelo es elevado. Sin embargo, en el caso de los grandes rascacielos, la motivación económica suele ser en realidad inexistente, pues el exceso de altura conlleva gastos todavía mayores. En estos casos la motivación es puramente publicitaria, ya que estos grandes edificios, en especial si logran la etiqueta de «edificio más alto» (de la ciudad o país), adquieren relevancia y notoriedad, y dotan de una imagen de poder y pujanza económica a sus propietarios. [Gómez 2014]

Simplemente, se tiende a construirlos porque están ahí, están a nuestro alcance y se cuenta con la tecnología que los hace posibles. Tal y como se comporta y reacciona el ser humano, la argumentación anterior bastaría por sí sola para justificar la aventura y el reto de construir estructuras que rozan los límites de la gravedad y desafían las tormentas, elevándose majestuosas e imponentes hasta perderse en el interior de las nubes. [Sánchez 2014]

Los edificios de gran altura se construyen porque dentro de la industria inmobiliaria representan la guinda emblemática de un puro pastel financiero. El rascacielos no nace de la mente creativa de los arquitectos e ingenieros sino de la mente de empresarios y políticos que perciben la necesidad de la sociedad, la cual demanda vorazmente nuevos y deslumbrantes espacios construidos, ya sea para oficinas, locales comerciales o simples viviendas, y tratan de satisfacerla con edificios que produzcan el máximo beneficio posible y tratar todo aquello que posibilite el lograrlo. [Gang 2018]

Si la máxima rentabilidad se consigue con un edificio de 80 pisos, el empresario tratará de construirlo por todos los medios a su alcance; pero si la rentabilidad se alcanza construyendo hacia el interior de la tierra, la estructura de su edificio en vez de rascar los cielos buscará los infiernos con el mismo denuedo y afán, al margen de cualquier consideración que no sea la del máximo beneficio; y sobre esto último téngase en cuenta que no siempre tiene que ser el puramente material a corto plazo, puesto que existen otros valores intangibles sumamente importantes, como los fondos de comercio y los de imagen, que el marketing más agresivo y visionario ha puesto de moda en la desnortada y algo estrafalaria época que ha tocado vivir. Los beneficios materiales que puede aportar

un determinado edificio no siempre se miden en términos de dinero a corto plazo, ya que, si así se hiciera, un buen número de ellos jamás se habrían construido.

## **1.2- Reseña histórica de la construcción de edificios altos**

### **1.2.1-En el mundo**

Dentro de la cultura occidental y, más concretamente, en el ámbito religioso del cristianismo se tiene en mente el origen de los edificios altos en la Torre de Babel, siendo esta una construcción que para unos es historia y para otros, leyenda. Lo que sí se tiene claro que es historia son las pirámides, con los 146 m de la de Keops; las catedrales góticas, con los 164 m de la aguja de Ulm o la Torre Eiffel, con sus 330 m. Pero es en las últimas décadas del siglo XIX y en las ciudades de Chicago y de Nueva York, cuando y donde comienza la historia contemporánea de los edificios altos. [Gómez 2014]

“El primer edificio nombrado rascacielos fue el Home Insurance Building construido en los Estados Unidos, en la ciudad de Chicago, Illinois, en la década de los 80, a pesar de que tenía una altura de tan solo 42,00 m y 10 plantas fue todo un avance ya que para esa época solo se construían edificios de 4 o 5 plantas” [Jiménez 2012].

El incendio que asoló la ciudad de Chicago en 1871 fue una de las principales razones para que los arquitectos e ingenieros ideara una nueva forma de planificación urbana para reconstruir la ciudad, entonces fue así como el rascacielos resultó ser la mejor opción. En cuanto a la evolución de los rascacielos esta se dio a finales del siglo XX, gracias a la implementación de nuevas tecnologías, así como nuevos sistemas constructivos, nuevos materiales y nuevas técnicas de construcción, que permitieron la construcción de rascacielos cada vez más altos al igual que resistentes y seguros. La reducción en el peso de la estructura, el uso de un mega marco estructural de acero, fueron las principales técnicas que permitieron la construcción de rascacielos, asimismo hubo un gran avance en la ingeniería mecánica que permitió que el hacer edificios de 10 o más pisos fuera una opción más factible ya que se debe determinar cómo circularán en su interior las personas, entonces fue así como la invención del ascensor marco el siguiente paso en la construcción de rascacielos. [Unanua 2014]

Sin embargo, para los estándares modernos, el primer rascacielos auténtico sería el Park Row Building de Nueva York, con 30 plantas, construido en 1899. En Europa el primer rascacielos fue el Witte Huis construido en Róterdam, Países Bajos, en 1898 en estilo Art Nouveau con 43 m y 10 pisos. En 1911 se construyó el Royal Liver Building en Liverpool, Reino Unido, de 90 m y 13 pisos, considerado uno de los primeros rascacielos construidos completamente en concreto. Las Torres Kungstornen terminadas en 1925 en Estocolmo se consideran los primeros rascacielos modernos de Europa, aunque solo llegan a 61 m. [Gang 2018]

Otros primeros rascacielos fueron el Edificio Telefónica, construido en Madrid, entre 1926 y 1929 con 89 m y 15 pisos, el Boerentoren en Amberes, Bélgica, de 1932 con 87,5 m y 26 pisos (ampliado posteriormente) y la Torre Piacentini en Génova, Italia, de 31 pisos y 107 m de altura, construida entre 1935 y 1940. R A partir de los años 20 y 30 comenzaron a aparecer rascacielos en ciudades de Iberoamérica Montevideo, Buenos Aires, La Paz, São Paulo, Ciudad de México, Caracas, Ciudad de Panamá, Santiago de Chile, Bogotá y también en Asia (Shanghái, Hong Kong, Tokio, Taiwán, entre otros. [Ali & Armstrong 1995]

Es importante mencionar que no existen muchos rascacielos que fueran construidos con los materiales tradicionales, que consistían en sujetar el edificio con paredes gruesas y pesadas hechas de ladrillo o piedra, por el contrario, fue gracias a la evolución en métodos de construcción que se pueden realizar edificios de gran altura; Según Blinder G [2014] “Subdividió la historia de los rascacielos en tres grandes grupos cronológicos cada periodo que finaliza coincide con una crisis económica. El primer boom de los rascacielos finalizó en los inicios de los años 30 donde se construyeron el “Chrysler Building” y el “Empire State Building”, justo después de “la depresión del 29”.

El siguiente apogeo en la construcción de edificios altos se llevó a cabo a principios de los años 70 con la ejecución del “World Trade Center” de Nueva York y las “Sears Towers” de Chicago. Y se terminaron una vez empezada la llamada “Crisis del petróleo”. El tercer grupo cronológico de rascacielos se erigió en los años 90 hasta la fecha actual, y coincide con la presente crisis americana que ha afectado al resto de la economía

mundial”; Por lo tanto, queda claro que la construcción de rascacielos no solo impacta en el medio de la construcción, si no que a través del tiempo se ha podido ver que el impacto económico que causa al construir rascacielos un factor importante a considerar. [Danvers et al. 2017]

Actualmente, el tema primordial al momento de concebir un rascacielos, es el tema de la optimización de sistemas de control ambiental y sostenibilidad. El uso de energía siempre ha sido enorme en este tipo de construcciones, un edificio de 100 pisos puede llegar a consumir tanto como un barrio de ciudad de 12 hectáreas de tamaño. El uso del aire acondicionado en estos edificios de ninguna manera es una estrategia sustentable, de allí que se buscan estrategias alternativas para la creación de microclimas interiores. [Gómez 2015]

En este punto los diseñadores no solo pensarán en el sistema estructural, sino en estrategias y mecanismos activos como la utilización de amortiguadores de masa, materiales permeables, pieles que interactúan con su entorno mediante la transferencia de energía, uniones elásticas, así como también en espacios abiertos para jardines (skygardens) donde los habitantes del edificio tienen actividades lúdicas y de ocio. Edificios como el Bank of China en 1990 localizado en Hong Kong, las Torres Petronas en Kuala Lumpur terminadas en 1998 y el Taipei 101 en el año 2004, son ejemplos de este tipo de conceptualizaciones. [Gómez 2015]

En este momento, el Burj Dubai (Torre de Dubai) en Dubai es el rascacielos más alto del mundo, con una altura de 800 m y con una geometría basada en su sistema estructural de tubos que se agrupan y terminan a diferentes niveles. El secreto de su éxito y su culminación es la integración de su arquitectura y de su ingeniería como un solo elemento de alta tecnología. A pesar de las grandes dificultades que genera el diseñar un rascacielos, y todos los problemas que hay que tener en cuenta, desde el punto de vista formal hasta el estructural, desde el punto de vista ambiental hasta el funcional, y el enfrentamiento con los críticos de esta tipología de edificios, los rascacielos siempre serán reconocidos por el aporte que le dan al desarrollo de la arquitectura, al desarrollo

económico del sitio en donde se construya y sobre todo al reconocimiento internacional que generan. [Gómez 2015]

### **1.2.2-En Cuba**

Desde principios del siglo XX se comenzaron a construir en La Habana los edificios de apartamentos para alquilar, inicialmente de dos y tres plantas, dedicados a obtener el máximo beneficio económico de los terrenos, pero fue después, al período conocido como las “vacas gordas” que se generalizó su construcción y su progresivo crecimiento en altura, bajo los códigos estilísticos del eclecticismo, el art decó y el neocolonial. [Muñoz 2016]

Los edificios Alaska de 1924, hoy demolido, en la calle 23 y M, el hotel Palace, en la esquina de G y 25, con diez plantas y una torre de tres niveles que años después, quedaría embebida en otras tres plantas que se le adicionaron, y el Hotel Presidente en Calzada y G ambos de 1928, entre otros, fueron los pioneros de la altura. Meses antes, se había concluido en Paseo y 25 otro gran edificio también de apartamentos del arquitecto Horacio Navarrete. [Jiménez 2007]

En el año 1932 se levantó el López Serrano, de la firma Mira y Rosich, que con sus diez pisos y cuatro en la torre fue por muchos años el edificio más alto de La Habana, construido a todo lujo es uno de los máximos exponentes del estilo Decó de Cuba. Fue un símbolo del nuevo estilo de vida de la "modernidad" con los apartamentos pequeños y algunos servicios sociales en el basamento, que reproducía un tipo de bloque de vivienda, que surge en la ciudad en los años veinte. El López Serrano inicia una tendencia de edificios altos que culmina en los años cincuenta. [De las Cuevas 2001]

En 1931 se dictó un acuerdo que prohibió la construcción de edificios de más de tres plantas en El Vedado, este acuerdo fue modificado seis años más tarde para ampliar hasta cuatro plantas el alcance del acuerdo anterior. En la medida en que se introdujeron en Cuba, las avanzadas tecnologías del momento y los nuevos principios estéticos de la llamada Arquitectura Moderna, muchos proyectistas y propietarios reclamaron la necesidad de que les autorizaran construir edificios más altos. Uno de los permisos

concedidos a tal efecto fue otorgado en 1947 para el edificio Radio Centro, según a las funciones que este desempeñaría. [Muñoz 2016]

El empleo de elementos identificadores del clima tropical y de la adopción de las tradiciones locales interrelacionados con la influencia extranjera de maestros como Frank Lloyd Wright, Richard Neutra y Oscar Niemeyer se refleja en la obra de la joven generación de arquitectos que surgen en la década de 1950, como Mario Románach, Vicente Lanz, Antonio Quintana y Max Borges, los cuales también llevaron su elegancia y maestría a las alturas. [Jiménez 1955]

Escasa coherencia con la trama urbana de El Vedado la cual provoca una ruptura con la parcelación tradicional de esta barriada, lo constituye el edificio FOCSA, construcción monumental sin precedentes en la nación, que asombró a todos por el corto tiempo de su ejecución en veintiocho meses (febrero 1954 - junio 1956). Construido en los terrenos del antiguo club Cubanaleco, es el edificio más grande de Cuba y el segundo más alto de la ciudad después del Hotel Habana Hilton concluido al año siguiente. Se levanta sobre un basamento que ocupa toda una manzana, el cual contiene varias funciones sociales, bajo el concepto de "la ciudad dentro de la ciudad" El edificio en total tiene treinta pisos de apartamentos y nueve de usos múltiples, que le dieron una altura total de 121 m sobre la calle, siendo en ese momento el tercer edificio de hormigón más alto del mundo. Fue proyectado por el arquitecto Ernesto Gómez Sampera y el ingeniero Bartolomé Bestard, los cálculos estructurales lo asumieron la firma de ingenieros Sáenz, Cancio y Martín. [Zardoya 2009]

En 1952 funcionaban en la ciudad un total de veintinueve hoteles, pero aún eran insuficientes para la demanda del turismo norteamericano, por lo que de inmediato se emprendió la construcción de un grupo de hoteles de primera línea, los cuales se elevaron sobre el perfil de la ciudad. como: El Vedado, St. John's, Rosita de Hornedo, Colina, Deauville, y Capri. Otros como el Havana Riviera (1956) de la firma estadounidense Plevitzky and Johnson, de la Florida, con la colaboración de los arquitectos cubanos Manuel Carrerá Machado y Miguel Gastón Montalvo y el Havana Hilton, resaltan, por su diseño y altura, en el primero se destacan sus pronunciados aleros, y la alternancia de los

vanos en la fachada y en el segundo, se recreó la elegancia y adaptación del edificio Rodiocentro a la pendiente de la Rampa de sus galerías y circulaciones exteriores, para incorporarlas a su diseño de mayor escala. Proyectado por la firma Welton Beckett and Ass, se comenzó a erigir en marzo del año 1955 y concluyeron las obras el 19 de marzo de 1958. [Segre 2003]

De manera general se puede decir que estos edificios se caracterizaron, ante todo, por su funcionalidad, y responder a las necesidades y exigencias que demandaban los procesos especulativos de los terrenos, especialmente los de El Vedado. Son expresión de esa transformación arquitectónica que vivió la ciudad en el último lustro de la década del cincuenta, de expresar mediante la altura, la modernidad y el florecimiento de una burguesía nacional y del dominio de compañías extranjeras sobre la economía cubana. Deben reconocérseles el valor que sus cualidades arquitectónicas y funcionales le impregnaron a la ciudad, incorporándose, por derecho propio dentro de la lista de edificaciones de valor patrimonial, lo que implica garantizar su preservación y rehabilitación para el presente y futuro.

Previsto el inicio de su construcción para el venidero mes de septiembre de 2019, un hotel de 5 estrellas, de 42 plantas y 154 metros de altura se levantará en el municipio capitalino del Vedado, siendo este el edificio más alto construido en el país.

### **1.2.3-En Matanzas**

Matanzas “nace” realmente en el siglo XIX, merced del extraordinario desarrollo de la industria azucarera, lo cual viene favorecido por las ventajas del puerto, detalle que se proyecta en la construcción de edificios públicos y domiciliarios de influencia neoclásica, entre ellos el Teatro Sauto, la Aduana, la iglesia de San Pedro Apóstol, los puentes, las estaciones del ferrocarril y el Ayuntamiento. En esta etapa se produce una importante bonanza económica, la que, junto al desarrollo de las letras y las artes, hace que Matanzas se llame desde mediados del siglo, la Atenas de Cuba. [García 2009]

En el primer tercio del siglo XX la producción azucarera de la provincia disminuye su jerarquía al nivel nacional lo que provoca que se pierda la majestuosidad de las

construcciones matanceras, pero los códigos eclécticos de la nueva arquitectura permiten una perfecta integración con las edificaciones decimonónica, que es uno de los rasgos distintivos de la ciudad. Las décadas de 1940 y 50 dan paso a la generalización del Movimiento Moderno. [García 2009]

Con el triunfo de la Revolución se generalizan en la ciudad a partir de la década de 1970 la construcción de diferentes instalaciones educacionales, de la salud, nuevos asentamientos habitacionales y otros temas con la utilización de sistemas prefabricados cubanos, que es lo característico de las zonas de nuevo desarrollo de la periferia. La mayoría de las edificaciones no superan los 3 niveles, excepto a las afueras de la ciudad tres edificios de viviendas de 13 plantas.

#### **1.2.4 En Varadero**

Las primeras noticias de urbanización de la Península de Hicacos datan de la década del cuarenta del siglo XIX, cuando descendientes de Bernardo Carrillo de Albornoz, propietario desde 1763 de la mayoría de las haciendas de los actuales territorios de Cárdenas y Varadero, levantaron un pequeño caserío, conocido más tarde como el “Varadero Viejo”, con predominio de casas de madera con techos de guano, muy similares al bohío y alguna que otra cubierta con tejas españolas. Si se hace una caracterización urbana del período 1887 a 1925, se ve que la mayoría de las construcciones eran de madera, fusionaban lo mejor de la tradición constructiva local y las influencias estilísticas foráneas, para lograr un conjunto arquitectónico único en Cuba, donde la mayoría de las edificaciones que lo conformaron eran de dos plantas [Recondo 2010]

Con el incipiente desarrollo que alcanzaba Varadero como destino turístico se comienzan a construir edificaciones más ambiciosas como la casa de John Fitzgerald y la célebre Mansión Xanadú (1929), de Irene Dupont de Nemours, diseñada por los arquitectos Govantes y Cabarrocas, considerada hoy día entre las Siete Maravillas de Arquitectura en Matanzas. [Recondo 2010]

Es precisamente en la década de los cuarenta donde se introduce el hormigón armado y el concepto de edificio de más de tres niveles generados por intereses especulativos. Ejemplo de ello o constituye la ejecución en 1941 del hotel Dos Mares, en Primera Avenida esquina a la calle 53, el cual mantiene en la actualidad sus funciones originales. La década del cincuenta se inicia pudiéndose decir que es el momento de la experimentación en la arquitectura doméstica y la irrupción de la modernidad en la hotelería con la construcción del hotel Internacional, iniciado en el mes de enero de 1949 e inaugurado el 20 de diciembre de 1950. [González 2012]

En la segunda mitad de los años 50 también se aprecia la tendencia a la realización total de obras en hormigón y los nuevos materiales de construcción, hacia una nueva expresión formal y visual en la arquitectura, lo cual favoreció la aparición de edificios altos asociados al tema del aparthotel y la propiedad horizontal como el edificio Varaforte y Gonraforte 1958 hoy hotel Acuazul con 8 plantas, el apartahotel Siboney con 12 plantas hoy Hotel Sun Beach. [Arias 2014]

Luego fueron construyéndose varios hoteles gracias al desarrollo turísticos alcanzado en la península como los hoteles Playa Caleta-Puntarena con 7 plantas, entre otros hoteles que se destacan por su envergadura que aunque no se consideran altos destacan en la arquitectura Varaderense como Hotel Barcelo Solymar Arenas Blancas Resort, y los más actuales Blau Varadero formado por dos edificios de 9 plantas en los extremos y 13 el central., Hotel Melia Marina Varadero cuyo edificio principal tiene 7 pisos, el hotel Iberostar Bella Vista, y el más reciente el nuevo hotel internacional. El futuro de las construcciones hoteleras en el balneario es prometedor se realiza ya la construcción del nuevo hotel Oasis que se caracteriza por la majestuosidad de su arquitectura emplazada sobre un terreno de baja calidad, además se pretende realizar diferentes proyectos de los hoteles más altos de Varadero en los sectores Kawama y Tainos

### **1.2.5 Sectores de Varadero según el Plan de Ordenamiento territorial 2013**

El polo Turístico Varadero abarca la Península de Hicacos e incluye por el oeste las áreas desde el peaje hasta el puente basculante: el Oasis, la Marina Dársena, el sur de las instalaciones del Aeropuerto Kawama y el Anfiteatro. Por el este se incluyen los cayos

más próximos a la península: Libertad, Buba, Diana, Cayo Piedra, Mono, Monito, Romero, Cayos Blancos, Hijo de Cayo Blanco, Rancho Cangrejo, Machos, Chalupa, Sumidero, Cruz del Padre y Galindo. Ocupa un área de 2210.7 ha (22.10 Km<sup>2</sup>) en tierra firme. [POTV 2013]



*Figura 1.1: Área ocupada de Varadero. Fuente: Plan de ordenamiento territorial y Urbano del Polo Turístico de Varadero 2013*

Varadero cuenta con dos importantes acuerdos del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros: el Acuerdo No. 3003/1996 declarado a Varadero como Zona de Alta Significación para el Turismo Internacional y el Acuerdo No. 4180/2001 el cual aprobó el Plan de Ordenamiento Territorial y de Urbanismo del Polo Turístico de Varadero, el cual debe ser perfeccionado en periodos de tiempo cortos según cambios en la política turística, el cual jugó un factor clave en la materialización del plan de inversiones de la península. [POTV 2013]

Es por esto que Varadero constituye un llamativo sector para las inversiones extranjeras y la construcción debido a su importancia turística de hoteles más grandes y altos con el objetivo solucionar el déficit habitacional existente en la península debido a la poca disponibilidad de suelos para construir. Sería una solución a esta problemática, pero habría que analizar los diferentes factores para la implementación de este tipo de edificaciones, sus pros y sus contras. [POTV 2013]

Para un mejor estudio de la península el Instituto de Planificación Física desde 1974 se analiza y divide en diferentes sectores para analizarlos de una manera profunda, El Plan de Ordenamiento territorial del 2013 lo hace de la siguiente forma:



*Figura 1.2: Sectores de Varadero. Fuente: Plan de ordenamiento territorial y Urbano del Polo Turístico de Varadero 2013*

Estas zonas están divididas según el potencial constructivo que presentan, y la capacidad hotelera que se predicen en los terrenos libres en cada una de ellas. Además, cada zona presenta características diferentes en cuanto a servicios extrahoteleros ubicados en la zona, viviendas, infraestructura técnica (accesibilidad vial, marítima y aérea, transportación, parqueos, acueducto, alcantarillado, reuso y drenaje pluvial, electricidad, comunicaciones), instalaciones incompatibles, suelo y recursos naturales existentes. [POTV 2013]

Este Plan de ordenamiento territorial y urbano del polo turístico de Varadero, comprende una serie de medidas necesarias para el desarrollo turístico de la península, acorde a los lineamientos económicos dictados por nuestro gobierno para el desarrollo del turismo como principal método en el desarrollo de la economía del país. Además de tener en cuenta las tareas y medidas dictadas por la Tarea Vida, que se expondrá posteriormente [POTV 2013]

Según los planes de ordenamiento territorial solo se permitía la construcción de edificios hasta 11 niveles correspondientes a las exigencias de la época sobre conservar las vistas y por las carencias económicas y de inversiones, a partir del desarrollo que ha alcanzado Varadero como uno de los principales polos turísticos de Cuba y el poco espacio de suelo

que resta para la construcción de instalaciones hoteleras , como exigencia directiva se ha tenido que modificar esta tendencia para alcanzar mayores niveles y en consecuencia mayor número de habitaciones.

### **1.3-Análisis de los elementos técnicos a tener en cuenta en la construcción de edificios altos**

La construcción de edificios altos trae consigo una serie de dificultades técnicas que se deberían resolver desde etapas tempranas de desarrollo de cada proyecto, además de las que se van acaeciendo durante todo el desarrollo del mismo, por eso tener en cuenta todos aquellos elementos que pudieran resultar problemáticos a la hora de realizar estos tipos de edificios.

#### **Elementos técnicos a tener en cuenta para la construcción de edificios altos**

##### **Cimientos**

Generalmente, los edificios muy altos se encuentran rodeados por estructuras pedestal, de baja altura, sometidas a cargas mucho más pequeñas. Por ello es necesario controlar los asentamientos diferenciales entre las construcciones altas y las bajas. Las fuerzas laterales transmitidas por cargas de viento y los momentos generados en el sistema de cimentación pueden resultar de muy alta magnitud, lo que aumenta las cargas verticales sobre todo en los pilotes exteriores dentro del sistema de cimentación. Además, las cargas cíclicas pueden disminuir la capacidad de la cimentación y aumentar los asentamientos.

Las opciones de cimentación más comunes para edificios altos son las losas compensadas, las piloteadas o la combinación de ellas. Muchos rascacielos se construyen con losas peraltadas y también se utiliza la losa de cimentación en combinación con pilotes que, en conjunto, satisfacen los criterios de capacidad de carga y de asentamientos. [Poulos 2015]

##### **La acción del viento**

Si el edificio no es alto, las cargas de viento sobre la estructura y sobre los revestimientos se pueden determinar mediante la normativa de cargas de viento, donde la variación con la altura de la velocidad y la turbulencia se tiene en cuenta a través de varios coeficientes

que afectan a la presión dinámica de cálculo. Si el edificio es alto, esta aproximación no es válida, y en todos los códigos se indican los límites de aplicación de los métodos consignados (un valor representativo de la altura máxima está en torno a 60 m), lo que da a entender que, por encima de dichos límites, los valores que resultan de la aplicación de la norma son excesivamente conservadores.

Si la edificación es más alta, para conocer las cargas de viento se ha de acudir a ensayos con modelos a escala en túneles aerodinámicos, incluso aunque el modelo sea muy rígido. Y si además el edificio fuera flexible, se debería tener en cuenta en los ensayos esta flexibilidad a fin de evitar posibles episodios aeroelásticos, asociados a que el viento real en el entorno del edificio no es uniforme ni estacionario, como se ha dicho. [Meseguer & Franchini 2014]

### **Los esquemas estructurales**

En el edificio de altura, la función estructural es sencilla por tratarse básicamente de una ménsula, pero más importante por la magnitud de las cargas aplicadas. Por ello, la estructura se convierte en el elemento definitorio de la esencia del edificio y la optimización del espacio interior hace que la estructura salga al exterior y le dé forma y personalidad. Existen diferentes estructuras en dependencia del diseño que tenga cada uno entre ellos: pórticos, pantallas o muros de cortante, estructuras tubulares, estructuras con núcleo central, celosía espacial y esquemas estructurales híbridos en los que se mezclen ideas de varios de los sistemas presentados anteriormente. [Astiz 2014]

### **Los materiales estructurales**

En la actualidad todos los materiales de construcción pueden estar presentes en las estructuras de edificios altos. Desde el hormigón armado, con resistencias convencionales, hasta hormigones de alta resistencia, hormigones con aditivos superfluidificantes de tercera generación, hormigones con la microsílíce que pueden alcanzar hasta 120 MPa, el hormigón pretensado, y por lo tanto todos los aceros de pretensar, aparecen de forma puntual en todos los casos de quiebras y cambios estructurales y las estructuras metálicas en especial aquellas a base de aceros especiales de grano fino, con calidades de 420 y 460 MPa, superiores a los ordinarios. [Fernández 2014]

## **Instalaciones**

Al diseñar las instalaciones de un edificio, independientemente de las características que tenga, se deben tener en cuenta las siguientes premisas en el siguiente orden: seguridad, prestaciones y consideraciones medioambientales. Estos edificios tienen consideraciones específicas en su diseño, como las de la solución estructural o el transporte vertical de usuarios. Uno de los problemas básicos en el diseño es la optimización de la superficie del núcleo de servicios del edificio. [González et al. 2010].

Existen diversos sistemas presentes en los edificios en altura que permiten una reducción del consumo energético global del edificio: ventilación, transporte de energía térmica e iluminación. Además, debe prestársele especial atención al diseño de los sistemas hidráulicos por su complejidad, además de a la instalación de escaleras mecánicas en plantas de accesos y vestíbulos y ascensores para todo el edificio que resulta uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en la construcción de los mismos. [González et al. 2010].

## **La seguridad ante incendio**

Una de las principales preocupaciones en los edificios altos es la ocurrencia de incendios, estos en estructuras pequeñas provocan grandes daños materiales y humanos, los que se intensificarían si ocurriesen en edificaciones de gran altura, por eso se hace necesario tomar todas las precauciones necesarias para evitarlos y en el caso inevitable que sucedan, constar con todos los elementos necesarios para su extinción, para tratar de reducir al máximo todos los daños posibles.

Los edificios altos requieren de un tratamiento específico en lo que concierne a la seguridad ante incendio. Una estrategia de seguridad ante incendio debe tratar todos los objetivos de seguridad, de los cuales, la resistencia al fuego es uno de ellos, pero no el único. El uso de técnicas y tecnologías cada vez más avanzadas de la mano de la Ingeniería de Seguridad ante Incendio permite abordar de una manera novedosa la seguridad ante incendio, al aportar soluciones óptimas que permiten un equilibrio entre coste y expectativas de los agentes intervinientes en el proceso de la edificación. [Unanua&Faller 2014]

De acuerdo a [Unanua&Faller 2014] los siguientes aspectos son particulares en lo que concierne a la seguridad ante incendio de los edificios en altura y deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar estrategias de seguridad ante incendio globales:

- La intervención de los Cuerpos de Extinción de Incendio y Salvamento está condicionada por las capacidades de sus medios de elevación.

- Se deben tomar medidas especiales para limitar la posibilidad de una propagación del incendio hasta que se haga incontrolable, instalar sistemas automáticos de control del incendio y garantizar la compartimentación, especialmente en fachada.
- El objetivo principal de la estabilidad estructural en este caso es evitar la ruina sobre los miembros de los Cuerpos de Extinción de Incendio y Salvamento mientras estos actúan y reducir el riesgo de ruina en zonas urbanas con alta densidad de edificación.
- La evacuación del edificio se desarrolla durante un tiempo mayor que en edificios de baja y media altura, al deber efectuar los ocupantes largos recorridos verticales.
- El efecto chimenea ('stack effect') es más pronunciado que en edificios de baja o media altura dada la altura de las comunicaciones verticales y su efecto debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar el movimiento de los humos y diseñar algunos sistemas como el de presurización de escaleras.

### **Fachadas**

Existen muchas clasificaciones distintas de fachadas según su función, su sistema o su tipo de fabricación y montaje. Se podrían diferenciar entre fachadas ligeras y pesadas o fachadas portantes y autoportantes. También entre fachadas ventiladas, muros cortina, dobles pieles, abotonadas, sistemas pretensados, vidrio estructural, etc. Cada una de estas clasificaciones pueden tener o no subclasificaciones según diferentes conceptos.

La fachada constituye el principal elemento de defensa de un edificio contra los agentes exteriores. Algunas de las prestaciones que podría (no todas las fachadas han de cumplir con todas) tener que cumplir son las siguientes: garantizar su estabilidad estructural, garantizar los requisitos térmicos exigidos: transmitancia térmica, ausencia de condensaciones, temperatura interior, factor solar, proteger al edificio y a sus ocupantes del ambiente exterior, y garantizar la habitabilidad y el confort interno de sus usuarios, servir de barrera al agua y al aire, garantizar la seguridad interna del edificio y seguridad frente a caídas, garantizar unas condiciones de luz natural determinadas y vistas a través de ella y presentar el aspecto estético deseado. [Prada 2014]

#### **1.4-Generalidades sobre análisis ambiental en las construcciones.**

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporcionan los medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del aire y el agua (Moavenzadeh, 1994; Zeng et al., 2015; FLC, 2004b).

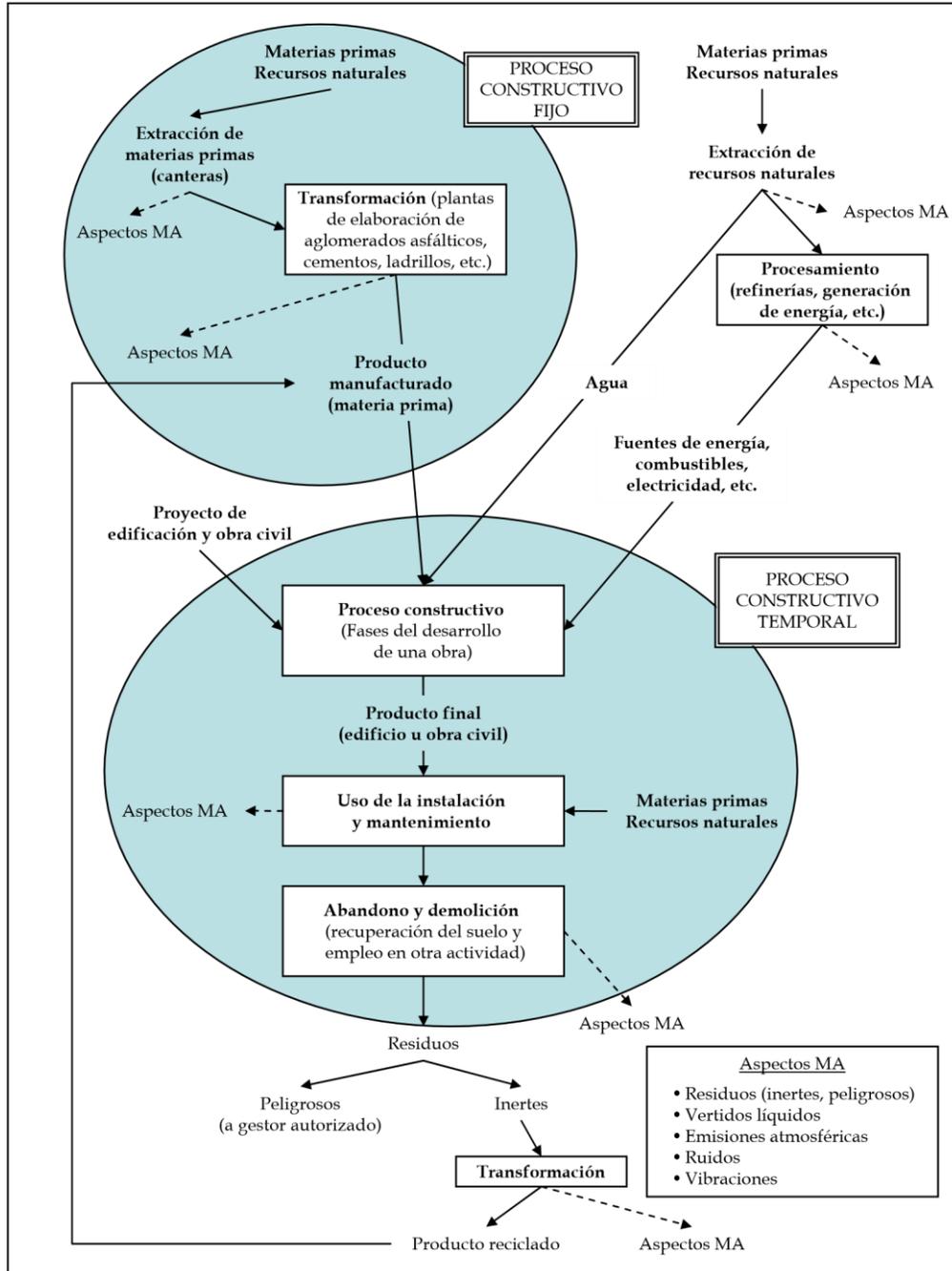
El crecimiento demográfico sin planificación, en forma desordenada, incide negativamente en el medio ambiente: exceso de ruidos, contaminación, aumento de vibraciones, incremento del tránsito, sobrecarga de las redes de suministro eléctrico, cloacas colapsadas, generación de mayores cantidades de residuos, aumento del tránsito que produce el incremento de la polución ambiental y contaminación y contaminación visual y sonora, son algunas de las consecuencias. [Ivanega 2007]

Las distintas actividades profesionales han tenido su influencia en el medio ambiente, desde la selección de las materias primas y el tipo de energía que utilizan, hasta los impactos que producen los procesos y los productos elaborados. Además del progresivo empobrecimiento que supone la utilización de materias primas no renovables, “el principal indicador de una mala gestión es la contaminación”. Esta se puede detectar en atmósfera, aguas y suelos. [Ivanega 2007]

Los impactos medioambientales de las actividades de construcción, que han sido estudiados de forma exhaustiva por diversos autores [Ofori, 1992; Griffith, 1994; Hill y Bowen, 1997], no se limitan a la actividad constructora propiamente dicha, sino que tienen lugar o están influidos por todas las fases del proceso constructivo: promoción, proyecto, ejecución, uso y mantenimiento y derribo o demolición [García et al., 2014]. Por ejemplo, en el caso de los edificios, la mayor parte de los impactos se producen durante su utilización y mantenimiento, siendo también considerables los generados durante su eventual derribo o demolición. Además, las fases de promoción y proyecto son

igualmente importantes, pues éstas condicionan todos los impactos que se van a producir en las siguientes fases del proceso constructivo (Figura 2).

**Figura 2. El sector de la construcción y el medio ambiente**



Fuente: Adaptado de Peris y Marquina (2002)

### **1.4.1 Regulaciones de Cuba en lo que respecta al cuidado del medio ambiente**

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992, el mecanismo de la EIA fue aceptado y divulgado ampliamente a nivel mundial, y se exigió su incorporación en las agendas políticas de los países [cnumad, 1992; iaia, 2017]. De este modo, en los últimos 20 años y con otros pactos firmados [Morgan, 2016] 191 países de las Naciones Unidas han considerado el proceso de evaluación de impacto ambiental como herramienta indispensable de política pública ambiental, en sus diversas modalidades [Esteves et al., 2016; Bond et al., 2016; Bina, 2077; Gibson, 2017; Morgan, 2016].

Cuba no está exento de ello y es por eso que desde 1959, con el Triunfo de la Revolución, se producen transformaciones económicas y sociales, y se le presta mayor atención a la protección y conservación de los recursos naturales, promulgándose en ese propio año la Ley No. 636 de fecha 20 de noviembre que creó el Instituto Nacional de la Industria Turística (INIT) para la conservación de los recursos turísticos.

En 1981 se promulga la Ley 33, sobre la Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales. Que establecía los principios para la conservación, protección, mejoramiento y transformación de los recursos naturales, en correspondencia con la política integral y del desarrollo del país. En la década del 90, se presta una mayor importancia a los temas medioambientales. En el año 1990 aparece la Ley No. 118, sobre Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente y su Órgano Rector. [Caraballo 2005]

La Constitución de la República del 24 de febrero de 1976, es modificada por la Reforma Constitucional en el año 1992. Acredita en el artículo 27 la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Se adiciona en materia de medio ambiente el concepto de desarrollo sostenible. En este propio año se crea la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y Conservación de los Recursos Naturales (COMARNA).

Se aprueba el Programa Nacional del Medio Ambiente y Desarrollo, (1993), que constituyó la adecuación cubana de la Agenda 21. Ya en el año 1994 se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Se promulga la Ley 81 Del Medio Ambiente de la Asamblea Nacional del Poder Popular, (1997), que define la Gestión Ambiental como: el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana. Se establecen los instrumentos que permiten llevarla a vías de hecho. Y se aclara que la Gestión Ambiental debe formar parte indisoluble del sistema de gestión general de cualquier entidad, la cual, apoyada en un modelo de mejora continua, que guiará a la entidad hacia el cumplimiento o mantenimiento de su política ambiental [CITMA 1997]

Más actual y como estrategia del consejo de estado se crea en 2017 la Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, aprobada por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017, está inspirada en el pensamiento del líder histórico de la Revolución cubana Fidel Castro Ruz, cuando en la Cumbre de La Tierra en Río de Janeiro, el 12 de junio de 1992 expresó: “...Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre...”.

Se han identificado áreas priorizadas según la preservación de la vida de las personas en los lugares más vulnerables, la seguridad alimentaria y el desarrollo del turismo. Entre ellas se encuentran el sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque; el litoral norte de La Habana y su bahía; la Zona Especial de Desarrollo de Mariel; Varadero y sus corredores turísticos; los cayos de Villa Clara y del norte de Ciego de Ávila y Camagüey; el litoral norte de Holguín; la ciudad de Santiago de Cuba y su bahía; así como los territorios amenazados por la elevación del nivel medio del mar en Cienfuegos, Manzanillo, Moa, Niquero y Baracoa. [CITMA 2017]

Respecto a los documentos elaborados anteriormente sobre este tema, la nueva propuesta, tiene un alcance y jerarquía superiores, los actualiza e incluye la dimensión territorial. Asimismo, requiere concebir y ejecutar un programa de inversiones progresivas, a corto (2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo plazos (2100). El Plan de Estado está conformado por 5 acciones estratégicas y 11 tareas. Constituye una propuesta integral, en la que se presenta una primera identificación de zonas y lugares priorizados, sus afectaciones y las acciones a acometer, la que puede ser enriquecida durante su desarrollo e implementación. [CITMA 2017]

### **Acciones estratégicas:**

1. No permitir las construcciones de nuevas viviendas en los asentamientos costeros amenazados que se pronostica su desaparición por inundación permanente y los más vulnerables. Reducir la densidad demográfica en las zonas bajas costeras.
2. Desarrollar concepciones constructivas en la infraestructura, adaptadas a las inundaciones costeras para las zonas bajas.
3. Adaptar las actividades agropecuarias, en particular las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía.
4. Reducir las áreas de cultivos próximas a las costas o afectadas por la intrusión salina. Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas.
5. Planificar en los plazos determinados los procesos de reordenamiento urbano los asentamientos e infraestructuras amenazadas, en correspondencia con las condiciones económicas del país. Comenzar por medidas de menor costo, como soluciones naturales inducidas (recuperación de playas, reforestación).

### **Tareas**

**Tarea 1.** Identificar y acometer acciones y proyectos de adaptación al cambio climático, de carácter integral y progresivos, necesarios para reducir la vulnerabilidad existente en

las 15 zonas identificadas como priorizadas en el Anexo 1; por el orden de actuación: la población amenazada, su seguridad física y alimentaria y el desarrollo del turismo.

**Tarea 2.** Implementar las normas jurídicas necesarias para respaldar la ejecución del Plan de Estado; así como asegurar su estricto cumplimiento, con particular atención en las medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad del patrimonio construido, dándole prioridad a los asentamientos costeros amenazados.

**Tarea 3.** Conservar, mantener y recuperar integralmente las playas arenosas del archipiélago cubano, y priorizar las urbanizadas de uso turístico y reduciendo la vulnerabilidad estructural del patrimonio construido.

**Tarea 4.** Asegurar la disponibilidad y uso eficiente del agua como parte del enfrentamiento a la sequía, a partir de la aplicación de tecnologías para el ahorro y la satisfacción de las demandas locales. Elevar la infraestructura hidráulica y su mantenimiento, así como la introducción de acciones para la medición de la eficiencia y productividad del agua

**Tarea 5.** Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad; así como a la recuperación de los manglares más afectados. Priorizar los embalses, canales y franjas hidrorreguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y de las costas de la plataforma insular.

**Tarea 6.** Detener el deterioro, rehabilitar y conservar los arrecifes de coral en todo el archipiélago, con prioridad en las crestas que bordean la plataforma insular y protegen playas urbanizadas de uso turístico. Evitar la sobrepesca de los peces que favorecen a los corales.

**Tarea 7.** Mantener e introducir en los planes de ordenamiento territorial y urbano los resultados científicos del Macroproyecto sobre Peligros y Vulnerabilidad de la zona costera (2050-2100); así como los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo en el ciclo de reducción de desastres. Emplear esta información como alerta temprana para la toma de decisiones por parte de los OACE, OSDE, EN, CAP y CAM.

**Tarea 8.** Implementar y controlar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático derivadas de las políticas sectoriales en los programas, planes y proyectos vinculados a la seguridad alimentaria, la energía renovable, la eficiencia energética, el ordenamiento territorial y urbano, la pesca, la agropecuaria, la salud, el turismo, la construcción, el transporte, la industria y el manejo integral de los bosques.

**Tarea 9.** Fortalecer los sistemas de monitoreo, vigilancia y alerta temprana para evaluar sistemáticamente el estado y calidad de la zona costera, el agua, la sequía, el bosque, la salud humana, animal y vegetal.

**Tarea 10.** Priorizar las medidas y acciones para elevar la percepción del riesgo y aumentar el nivel de conocimiento y el grado de participación de toda la población en el enfrentamiento al cambio climático y una cultura que fomente el ahorro del agua.

**Tarea 11.** Gestionar y utilizar los recursos financieros internacionales disponibles, tanto los provenientes de fondos climáticos globales y regionales, como los de fuentes bilaterales; para ejecutar las inversiones, proyectos y acciones que se derivan de cada una de las Tareas de este Plan de Estado.

## **CONCLUSIONES PARCIALES**

1. Un edificio alto es aquel que supera una cantidad de niveles o metros de altura, en dependencia de las diferentes regulaciones de cada país, puede ser destinado tanto a actividades económicas como domésticas, el cual conlleva la utilización de tecnologías de avanzada para su construcción e involucra una serie de factores a tener en cuenta para su construcción como la cimentación, los materiales estructurales, la acción del viento, seguridad, instalaciones y sostenibilidad.
2. El desarrollo de la humanidad se ve notoriamente en la historia de las construcciones, siempre los edificios altos han sido símbolo de poderío y en la actualidad constituyen una solución en las grandes ciudades por el poco espacio de suelo a construir y las grandes concentraciones de poblaciones.

3. Es necesario ante cualquier proyecto de edificio alto tener en cuenta una serie de requisitos técnicos para el diseño posterior del mismo, entre ellos los cimientos, la acción del viento, los esquemas estructurales, los materiales estructurales, instalaciones, la seguridad ante incendio, fachadas, entre otros no menos importantes como las maquinarias a utilizar y los elementos como los encofrados necesarios para la ejecución de estos.
  
4. Hoy por hoy no se concibe la construcción de edificaciones sin tener en cuenta los efectos que esta tenga sobre el medio ambiente, es necesario antes de empezar cualquier proyecto constructivo realizar un análisis ambiental para decidir si acometerlo o no provocaría deterioros en el medio.

## **CAPÍTULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS**

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de la zona de estudio escogida para la localización del edificio alto, isletas de Kawama dentro del sector que lleva el mismo nombre Kawama y se representa los resultados de la encuesta realizada para determinar según el criterio de diferentes profesionales del sector de la construcción pertenecientes a diferentes empresas que laboran en el polo si sería viable la construcción de un edificio en la zona y los principales problemas que traerían consigo; para luego describir el procedimiento metodológico propuesto para la solución conceptual del análisis técnico y ambiental para la construcción de edificios altos en la península de Hicacos.

### **2.1 Características del sector Kawama**

Kawama es uno de los siete sectores delimitados por el Plan de Ordenamiento territorial para obras del Turismo de Varadero, es junto al sector de Varadero Histórico los que más problemas presentan en cuanto a infraestructura y uno de los menores para potencialidades de alejamiento. Constituye el 2do Sector del extremo Oeste de la Península de Hicacos, que guarda relación directa con el Oasis, ocupa una estrecha faja de tierra entre la playa y el Canal de Paso Malo y que incluye las tres isletas artificiales, y el territorio urbanizado de Avenida Kawama hasta Calle 12. Su área total es de 59.1 ha. Es una llanura arenosa, posee agradables jardines integrados a la urbanización con visuales muy interesantes hacia el Canal y sus tres isletas, y hacia la Marina Dársena y la actividad náutica que se desarrolla en el Canal. (POTV 2018)

La urbanización está estructurada por el vial de acceso que va paralelo al Canal, tiene 5 hoteles con 1619 habitaciones, 2 de ellos de 10 pisos de altura que contrastan con la arquitectura de las casas de Club Kawama con una baja ocupación y dos plantas promedio, se perciben como un conjunto coherente de volúmenes, dispuestos linealmente paralelos a la playa. La costa norte posee una longitud de playa de 2900 m con un ancho promedio de zona de sol de 65,3 m y una capacidad de carga actual de 83,1m<sup>2</sup>/bañistas. Se complementa con la nueva imagen del Hotel Club Kawama que incluye las casas,

unida a Villa Tortuga, y el Hotel Barlovento, que funcionan integrados a un conjunto de casas y módulos habitacionales. Parte de estas instalaciones están ubicadas sobre la duna de la playa, se encuentran en regular y mal estado, con poco uso o aprovechamiento del potencial construido y falta de mantenimiento, sobre todo las más próximas a la playa. (POTV 2018)

Cuenta con muy poca disponibilidad de parcelas libres para la construcción de habitaciones hoteleras sin que se produzcan afectaciones, su potencial de alojamiento se centra en las isletas de Kawama, según el Plan Director se planea el relleno de las áreas entre las isletas y su unión a tierra firme y la construcción de hoteles con alturas entre 3 y 12 plantas puntualmente con un potencial de 2820 habitaciones. (POTV 2018)

Posee un único acceso, que responde a su configuración largo y estrecho, en regular estado constructivo con una sección transversal por tramos que no tiene el ancho requerido (7,0m), en algunos tramos sin aceras y parterres, además de inadecuada solución de acceso a las Isletas, los existentes surgieron de forma temporal y se encuentran en mal estado. Los estacionamientos existentes están asociados a las instalaciones de alojamiento del sector, el cual limita su uso para los visitantes por un día. (POTV 2018)

Inadecuado diseño técnico y mal estado constructivo del paseo del Canal de Paso Malo (el peatón se expone constantemente al peligro en estos momentos en vía de solución) y de las instalaciones ubicadas sobre el espejo de agua, que impiden la explotación de las excepcionales visuales del Canal y su fuerte vínculo con la náutica. En resumen, esta solución no está estudiada integralmente, como diseño y funciones. Además, existe en el sector un número mínimo de estacionamientos en el que su uso está restringido. (POTV 2018)

Al Norte de las parcelas del Hotel Tortuga y Barlovento está Camino del Mar, hoy convertido en una acera sinuosa sin imagen ni coherencia y carente de servicios, solo sirve de transición entre el alojamiento y la playa, se accede hasta él vehicularmente por Calle 5, 9 y 12.

Llamadas Isletas de Kawama, se conformaron en el pasado por el dragado para la formación del canal, el relleno se encuentra confinado entre malecones o muros que la rodean, con una altura al mismo nivel del relleno.

A inicios del mes de marzo de 2017 se hace solicitud a la unidad de informaciones de la UIC de Matanzas sobre estudios de suelo en las isletas de Kawama por parte de la Inmobiliaria del Turismo, UEB Matanzas, a través de la arquitecta. Luidmila Reyes Agüero, especialista principal de la UBI Varadero perteneciente a la unidad inversionista de esa entidad, con el objetivo de que les sirva de forma preliminar para las propuestas a desarrollar en el proyecto en etapa de ideas conceptuales, debido a las potencialidades que posee la zona.

Para esta etapa Preliminar de Proyecto necesitan conocer:

- La geología del área, y especificar los estratos existentes y su yacencia
- Propiedades geotécnicas de los diferentes estratos
- Profundidad del nivel freático
- Conclusiones y recomendaciones en la que se reflejarán las principales características ingeniero-geológicas y la delimitación de las zonas y niveles presumiblemente más favorables para la cimentación

Para esto se procedió a la búsqueda, recopilación y análisis de la información de estudios ingeniero-geológicos antecedentes ejecutados en el área de interés y cuyos informes de encuentran conservados en el Archivo Técnico de la UIC con esto se pudo alcanzar un conocimiento detallado de las condiciones geológicas y geotécnicas presentes. A continuación, se brinda un resumen detallado de cada uno de los informes consultados:

- Informe de la obra **“Isleta central Kawama”** [Díaz 1981]. Es un estudio preliminar donde se ejecutaron 5 calas de 8.20m de profundidad cada una, en el mismo se concluye que la zona se caracteriza por la presencia de arena con algún contenido de grava y arcilla y nivel freático se encuentra a los 1.20m de profundidad a partir del terreno natural.

- Informe de la obra **“Ramillete de pozos Islotes I, II y III”** [Nodarse&Castelló 1985]. Es un informe para etapa de proyecto ejecutivo. Se ejecutaron 60 calas entre los tres islotes, 54 calas de 15.00m y 6 de 30.00m, perforándose un total de 1012.00m. Concluyéndose en la misma que la geología está compuesta por una capa de relleno margoso, una de cieno con turba, una capa de caliza coralina y una de arcilla, que la resistencia a compresión de la caliza coralina es de 31 kg/cm<sup>2</sup> y la cimentación podría ser en balsa la cual se recomienda situarla a 5.00m de la orilla así como no efectuar excavaciones a menos de 10 m de la misma para evitar asentamientos diferenciales,
- Informe de la **“Obra Isletas del canal”** [Castelló 1998]. Es un informe para etapa preliminar confeccionado por datos de archivo. En el mismo se concluye la existencia de cuatro capas compuestas por relleno variado, cieno con turba, arena arcillosa y caliza coralina, que la resistencia a la compresión simple es de 31 kg/cm<sup>2</sup> y el nivel freático fluctúa entre 0.89 y 1.15m.



*Figura 2.1: Ubicación de Obras antecedentes Fuente: ENIA 1985*

## 2.2 Generalidades. Ubicación Geográfica

### Ubicación

El área de estudio se localiza en Varadero, comprende tres islotes que se encuentran en el Canal de Paso Malo, limita con la Villa Kawama por el Norte y al Sur por la Marina Marlín (Dársena) y la Autopista (Figura 2.2.). Abarca un área total de 87460 m<sup>2</sup> aproximadamente. Las coordenadas cartográficas del centro de cada isleta, por el sistema Lambert y según la hoja 3985 III-d (Varadero) a escala 1:25000, son:

X	Y
469 014.730	366 842.197
469 426.133	366 911.164
470 140.172	366 991.617

*Tabla 2.1 coordenadas cartográficas del centro de cada isleta. Fuente: ENIA 1998*



*Figura 2.2: Ubicación geográfica del área de estudio. Fuente: ENIA 1998*

### Trabajos Realizados

Como el servicio solicitado corresponde a una zona donde se localizan varios estudios realizados anteriormente y teniendo en cuenta que es para una idea conceptual, se decidió ejecutar esta investigación para etapa preliminar por datos de archivo. Por tal razón, el trabajo que se ejecutó es totalmente de gabinete y durante el mismo se analizó toda la

información existente para determinar las condiciones geológicas de los estratos presentes en el área, así como las propiedades físicas-mecánicas y con el resultado de todo esto redactar el presente informe

En las obras bases de este informe se realizaron un total de 65 calas, con profundidades de 8.20m en 5 calas, 54 calas de 15.0m y 6 calas de 30.0m, las cuales se ejecutaron con una máquina perforadora UGB-50 que trabaja a percusión-rotación, una URB-2.5A que perfora a rotación y una máquina Standart sobre patín, perforándose un total de 1053.0 m lineales

Se tomaron muestras de los testigos obtenidos durante la perforación a las que se les realizaron los siguientes ensayos

- Humedad
- Granulometría
- Límite de Plasticidad
- Densidad
- Peso específico
- Resistencia a la compresión simple
- Porosidad

### **2.3 Características geológicas, hidrología, hidrogeología y geomorfología. Procesos físico-geológicos. Tectónica. Sismicidad.**

Las litologías encontradas en el área pertenecen al Cuaternario marino de Cuba, representadas por depósitos marinos, compuesta por barras de arenas carbonatadas de color crema grisácea, crestas de tormentas y por la Fm.Jaimanitas; esta zona constituye un típico biohermo que compone a las más baja de las terrazas Pleistocénicas de la costa Norte de la Provincia de Matanzas (Figura 2.3)

El grupo Jaimanitas (Pleistoceno) está compuesto por calizas detríticas (calcarenitas) de color blanco amarillento hasta beige muy claro, de granos tanto de roca como de concha y su diámetro varía de fino a grueso el cual llega, en ocasiones, hasta 3 o 4mm. Por la forma varían entre subangulosos y sobredondeados, planos y elongados, unidos debidamente por un cemento de tipo basal de composición margosa.

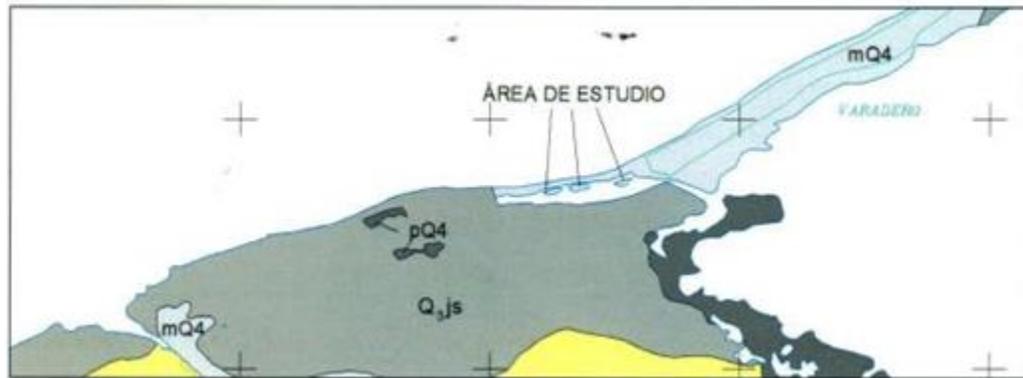


Figura 2.3: Mapa geológico del área de estudio. Fuente: ENIA 1998

### 2.3.1 Hidrología e Hidrogeología

Por la estrechez del área de estudio y encontrándose en medio de un canal, el acuífero es doble y sin presión. El nivel freático en estas investigaciones fue medido sistemáticamente y arrojó como valores promedios en horas de la mañana de 1.15m, en la tarde de 0.89m y la fluctuación es de 0.26m; por lo que fluctúa en función de la marea.

La permeabilidad determinada de estas rocas coralinas alcanza valores mayores de 1000m/día (10cm/s), por lo que se considera permeable.

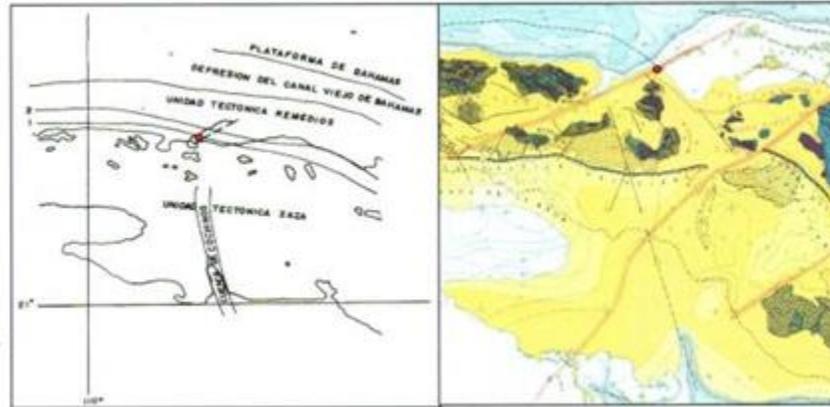
### 2.3.2 Geomorfología y procesos físicos-geológicos.

Desde un punto de vista geomorfológico, el territorio pertenece a la llanura abrasivo-acumulativa desudada en la costa norte y lacuno-palustre. Está compuesta por tres islotes que no son más que relictos del dragado que se realizó en el Canal de Paso Malo para unir las aguas de esta con el mar.

### 2.3.3 Tectónica

La formación de un gran sistema de fallas orientadas principalmente en dirección sublatitudinal y algunas longitudinales constituye un rasgo característico del Neógenos en Matanzas. Los movimientos tectónicos sostenidos durante la formación de los sedimentos post-orogénicos, provocaron fallas que produjeron por lo general estructuras de bloques por desplazamientos verticales. Debido a estas fallas y pliegues se formó, así mismo, un gran sistema de diaclasas, sobre todo en las rocas calcáreas.

El área enclavada en la Unidad Tectónica Zaza, forma parte de los complejos Alóctonos de la Zona Zaza, de la zona de afectación de la Falla Profunda Matanzas-Varadero y del Bloque Graben Habana- Matanzas (Figura 2.4)



*Figura 2.4 Esquema tectónico. Fuente: (Judoley, 1967)*

#### **2.3.4 Sismicidad**

De acuerdo al esquema de zonas sísmicas para el sector de la construcción, toda el área estudiada se ubica en la Zona 0 caracterizada por una sismicidad baja, sin efectos dañinos para la construcción u donde no es necesario tomar medidas sismo-resistentes en estructuras y obra. No obstante, desde el punto de vista estadístico no puede decirse que sea nula.

#### **2.3.5 Características ingeniero-geológicas**

Según los informes antecedentes en el área se detectó 4 capas ingeniero geológico bien diferenciado:

- CAPA A: Es una capa de relleno variado, en ocasiones se presenta arenoso, otras arcilloso o sencillamente calizo. Por lo general es producto del dragado del canal. Su espesor es variable va desde 0.50m hasta 3.0m. Se observó en todas las calas
- CAPA B: Cieno gris con turba, se presenta inmediatamente después del relleno, su consistencia va desde fluida hasta fluida-plástica, es de color gris o crema,

generalmente arenoso, pero también se encuentra arcilloso. Yace aproximadamente hasta los 4.0m

- CAPA C: Arena arcillosa de color gris crema con fragmentos. Constituye una variedad litológica observada en algunas calas.

Sus características físico-mecánicas, obtenidas a través de ensayos de laboratorios realizados, son los que a continuación se señalan y la misma clasifica como un suelo SC

*Tabla 2.2 características físico-mecánicas*

Propiedades	Humedad Natural W(%)	Límite de Plasticidad (%)			Granulometría (%)		
		LL	LP	IP	Arena	Limo	Arcilla
<b>Promedio</b>	4.35	30.90	19.40	11.50	63.34	18.84	16.82

*Fuente: ENIA Matanzas 1998*

- CAPA D: Caliza coralina de color gris, dureza baja, porosa y algo carsificada. Su recuperación es algo fragmentada y su índice de calidad muy bajo. Presenta las siguientes propiedades físico-mecánicas:

*Tabla 2.3 características físico-mecánicas*

Propiedades	Densidad húmeda $\gamma_f$ (Kn/m <sup>3</sup> )	Densidad Seca $\gamma_d$ (Kn/m <sup>3</sup> )	Densidad Saturada $\gamma_{sat}$ (Kn/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión $\delta C$ (MPa)	Peso específico de los sólidos PE
<b>Promedio</b>	16.9	16.8	17.2	3.1	2.72

*Fuente: ENIA Matanzas 1998*

Según el valor promedio de la resistencia a la compresión de esta roca, la misma clasifica como resistencia muy baja.

En resumen, en el área se presentan cuatro capas ingeniero geológicas que son:

- Relleno variado con espesor que puede llegar hasta los 3.00m

- Cieno gris con turba, puede llegar hasta los 4.00m
- Arena arcillosa, no es frecuente en el área
- Caliza coralina con profundidad de yacencia variable

### **2.3.6 Condiciones de cimentación**

Las condiciones de cimentación no son favorables para realizar una cimentación directamente sobre el estrato de caliza coralina pues se presenta a profundidades mayores de los 2.00m además de ser una roca de muy baja resistencia que se encuentra bajo el nivel freático, por lo que es posible que la misma sea indirecta con la utilización de pilotes

### **2.4 Características según el Plan de Ordenamiento territorial de Varadero 2013**

Debido el desarrollo alcanzado por el Polo Turístico Varadero y sus excepcionales condiciones naturales el gobierno de la etapa de la seudorepública a través de la Junta Nacional de Planificación (JNP), contrató famosos urbanistas para el estudio del plan regulador de Varadero, y creó en el 1955 la Autoridad del Centro Turístico Varadero (ACETVA) para llevar a vías de hecho el Plan Regulador de Varadero en cuestión. [POTV 2013]

El desarrollo turístico de la península durante el periodo enmarcado entre 1959 y 1990, estuvo dirigido al turismo nacional, esto incidió en el tipo de instalaciones preferenciadas; apartamentos, campamentos e infraestructuras de servicio para visitantes por un día provenientes de diversas localidades del país. El Instituto de Planificación Física (IPF) en 1974, inicia el estudio del Esquema de Desarrollo de Varadero al año 2000, bajo los criterios antes mencionados, aprobándose en el año 1977. [POTV 2013]

A partir de ese momento y hasta el último Plan de Ordenamiento territorial de 2013 se planificó, perfeccionó y transformó las diferentes zonas en dependencia de las nuevas necesidades de cada período y los criterios urbanísticos a tener en cuenta, en cada uno de esos estudios se hizo una evaluación del potencial natural de la Península de Hicacos, la localización de nuevas inversiones hoteleras, de servicios, redes de infraestructuras.

En la tabla 1 se muestra una evolución del potencial habitacional de los últimos planes directores aprobados, observándose un aumento significativo de las habitaciones potenciales en el sector de Punta Hicacos y una disminución importante en el sector Varadero Histórico y Kawama. [POTV 2013]

*Tabla 2.4. Evolución del potencial habitacional por sectores*

Sectores de Planeamiento	Planes de Ordenamiento			
	1994	1996	2001	2011
Oasis	1025	1100	907	797
<b>Kawama</b>	<b>2153</b>	<b>2400</b>	<b>2091</b>	<b>2083</b>
Varadero Histórico	7684-9684	5000-6500	5928	5946
Internacional	3406	3300	2868	4440
Las Américas	2338	2336	2686	2398
Chapelín-Los Taínos	4894	5600	4567	5271
Punta Hicacos	1500	3500-5000	4709	13015
Potencial Total	23000-25000	23236-26230	23756-27000	<b>34280</b>

*Fuente: (POTU.V,2013)*

Según el desarrollo del polo turístico y su consolidación como uno de los principales y más importantes del país, en 2018 luego de la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, se ha considerado por las características de la zona aumentar en número de niveles con el objetivo de alcanzar mayor número de habitaciones.

*Tabla 2.5. Total de habitaciones en el sector Kawama*

Nº	Parcela	Área total	Cantidad de habitaciones	Densidad
	Habitaciones existentes que permanecen	24.1	1301	54
	Habitaciones Propuestas	17.9	1519	77-85
	<b>Total</b>	<b>42.0</b>	<b>2820</b>	<b>64-67</b>

Fuente: (POTU.V,2018)

Tabla 2.6. Resumen de indicadores urbanísticos para el alojamiento turístico del sector.

Área para habitaciones por construir (ha)	Cantidad de habitaciones por construir	Densidad neta de alojamiento (hab/ha)	% de ocupación Mínimo-máximo	Altura Máxima
17.9	1519	77-85	25	15 plantas 47 m

Fuente: (POTU.V,2018)

#### 2.4.1 Características de la playa que influyen en la calidad para el desarrollo de las habitaciones hoteleras

La playa es un recurso natural de muy buena calidad para el turismo que se pretende desarrollar de 4 a 5 estrellas en la península. Sin embargo, existen sectores como el Oasis y Kawama que tienen problemas de afloramiento de rocas y disminución del ancho de la playa que si se pretende aumentar el alojamiento se confirma la necesidad de realizar vertimientos artificiales de arena y ejecutar proyectos de recuperación de la duna, que logren restablecer las características recreacionales de la playa que satisfaga la calidad del turismo. Uno de los sectores que mejor capacidad de carga y mejor calidad de la playa tiene es Internacional, donde se pretende un crecimiento habitacional. (POTU.V, 2013)

Tabla 2.5 Características de la costa y capacidad de carga de la playa Varadero por Sector de Planeamiento. (para un 70% ocupación)

Sector de planeamiento	Ancho de playa (m)	Longitud de costa (m)	Alojados existentes	Capacidad de carga existente m <sup>2</sup> /bañista	Capacidad de carga propuesta m <sup>2</sup> /bañista	Alojamientos propuestos
Oasis	18	800 P	185	44,3	11,8	1000
<b>Kawama</b>	<b>65,3</b>	<b>2900 P</b>	<b>1619</b>	<b>66,8</b>	<b>54,8</b>	<b>2820</b>

Varadero Histórico	52,7	3350 P	2398	42,0	32,3	4466
Internacional	70	2680 P	3232	47,4	34,5	4440
Las Américas	50	3470 P 1200 R	2346	52,8	-	-
Chapelin- Los Tainos	22	3200 P 600 R	4624*	17,0	10,0	3824
Punta Hicacos	62	6000 P 800 R	6331	51,0	-	-

*Fuente: (POTU.V,2013)*

#### **2.4.2 Desastres naturales y tecnológicos.**

Las características específicas de la península de Hicacos la exponen a un conjunto de fenómenos destructivos, que provocan posibles desastres, ya sea por fenómenos físicos-naturales, como antrópicos, lo que ocasiona en general daños humanos, a las viviendas, a los suelos y a la infraestructura. Las manifestaciones telúricas recientes en la Península de Hicacos evidencian la necesidad de realizar evaluaciones de microzonificación sísmica con vistas a la valoración de cimientos y diseños constructivos sismorresistentes. [CITMA 2001]

El sábado 7 de octubre del 2000 ocurrieron dos eventos sísmicos en el antes municipio de Varadero. Los trabajos macrosísmicos realizados por especialistas del CENAIIS permitieron definir que el área de mayor perceptibilidad fue el barrio conocido como Cueva del Muerto, en la zona de Santa Marta-Hotel Kawama.

Al Sur de la península de Varadero, con una intensidad de V grados en la escala MSK donde se han observado afectaciones leves en viviendas de tipo C, estos elementos permiten considerar a esta zona como la más próxima a la zona epicentral, aunque también fue perceptible en el resto de Santa Marta y Varadero, desde el Hotel Punta Arenas, hasta las inmediaciones del Hotel Internacional con intensidades de IV y III grados en la escala MSK. Se observa en la figura 2.5. [POTV 2013]

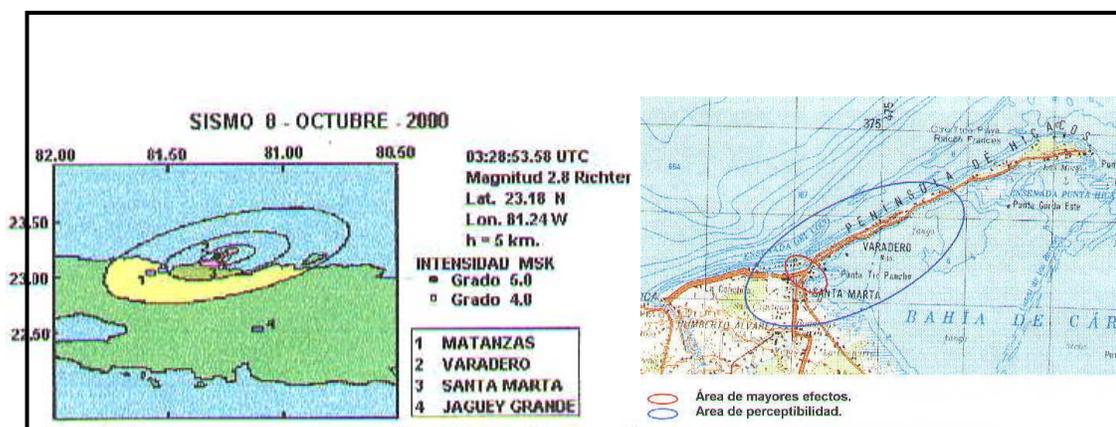


Figura 2.5 Áreas afectadas por Sismo en Varadero año 2000. Fuente: Archivos de la Defensa Civil Municipal

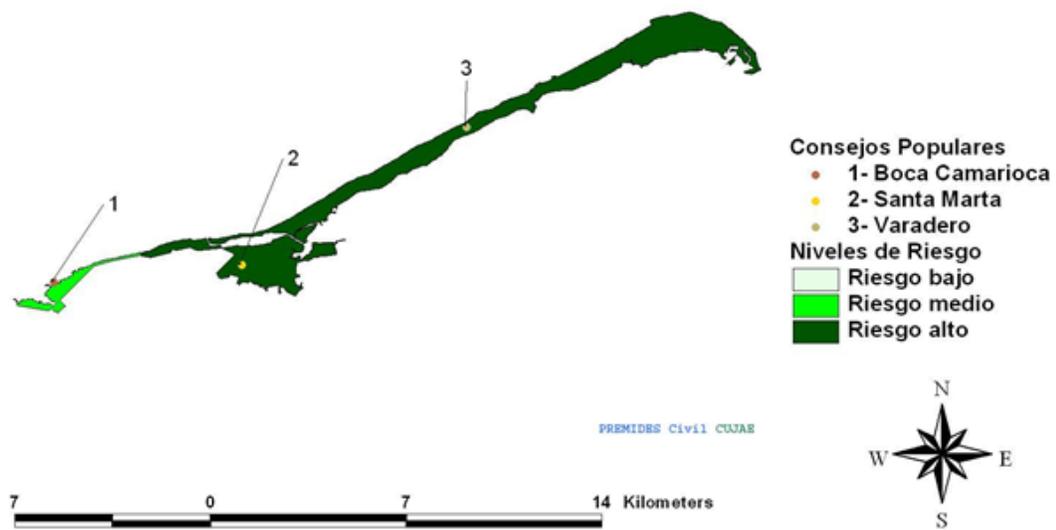
Por lo antes expuesto se infiere que para las nuevas construcciones en el área se deberá coordinar con el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAI) para tener presente el cumplimiento de la Norma Cubana Sismorresistente [NC 46:1999].

### 2.4.3 Peligros Hidrometeorológicos

Las tormentas locales severas, frentes fríos, bajas extra-tropicales, tormentas tropicales, estos eventos meteorológicos pueden causar fuertes vientos, inundaciones, penetraciones del mar, en toda el área de la Península.

Los Ciclones Tropicales son los que, mayores afectaciones traen consigo, a la infraestructura, a las edificaciones, a la población en general, traen consigo vientos que causan grandes efectos en el área como se refleja en la figura 2.6.

Las instalaciones ubicadas en Varadero, en general, se encuentran en una región costera con alto grado de peligro (CITMA 2004), debido a las bajas cotas de relieve, por los efectos de surgencia, las mayores afectaciones pueden ocurrir al paso de Huracanes con trayectoria crítica de Este a Oeste o cercana por tierra, por el mar cercano o sobre la tierra muy próxima a la costa.

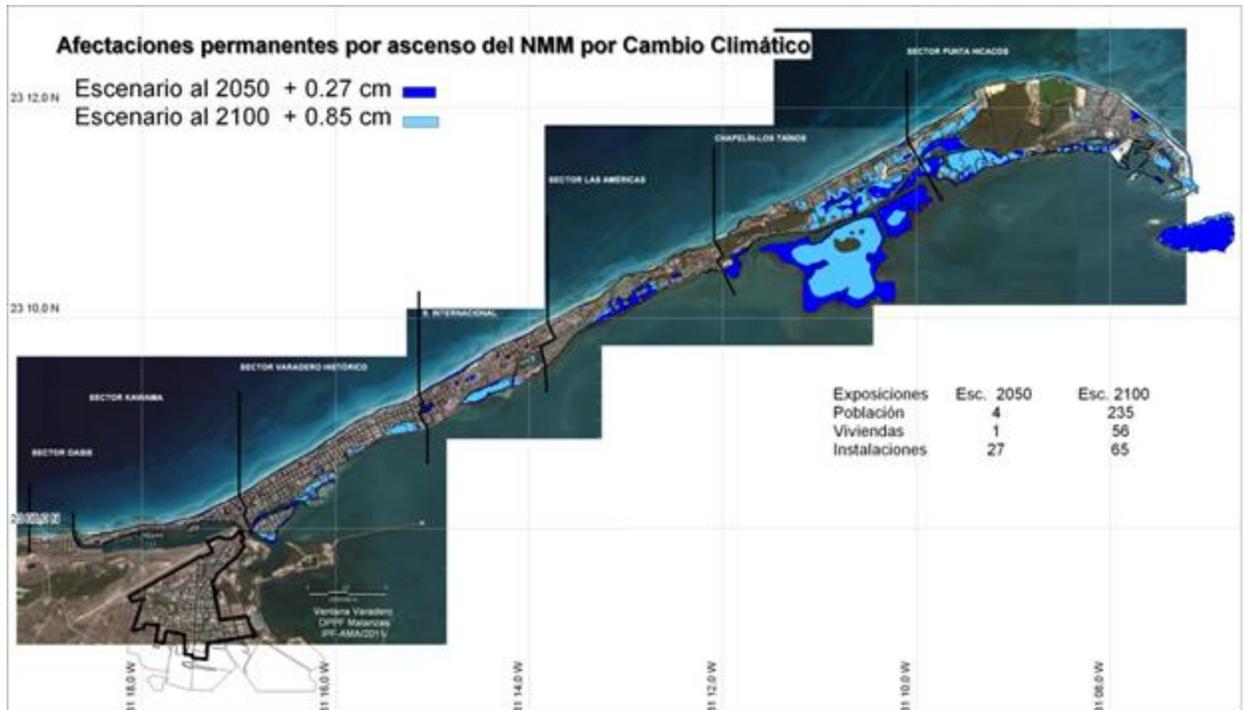


*Figura 2.6 Riesgos por fuertes vientos. Municipio Varadero Fuente: Estudios de PVR. AMA. CITMA 2010*

#### **2.4.4 Impactos previstos por el ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100.**

Los impactos se identificaron según el resultado de la modelación realizada para la elevación del nivel del mar para los años 2050 y 2100 y con la información disponible.

Se identificó que las zonas más propensas a ser afectadas por el ascenso del nivel del mar son: Chapelín-Los Taínos, teniendo en cuenta el área que pudiera quedar sumergida y le sigue Punta Hicacos, tanto para el año 2050 como en el 2100 y en menor medida algunas zonas del sector Varadero Histórico. En el sector Kawama no existe grandes preocupaciones, pero si hay que prestar especial atención a la zona del Canal de Paso Malo, pues con la elevación del nivel del mar el Canal e Isletas pueden llegar a inundarse, y a la franja de la zona de playa que quedará inundada por el ascenso del nivel medio del mar en todo Varadero. [POTU.V,2013]



*Figura 2.7 Áreas inundadas permanente por el ascenso del nivel medio del mar, Fuente: Proyecto 11. Evaluación del impacto y la vulnerabilidad de los asentamientos costeros por efecto del Cambio Climático y eventos meteorológicos severos. IPF.*

#### **2.4.5 Espacios para Parques**

De forma general la península cuenta con unas 4550 vallas de parqueo distribuidas en toda la península. De ellas el 40% son de uso público, el resto están asociadas a instalaciones hoteleras. Del total de vallas de uso público, 1823, el 77.12% (1406) se ubican en el sector Varadero Histórico. [POTV 2013]

Tabla 2.6 resumen de estacionamientos

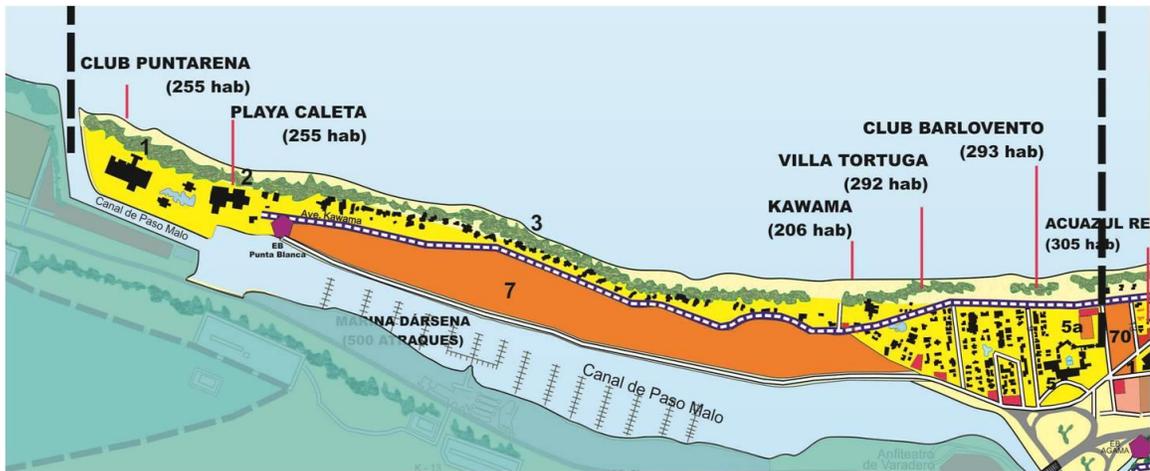
N	Sector de Planeamiento	Total	Capacidad (vallas).Tipo de uso			Observaciones
			Público	Semi público	Estatad	
1	Oasis	176	116	60	-	El número de vallas públicas se corresponden con las existentes en la Marina Dársena.
2	Kawama	105	20	-	85	La mayor parte de las vallas están vinculadas a instalaciones hoteleras.
3	Varadero Histórico	1406	839	162	405	Existen dos grandes áreas de parqueo ubicadas en Ave 3 <sup>a</sup> e/ 44 y 46 y en calle 54 y Autopista.
4	Internacional	545	206	339	-	Las vallas con carácter semi público están vinculadas a los estacionamientos de los hoteles.
5	Las Américas	818	395	423	-	Las vallas con carácter público están vinculadas a centro de convenciones Plaza América
6	Los Taínos	550	160	390	-	Las vallas con carácter público se ubican en las salidas a la playa y frente a la marina Chapelin.
7	Punta Hicacos	950	87	863	-	Las vallas con carácter público se ubican en las salidas a la playa
<b>TOTAL</b>		<b>4550</b>	<b>1823</b>	<b>2727</b>	<b>490</b>	

Fuente: POTV,2013

#### 2.4.6 Instalaciones

En el Sector Kawama en 2013 se culminó la construcción Alcantarillado del sector Kawama que dio solución desde Punta Blanca hasta Calle 8 donde se ubicaron 8 Estaciones de Rebombeco hacia los sistemas Oasis y Siguapa y servirán a más de 1300 habitaciones existentes en esta área. Este proyecto incluyó el soterramiento de las líneas de 13 kV que brindan servicio aéreo, así como nuevas luminarias y su alimentación.

## 2.5 Propuesta del plan de Ordenamiento territorial 2018 para el sector de planeamiento Kawama



*Figura 2.7. Propuesta del plan de Ordenamiento territorial para el sector de planeamiento Kawama 2018 Fuente: POTU.V,2018*

La propuesta del Plan se basa fundamentalmente en:

Referido al alojamiento no existe prácticamente potencial en tierra está casi concluido, se ha logrado una positiva imagen urbana, por lo que se proponen dos soluciones:

**A.** Según el Decreto Ley No.212 "Gestión de la zona costera" del CITMA, se deberán demoler parte de las instalaciones existentes, 318 habitaciones, por lo que se pretende aprovechar al máximo las potencialidades que tienen las isletas para el alojamiento y su fuerte vínculo a la actividad náutica del canal, por lo que se propone rellenar las áreas entre las isletas y unirlas a tierra firme para conformar un área de 17.2 ha o se rellenará lo necesario para lograr una capacidad de alojamiento de 1400 habitaciones con una ocupación COS máximo de 25% y alturas de 3 hasta 12 plantas puntualmente. El conjunto tomará como referencia la arquitectura contemporánea del sector. Las mayores alturas estarán en los dos extremos de desarrollo, y en el centro alturas bajas de hasta 3 plantas (11m) como máximo.

**B.** Potencial interno de un hotel existente unido a casas de alojamiento asiladas que implica modificación de límite del hotel y demolición de algunas instalaciones. Los

servicios extrahoteleros existentes se mantienen, no existe potencial para incremento en este sector por lo que se concentra en el mejoramiento y remodelación de los existentes.

La propuesta A implica la modificación de la vialidad:

1. Se construirá una nueva Avenida Kawama, como vía colectora, con todos los elementos actuales (malecón), que borde por el sur el área a crear, así se elimina el tránsito vehicular por el medio de la parcela o frente a playa.

2. Avenida Kawama se convertirá en un vial de convivencia, para formar una sección transversal como un amplio paseo peatonal, donde la vegetación y mobiliario urbano le impriman identidad al mismo y sirva de vínculo con, el que se unirá al antiguo Camino del Mar, con función de paseo peatonal, que va paralelo a la playa, vinculado directamente a la actividad de la playa en toda su extensión, con un diseño único integral para todo el paseo. Los vínculos al Paseo Peatonal (Camino del Mar) se realizarán a través de las calles norte – sur del Sector.

## **2.6 Análisis de las encuestas**

Se aplicaron un total de 35 encuestas (Anexo 2) a profesionales vinculados al sector de la construcción, en representación a las empresas que laboran en el polo turístico de Varadero, entre las que se encuentran:

- (DPPF, Plan Director Varadero), Departamento Provincial de Planificación Física
- Bluediamond Resort
- CNA CCORAL
- MINTUR Varadero
- Empresa contratista de Obras de Varadero ARCOS
- INMOTUR (Inmobiliaria del Turismo “Varadero”)
- CITMA Varadero
- GECOT-BCOA 47 y 36

**Pregunta 1:** ¿Qué cree usted sobre cuando un edificio se puede considerar alto?, hubo discrepancia entre los criterios de cada profesional, algunos de ellos:

- A partir de los 5 niveles, pues se hace necesario por norma colocar ascensores
- Tenga más de 12 niveles
- Sobrepase los 30m sobre el nivel de terreno
- Supere los 10 niveles de altura, tenga tipología de área en planta mínima y aprovechamiento de los espacios

A pesar de que el 43% de los encuestados concuerda con la idea de que un edificio alto es aquel que supere los 5 niveles de altura y por ende se hace necesario la instalación de ascensores, se necesitaría de una norma que los identifique propiamente, así como sus requisitos técnicos, tecnológicos, entre otros elementos necesarios para la construcción del mismo.

**Pregunta 2:** ¿Por qué cree que se ha vuelto tendencia en la actualidad la construcción de edificios altos?

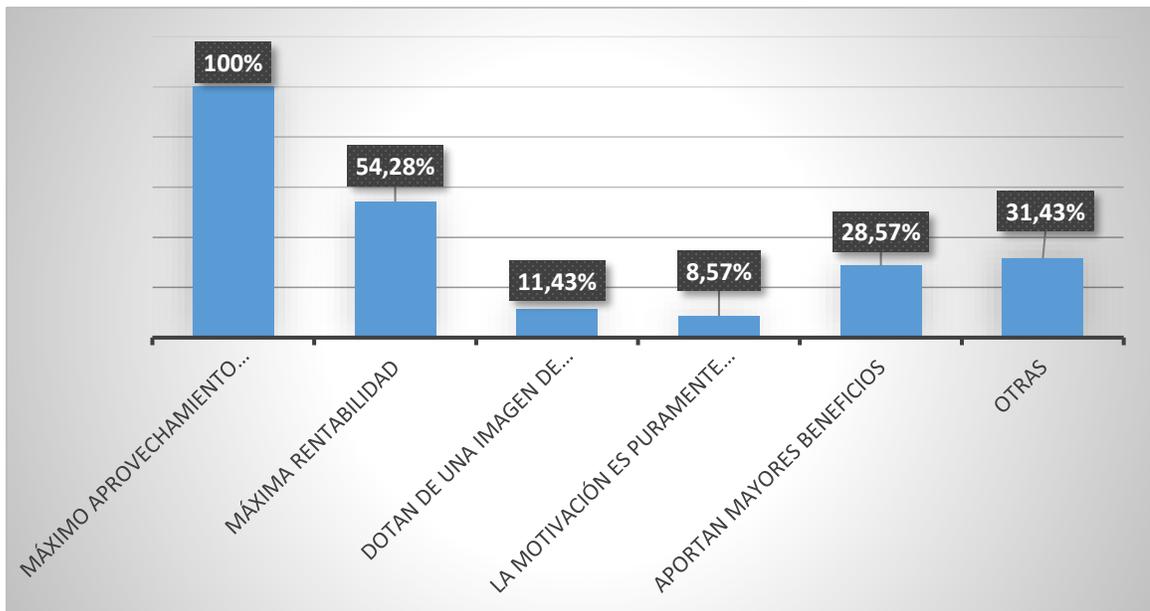
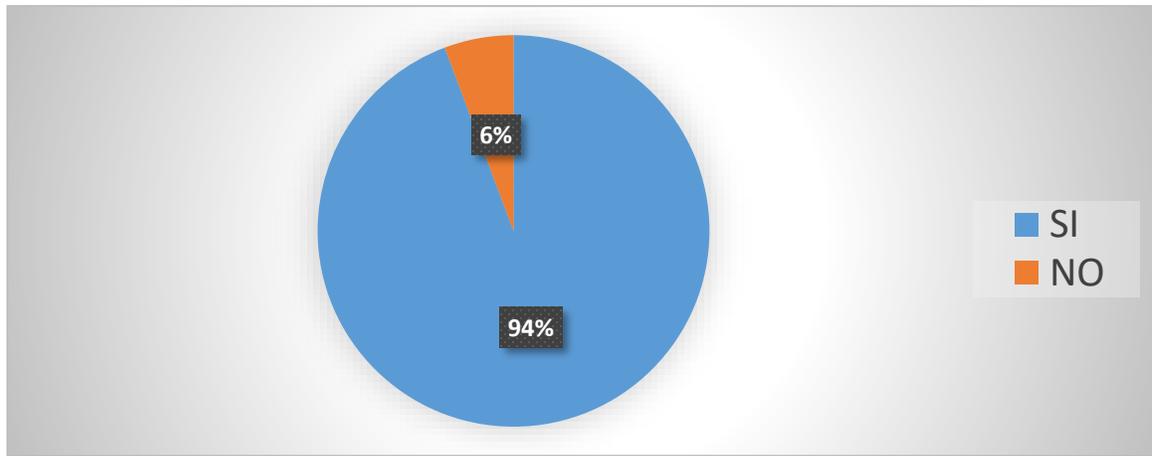


Figura 2.8. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia

Existe mucha discrepancia en lo que respecta a esta pregunta pues cada uno posee un punto de vista diferente sobre la tendencia de estos tipos de edificaciones, pero el 100% concuerda que la principal motivación para su construcción viene dada por el máximo aprovechamiento de suelo que se obtiene con estos

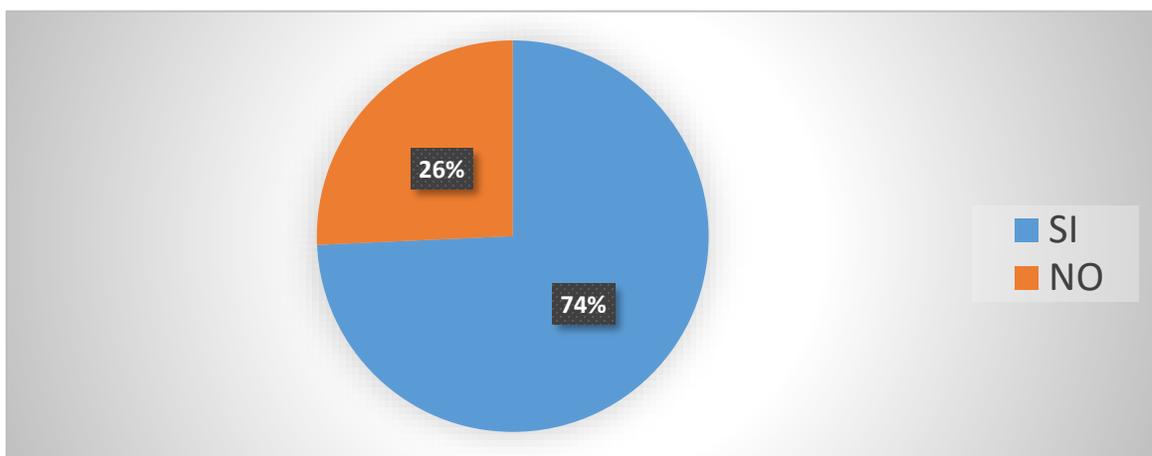
**Pregunta 3:** ¿Cree usted que un edificio alto, en vez de uno que se construiría en la zona tradicionalmente, solucionaría los problemas de déficit habitacional, y de suelo existente en el sector de Kawama?



*Figura 2.9. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia*

La gran mayoría el 94 % opina que si resultaría beneficioso la construcción de un edificio alto en la zona porque resolvería el problema de déficit habitacional que actualmente existe en la zona, mientras que el 6% de los encuestados no lo cree que arruinaría las visuales de la zona y constituiría un choque con la arquitectura tradicional del sector.

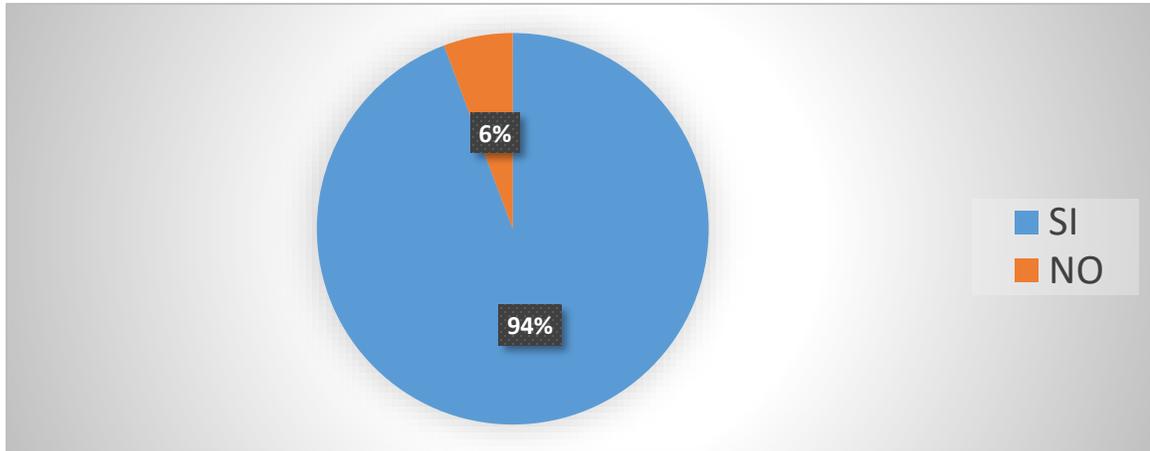
**Pregunta 4:** ¿Cree usted, que nuestro país cuenta con la tecnología, equipos y los materiales para la construcción de este tipo de edificaciones y para su mantenimiento?



*Figura 2.10. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia*

La gran mayoría este de acuerdo en que nuestro país cuenta con la tecnología, equipos y los materiales para la construcción de este tipo de edificaciones pues existen empresas e inversionistas que los suministran, pero también afirman que para después de la puesta en marcha del hotel si resultaría una dificultad el mantenimiento de la misma.

**Pregunta 5:** ¿Serían viables técnicamente para usted este tipo de construcciones verticales?



*Figura 2.11. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia*

La gran mayoría, el 94% de los encuestados, está de acuerdo que técnicamente existen todas las condiciones en el lugar para acometer trabajos de esta envergadura, están de acuerdo con que algunas fases del proceso constructivo pueden resultar complicadas, pero existen todas las tecnologías para darle solución al problema que se pudiera presentar.

**Pregunta 6:** ¿Serían viables económicamente para usted este tipo de construcciones verticales?

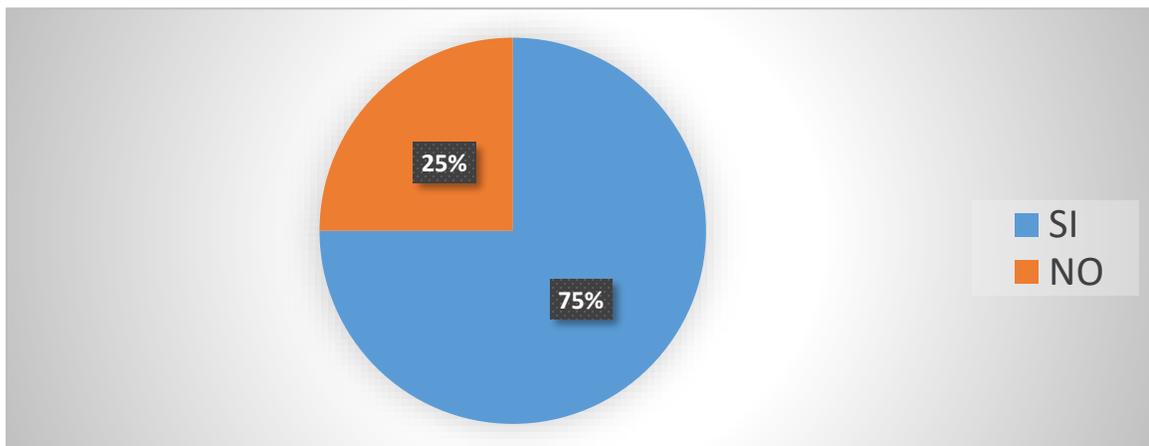


Figura 2.12. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia

A primera vista si resultaría viable pues traería consigo una serie de ventajas según el 75%, máximo aprovechamiento del suelo para obtener mayor cantidad de superficie útil por metros cuadrados lo que traería mayor número de habitaciones, aunque esto no es suficiente para decir que fuesen viables, se necesitaría de un estudio de mercado, estudio de costos, de factibilidad para determinar con exactitud la viabilidad económica de un proyecto de esta índole

**Pregunta 7:** ¿Cuál cree que fuese la principal dificultad en la construcción de un edificio alto en la zona?

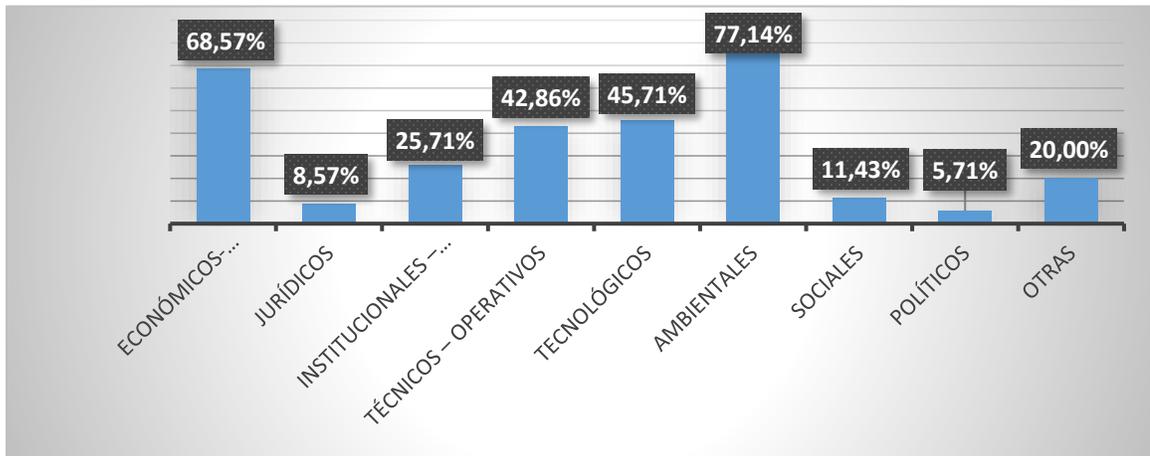
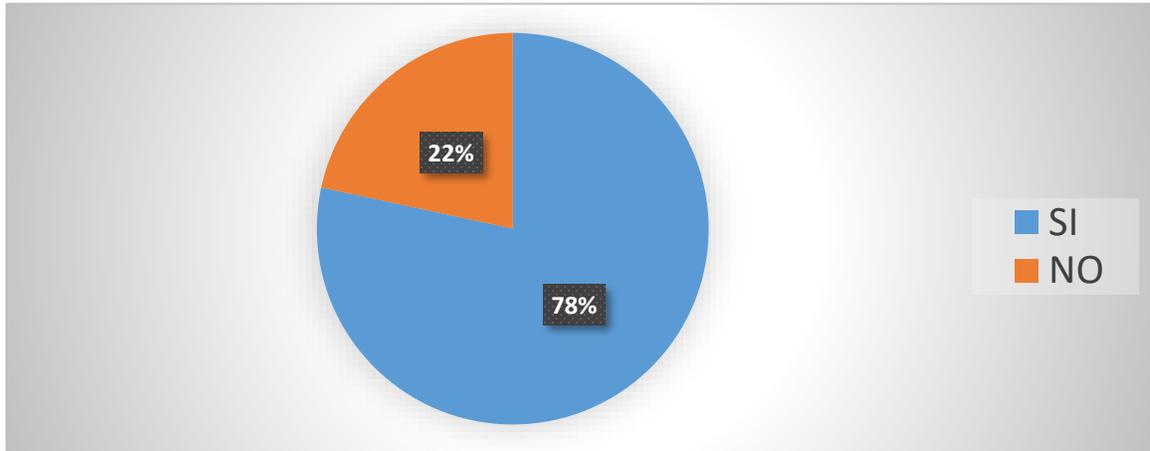


Figura 2.13. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia

Aunque fueron variadas las opiniones, el 77,14 % de los encuestados está de acuerdo que uno de los principales problemas que se manifestaría con la construcción de este tipo de edificio fueron problemas ambientales, por la envergadura del mismo, que necesitarían más materiales, más maquinaria, lo que afectarían al medio donde se ejecutara la obra. Le siguen con un 68,57% problemas económicos y financieros, tecnológicos con 45,71%, técnicos-operativos con 42,86%, y en menor medida los jurídicos, institucionales, sociales y políticos.

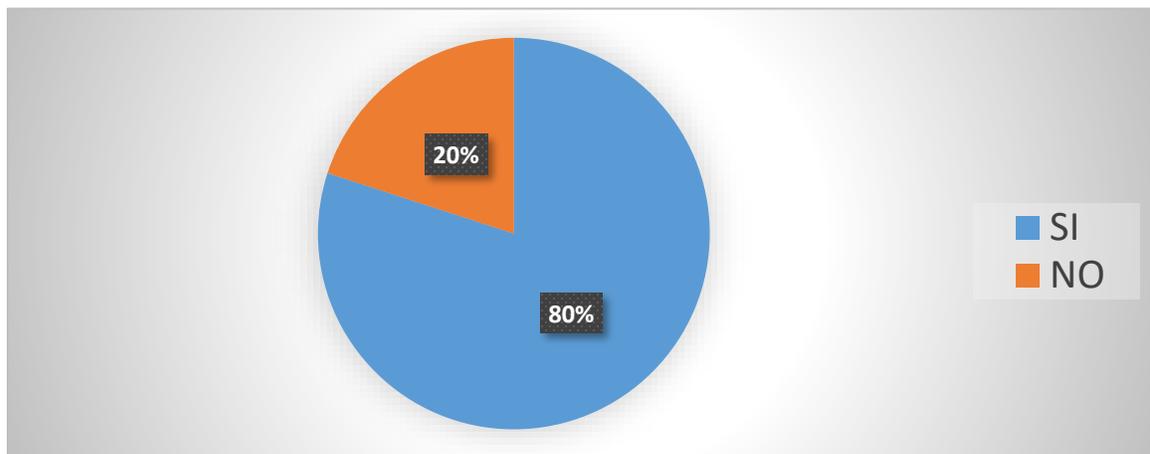
**Pregunta 8:** ¿Cree usted que las empresas constructoras existentes en la zona estarían capacitadas para llevar a cabo este tipo de construcciones?



*Figura 2.14. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia*

El 78% considera que las empresas existentes en la zona pudieran llevar a cabo este tipo de construcciones, actualmente se realizan construcciones altas, pero en caso de superar los niveles existentes en la península ahora, cada empresa tendría que capacitar a sus trabajadores en el tema, pero que no fuera obstáculo ninguno para realizar esta tarea.

**Pregunta 10:** ¿Recomendaría o estaría de acuerdo usted la construcción de un edificio alto en el sector Kawama o en otro sector de la Península de Hicacos?



*Figura 2.15. Gráfico de análisis de encuesta. Fuente: elaboración propia*

El 80% de los encuestados si recomendaría la construcción de este tipo de edificaciones porque resultaría beneficioso para la zona debido al déficit habitacional existente en la

zona, siempre y cuando se respeten los términos ambientales a tener en cuenta en la construcción del mismo. El 20% por el contrario no recomendaría la construcción de estos tipos de edificios altos pues la magnitud de este proceso de construcción resultaría de un impacto adverso al medio ambiente y a la arquitectura tradicional de la zona.

## **CONCLUSIONES PARCIALES**

1. Se caracterizó la zona de estudio de Kawama como uno de los 7 sectores de planeamiento territorial de Varadero y se plantearon los estudios preliminares que se deben realizar en la etapa Preliminar de Proyecto en la Isletas de Kawama para conocer las particularidades del suelo de la zona.
2. Se ubicó el área de estudio en Varadero, comprende tres islotes que se encuentran en el Canal de Paso Malo, limita con la Villa Kawama por el Norte y al Sur por la Marina Marlín (Dársena) y la Autopista y abarca un área total de 87460 m<sup>2</sup> aproximadamente.
3. Se caracterizó la geología, hidrología, hidrogeología y geomorfología de la zona, así como los procesos físico-geológicos la tectónica y la sismicidad para llegar a la conclusión previa, aunque habría que realizar estudios de suelos más profundos, la zona presenta cuatro capas ingeniero geológicas que son: relleno variado con espesor que puede llegar hasta los 3.00m, cieno gris con turba, puede llegar hasta los 4.00m, arena arcillosa, no es frecuente en el área y caliza coralina con profundidad de yacencia variable
4. Se describió la zona según el Plan de Ordenamiento territorial de Varadero 2013 y 2018 para determinar que un edificio alto resolvería el déficit habitacional existente en la zona, así como los elementos circundantes a esta y que tienen incidencia sobre la construcción del mismo
5. Se aplicaron un total de 35 encuestas a profesionales vinculados al sector de la construcción, en representación a las empresas que laboran en el polo turístico de Varadero sobre la construcción de un edificio alto en la zona para conocer sus principales beneficios y complicaciones

## **CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En el presente trabajo luego de caracterizada la zona de estudio para la localización del edificio alto se elabora una solución conceptual del análisis de técnico y ambiental que sirva de metodología para construcción de un edificio alto en el sector Kawama, especialmente en las parcelas descritas anteriormente y se toma en cuenta la propuesta A sobre rellenar los espacios entre isletas.

### **3.1 Propósito del capítulo**

La conclusión a arribar sería de que la construcción de un edificio mayor de 12 niveles como los que se están construyendo ahora sería ventajoso y viable para el sector turístico en Varadero. El uso que se le propone al edificio alto es el de instalación hotelera y comercial, no sería viable ni factible otro uso para el mismo, pues un hospital, instalación de carácter educacional, deportivo son actividades son totalmente gratuitas en nuestro país y no reportarían ganancias, ni se recuperaría a corto, ni mediano plazo la inversión realizada.

En caso de aprobarse y poner en marcha la propuesta A del Plan de Ordenamiento Territorial 2018 mencionado anteriormente, el sector Kawama quedaría prácticamente sin capacidad hotelera, por lo que un edificio alto sería la solución principal a esta problemática, además situándose a la entrada de Varadero constituiría un icono y llamaría la atención de todo foráneo que visitara el polo turístico.

### **3.2 Propuesta de solución conceptual del análisis técnico**

Para analizar la viabilidad técnica de un edificio hay que tener en cuenta una serie de factores para poder arribar a la conclusión de si el proyecto técnicamente sería ejecutable o no. Para ello a continuación se muestra una propuesta de análisis de las variables técnicas más importantes a la hora de construir un edificio alto en la zona.

### 3.2.1 Cimentación

Las condiciones de cimentación no son favorables para realizar una cimentación directamente sobre el estrato de caliza coralina pues se presenta a profundidades mayores de los 2.00m además de ser una roca de muy baja resistencia que se encuentra bajo el nivel freático, por lo que es posible que la misma sea indirecta con la utilización de pilotes

Se necesitará realizar un estudio detallado de suelo para así conocer el tamaño de cada estrato, si es uniforme en toda la extensión que abarcará la construcción y determinar qué tipo de cimentación deberá realizarse exactamente, aunque con los datos indagados de la calidad que posee el suelo conociendo que es un terreno malo y la altura que se propone de la edificación la cimentación más conveniente sería por pilotes, aunque pueden haber otros tipos de cimentaciones para otro tipo de estructuras que puedan realizarse dentro de la parcela o combinaciones de ellas

Las opciones de cimentación más comunes para edificios altos son las losas compensadas, las piloteadas o la combinación de ellas. Muchos rascacielos se construyen con losas peraltadas y también se utiliza la losa de cimentación en combinación con pilotes que, en conjunto, satisfacen los criterios de capacidad de carga y de asentamientos. Se le deberá prestar especial atención a los asentamientos que pudieran ocurrir en las estructuras anexas a esta parcela especialmente por la diferencia de niveles que van a existir entre ellas ya que esto daría lugar a grandes tensiones en la estructura por deformación excesiva de la misma, debiéndose en su caso, fijar un valor máximo para estas diferencias y considerarlas en el cálculo estructural.

La dimensión de cada pilote se analizará en dependencia de los resultados de un estudio de suelo profundo de la zona de estudio, pues con los datos de suelo no es suficiente la información para arrojar una solución específica. Además, para su cálculo y dimensionado, se precisa conocer el peso total de la obra (enteramente acabada y con sobrecargas) y la aptitud portante del terreno elegido como firme. Se recomienda además el análisis y diseño sísmico de la misma, aunque los sismos, son prácticamente nulos en

la zona y si suceden son de menor categoría es necesario tener en cuenta los valores que arrojarían un evento como este y su influencia en la cimentación.

### **3.2.2 Estructura resistente al viento**

Aunque el viento no es un factor tan determinante en la zona, pues no cambiaría mucho las condiciones de este con las demás edificaciones que se ejecutan actualmente se deberá prestar especial atención para determinar las cargas que este transmitiría a los cimientos. Además, en caso de los materiales a utilizar en este edificio, si en algún caso fuera una fachada de vidrios habría que estudiar la resistencia de estos antes fuertes vientos.

Se le deberá prestar especial atención a estudios de los fenómenos producidos por el viento, entre ellos, masas de aire, brisas, vendavales o tormentas extratropicales, anticiclones, ciclones o depresiones, huracanes tropicales, tormentas eléctricas y tornados y trombas. Los fenómenos atmosféricos son muy frecuentes en nuestra provincia y Varadero es fuertemente azotado por estos, por tanto, se realizarán estudios con los valores de velocidad de vientos máximas históricas en la zona.

Se realizará un estudio profundo para analizar los efectos más comunes del viento sobre las construcciones son:

- Deformidad excesiva
- Pérdida de la estabilidad
- Fatiga
- Rotura de elementos estructurales
- Rotura de elementos no estructurales
- Voladuras de techo
- Vibraciones que afectan a la comodidad de los ocupantes
- Efectos sobre los peatones

A partir de que algunas de las causas principales en la generación de estos efectos del viento son:

- Condiciones climáticas
- Velocidad del viento
- Efectos dinámicos producidos por presiones fluctuantes
- Dirección del viento
- Variación estacional

- Errores de proyecto, tales como, coeficientes aerodinámicos mal escogidos y errores en la estimación de la presión interna
- Choque de objetos
- Errores constructivos

El análisis de la serie tri-horaria de velocidad y dirección del viento de la estación meteorológica de Varadero (1997-2014) indica que, subdividiendo en 16 los rumbos posibles (Fig. 3.1) resulta predominante el este (22.8 %), seguido por ENE (12.2 %) y NE (10.4 %) [Morales *et al.*, 2018]. La velocidad media es de 14.9 km/h. La velocidad media en el rumbo predominante es de 17.2 km/h, sólo superado por el ENE (17.4 km/h), si bien la diferencia en cuanto a la frecuencia relativa de uno y otro resulta notable. Por demás, es posible apreciar la frecuente imposición de vientos del ENE al ESE, en el rango de velocidad entre 5 m/s y 7 m/s (18.0 km/h y 25.2 km/h respectivamente) (Fig. 3.2).



Figura 3.1: Rosa de los Vientos con Frecuencia Relativas (%) por Rumbo para la serie tri-horaria de la estación meteorológica de Varadero (1997-2014). Fuente: estación meteorológica de Varadero

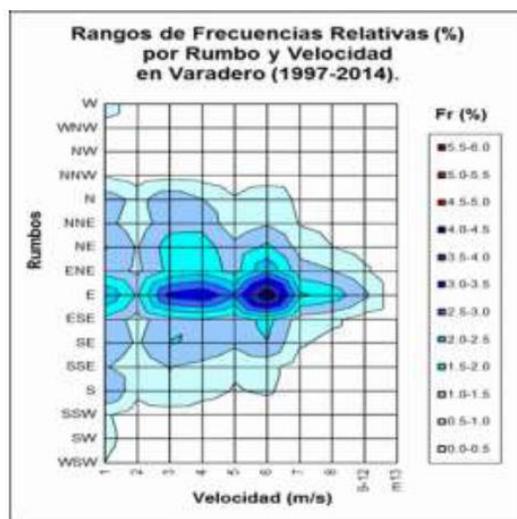


Figura 3.2: Rangos de Frecuencias Relativas (%) por Rumbo y Velocidad (m/s) para la serie tri-horaria de la estación meteorológica de Varadero (1997-2014). Fuente: estación meteorológica de Varadero

Debe señalarse que, para el caso de la playa de Varadero, los rumbos de viento que aportan energía mecánica directamente a las corrientes litorales responsables del transporte litoral de sedimentos para el sector en cuestión, atendiendo a la orientación de la línea de costa (acimut de 70°), van desde el W hasta el ENE (Fig. 3.3) [Juanes, 1996].

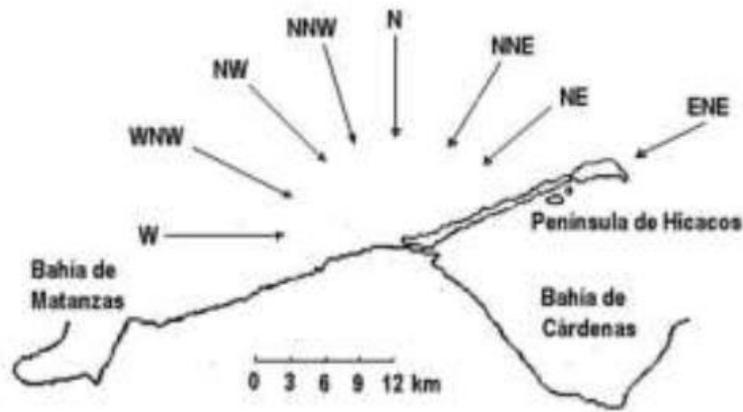


Figura 3.3 Orientación predominante de los vientos en Varadero. Fuente: estación meteorológica de Varadero

A lo largo del año, el Este permanece como rumbo predominante, sin embargo, los meses de la temporada invernal se caracterizan por el incremento en la frecuencia relativa de los rumbos de componente Norte, lo que, junto a la imposición de calmas y débiles brisas en el verano, evidencian cierto comportamiento estacional del viento en el territorio, lo que da lugar a una dinámica litoral más activa durante la temporada invernal (Fig. 3.4 y 3.5). Sólo el azote de un ciclón tropical puede alterar esta regularidad.

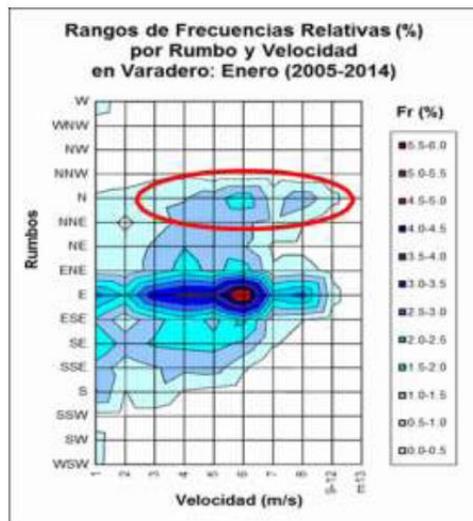


Figura 3.4: Rangos de Frecuencias Relativas (%) por Rumbo y Velocidad (m/s) en Varadero: Enero (2005-2014). Notar la mayor presencia de rumbos de componente Norte. Fuente: estación meteorológica de Varadero

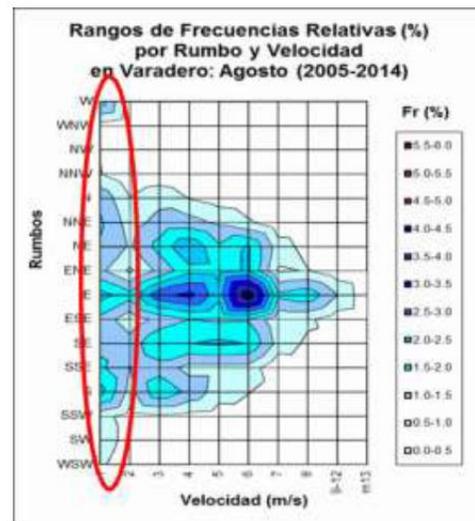


Figura 3.5: Rangos de Frecuencias Relativas (%) por Rumbo y Velocidad (m/s) en Varadero: Agosto (2005-2014). Notar una mayor frecuencia en registros con velocidad inferior a 2m/s (7.2km/h). Fuente: estación meteorológica de Varadero

Si bien los ciclones tropicales resultan altamente impredecibles a largo plazo, la alternativa ingeniera propuesta debe tomar en cuenta sus posibles impactos dado el relativamente corto período de retorno de sus efectos a la playa de Varadero, por lo cual serán considerados en las simulaciones a realizar.

Desde 1950, año en que comienza a darse nombres propios a estos eventos, han cruzado el referido polígono las trayectorias de un total de 64 organismos ciclónicos tropicales o subtropicales de diversas intensidades. Si se consideran los vientos de mayor fuerza al momento de cruzar el cuadro seleccionado, clasifican 20 como depresión tropical o subtropical; 21 como tormenta tropical o subtropical; 7 alcanzaron la categoría 1 como huracanes y 6, la categoría 2, además de otros 4 con categoría 3 y 6 con categoría 4; ninguno superó los 250 km/h requeridos para clasificar como huracán categoría 5 de la escala Saffir-Simpson.

Para confeccionar la cronología de ciclones tropicales que han afectado en mayor o menor medida la playa de Varadero, se mantuvo el criterio planteado por [Izquierdo 2004] de asumir un radio de 100 millas náuticas (185.2 km) y se trabajó con un polígono entre 21.4° y 24.8° de latitud Norte y 79.7° y 83.4° de longitud Oeste (Tabla 3.1).

*Tabla 3.1: Serie cronológicas de ciclones tropicales cuya trayectoria pasa por el polígono especificado*

Serie Cronológica de Ciclones Tropicales (21.4-24.8 LN y 79.7-83.4 LW)								
Año	Nombre	Cat	Año	Nombre	Cat	Año	Nombre	Cat
1950	BAKER	TT	1970	FELICE	DT	1998	GEORGES	H2
1950	EASY	H1	1970	GRETA	TS	1999	IRENE	H1
1950	KING	H3	1971	LAURA	TS	2001	MICHELLE	H4
1951	ITEM	TT	1972	DAWN	DT	2002	LILI	H2
1952	T. Subtropical	TS	1976	DOTTIE	DT	2004	CHARLEY	H3
1952	FOX	H4	1979	CLAUDETTE	DT	2005	DENNIS	H4
1953	ALICE	TT	1979	FREDERIC	TT	2005	KATRINA	H2
1953	T. Subtropical	TS	1980	D. Tropical	DT	2005	RITA	H2
1956	T. Subtropical	TS	1981	DENNIS	TT	2006	CHRIS	DT
1958	ELLA	TT	1982	ALBERTO	H1	2006	ERNESTO	TT
1958	JANICE	TT	1985	ELENA	TT	2008	FAY	TT
1960	DONNA	H4	1985	KATE	H2	2008	GUSTAV	H4
1960	FLORENCE	DT	1987	D. Tropical	DT	2008	IKE	H1
1964	HILDA	DT	1987	FLOYD	H1	2008	PALOMA	DS
1964	ISBELL	H3	1987	D. Tropical	DT	2010	BONNIE	TT
1966	ALMA	H3	1988	D. Tropical	DT	2010	NICOLE	TT
1966	INEZ	H1	1990	D. Subtropical	DS	2010	PAULA	TS
1968	BRENDA	DT	1990	MARCO	TT	2012	ISAAC	TT
1968	GLADYS	H1	1991	FABIÁN	TT	2016	HERMINE	DT
1969	D. Tropical	DT	1993	D. Tropical	DT	2017	IRMA	H4
1969	D. Tropical	DT	1994	GORDON	TT			
1969	JENNY	DT	1996	LILI	H2			

*Fuente: estación meteorológica de Varadero*

### **3.2.3 Instalaciones**

Dentro de las instalaciones se le prestará mayor importancia a la instalación de ascensores, redes de abastecimiento de agua, y seguridad ante incendios por ser los elementos que mayores dificultades presentarían en la construcción de este tipo de edificios.

#### **Instalación de ascensores**

Según las regulaciones del Plan de Ordenamiento territorial y la [NC 45-1: 1999] la instalación de ascensores será de extrema obligación si el edificio supera los 5 niveles, por tanto, para la construcción de este edificio en la zona se deberá tener en cuenta la instalación de varios ascensores en dependencia de del estudio de densidad poblacional

Según la [NC 45-2: 1999], los tipos de ascensores a considerar en los establecimientos de alojamiento son:

- ascensores para pasajeros
- ascensores para los servicios;
- ascensores para cargas o montacargas
- montaplatos o minicargas.

La relación de la cantidad de ascensores con respecto a la capacidad de sus cabinas, podrá ajustarse, dentro de las características de confort de los establecimientos de 5 y 4 estrellas, ya que no siempre es dependiente de su capacidad. Esta se precisará en el Programa o en las Ideas Conceptuales. La cantidad de ascensores que se recomienda considerar según la [NC 45-2: 1999] son:

- para pasajeros: uno por cada 100 habitaciones o fracción.
- para los servicios: uno por cada 150 habitaciones o fracción.

Requisitos generales de los ascensores para pasajeros:

- Estarán diseñados tanto en su capacidad, velocidad, seguridad, iluminación confort fundamentalmente para el movimiento de huéspedes entre los diferentes

niveles de un establecimiento de alojamiento, y en particular desde el nivel de vestíbulo principal o lobby hacia las áreas de alojamiento

- Los parámetros anteriores estarán en correspondencia con la categoría del establecimiento. Su ubicación responderá al movimiento o flujo entre estas áreas.
- Se cumplimentarán los requerimientos para minusválidos con limitaciones motoras que se establecen en la NC 53-199.
- La distancia máxima a recorrer desde el ascensor hasta la última habitación se recomienda no exceda los 40 m.
- En todas las categorías podrán ser operados con o sin ascensorista. en las categorías de 5 y 4 estrellas estarán dotados de un sistema de comunicación telefónica desde su cabina hasta un punto en el exterior el cual se situará en el área de maleteros o en el área de recepción o carpeta.
- Los cuartos de máquina deben estar protegidos o aislados para evitar vibraciones y ruidos.
- Como accesorios adicionales de la cabina se pueden incluir, ventiladores, altavoz para música indirecta y llamadas, pizarra anunciadora de servicios y actividades que se ofertan y banqueta o asiento plegable para ascensorista.
- Las cabinas serán construidas con materiales que faciliten su limpieza y mantenimiento.
- En casos excepcionales en establecimientos de alojamiento de 5 y 4 estrellas podrán utilizarse ascensores de pasajeros panorámicos, en los que de instalarse en exteriores se tendrá en cuenta las condiciones de humedad y salinidad de nuestro país.

Los tipos de ascensores, su nivel de utilización y otros parámetros, fundamentales determinantes para la operación turística se recomiendan en la Tabla 2.

*Tabla 2 especificaciones de los ascensores para hoteles y apartoteles*

Denominación/Requerimientos	Categoría		
	5*	4*	3*
Ascensores para pasajeros a partir del vestíbulo principal y el número de plantas (1)	± 1	± 2	± 2
Ascensores para los servicios a partir del vestíbulo principal y el número de plantas (1)	± 1	± 2	± 2
Capacidad recomendada de la cabina en personas	8/15	8/15	8/15
Tiempos máximos de espera en segundos	35/45	35/45	45/55
Capacidad de carga en kilogramos	900/1350	900/1350	700/900
Velocidades en m/s de acuerdo al número de plantas para los ascensores de pasajeros			
De 2 a 8	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0
De 8 a 14	1,5	1,5	1,5
De 14 a 20	2,5	2,5	2,5
De 20 a 30	3,5	3,5	3,5
Velocidades en m/s de acuerdo al número de plantas para los ascensores de servicio:			
De 2 a 8	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0
De 8 a 14	1,0	1,0	1,0
De 14 a 20	1,5	1,5	1,5
De 20 a 30	1,5-2,5	1,5-2,5	1,5-2,5
Ancho mínimo de puerta			
Pasajero	0,90 m		
Servicio	1,00 m		
Carga	1,10 m		
Montaplato	0,70 m		

**NOTAS: (1)** Los signos señalados significan el número de plantas o pisos en que se deberá prever ascensores a partir del vestíbulo principal. El signo negativo abarca los casos de establecimientos donde su acceso y vestíbulo principal se encuentran en un nivel superior a la totalidad o parte de sus plantas a las que se debe acceder por ascensores.

*Fuente: NC 45-2: 1999 Bases de diseño para el turismo. tecnología turística, arquitectura y localización*

En esta tabla no se tienen en cuenta las velocidades necesarias a tener por los ascensores cuando el edificio presenta más de 30 niveles por lo tanto se hace necesario en caso del edificio poseer más de estos niveles ajustarse a normas internacionales para que el

confort de los pasajeros sea el máximo posible y la distancia a recorrer sea en el menor tiempo posible.

### **Seguridad ante incendios**

Se tendrá en cuenta todos los requisitos estipulados en la [NC-9626-1982], en la misma los edificios altos se clasifican en 4 grupos según su altura para su diseño en contra incendios:

*Tabla 3.2 Clasificación de los edificios altos según la NC-9626-1982*

<b>Altura(m)</b>	<b>Clasificación</b>
De 23 hasta 30	Grupo I
Más de 30 hasta 50	Grupo II
Más de 50 hasta 80	Grupo III
Más de 80	Grupo IV

*Fuente: NC-9626-1982*

Entre los requisitos generales se encuentran:

- Para proyectar edificios incluidos en el Grupo IV se consultará con las entidades correspondientes de la Dirección de Prevención y Extinción de Incendios del Ministerio del Interior (DPEI) además de cumplir con lo establecido en la norma.
- Los edificios altos de los Grupos III y IV se equiparán con sistemas de detección de incendios y botones de alarmas en coordinación con la DPEI, distribuidos por entresijos y controlados por una pizarra general de detección de incendios situada en la planta baja del edificio o en un punto central.
- Se deberá prestar especial atención a los suministros de energía y de sustancias combustibles a los equipos que usan fuegos. Tabla 3.3

*Tabla 3.3 Suministradores de energía permitidos en los edificios altos según la NC-9626-1982*

Suministradores de energía y sustancias combustibles para los equipos que usan fuego para los equipos de calentamiento	Clasificación de los edificios			
	I	II	III	IV
Energía eléctrica, vapor	Se permite			
Gas manufacturado, gas licuado	Se permite			No se permite
Combustibles líquidos	No se permite			

*Fuente: NC-9626-1982*

- Se prestará especial atención al diseño de abastecimiento de agua contra incendios según lo estipulado en la [NC 212:2002] teniendo en cuenta principalmente las fuentes de abastecimiento, diámetros de tuberías, depósitos, capacidad mínima de agua, volúmenes de agua mínimos, presión, equipos de bombeo, circuitos, sistemas y motores.
- Además, se tendrán en cuenta las siguientes normas para la instalación de equipos como:
  1. NC 213:2002-Protección contra incendios. Instalaciones de rociadores automáticos de agua. Requisitos para la proyección, instalación, verificación y mantenimiento
  2. ISO 11602-1:2000-IDT Protección contra incendios—extintores de incendio portátiles y móviles—Parte 1: selección e instalación
  3. ISO 14123-1: 200-Seguridad de las máquinas. Reducción de los riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas - Parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de máquinas
  4. NC 53-1: 1999-Protección contra incendios. Extintores portátiles de incendio parte 1: Designación. Duración de funcionamiento. Hogares tipos de las clases A y B

5. NC 53-6: 1999- Protección contra incendios. Extintores Portátiles de incendio parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la NC 53, partes 1 A 6.5

- Se trabajará junto a la DPEI y la Estación de bomberos de Varadero puesto que la intervención de los Cuerpos de Extinción de Incendio y Salvamento está condicionada por las capacidades de sus medios de elevación estos deberán poseer las practicas necesarias, así como los equipos y maquinas necesarias para extinguir un incendio. Se hará necesario la compra de camiones especiales para combatir el mismo en edificios altos.
- La evacuación del edificio se desarrolla durante un tiempo mayor que en edificios de baja y media altura, al deber efectuar los ocupantes largos recorridos verticales, por tanto, se diseñaran las escaleras y ascensores de emergencia según lo expuesto en la norma *NC-9626-1982*

### **Redes de abastecimiento de agua**

Se deberá trabajar en conjunto con los proyectistas y los ingenieros hidráulicos para darle la solución más conveniente al dimensionado y trazado de una instalación de suministro de agua, saneamiento y protección contra incendios para un edificio alto situado en las isletas de Kawama por su complejidad

Para ello se tendrá en cuenta:

- Siempre se tratará que el abasto principal provenga de un acueducto destinado exclusivamente al polo turístico o que sirva a la ciudad donde este se encuentre, se deberá analizar si las tuberías de suministro de agua a la zona tienen la capacidad necesaria para abastecer a un edificio alto de más de 18 niveles.
- En la instalación de suministro de agua se tendrá en cuenta la red de agua fría y la de agua caliente sanitaria (A.C.S). Además, de diseñar una instalación de regadío para las zonas de jardín y la terraza del edificio.

- Según la [NC 45-9:1999] para estimar el consumo de agua de los establecimientos de los alojamientos se considerarán las definiciones al respecto obtenidas del estudio del Polo, en su Plan Director.
- La arquitectura y el diseño del edificio con el fin de cuantificar la cantidad de baños, cocinas, lavandería, piscinas, así saber los elementos sanitarios necesarios para diseñar la red de tuberías, con su diámetro, caudal y presión necesaria.
- La instalación de saneamiento se ha de diseñar para evacuar aguas residuales y pluviales por redes separativas acorde a la normativa actual.
- En la instalación de protección contra incendios analizar según las normas del apartado anterior cómo será su diseño para abastecimiento y reserva de agua. Estas instalaciones de suministro de agua y protección contra incendios deberán contar con sistemas de abastecimiento y propulsión particulares.

Para el diseño de las redes de abastecimiento de agua se tendrán en cuenta los requisitos presentes en las normas que a continuación se muestran:

**NC 176: 2002 Sistema de abasto de agua en edificios. Requisitos de proyecto**

- Presiones efectivas en las tomas de los muebles sanitarios de mayor uso
- Alturas y desplazamientos laterales de las tomas de los muebles sanitarios de mayor uso
- Las demandas máximas probables de agua que se producirán en los distintos tramos que componen la red y los ajustes y perfeccionamientos de que ha sido objeto posteriormente.
- Determinar los caudales necesarios en la red de retorno y los diámetros apropiados de las tuberías que conducen estos caudales
- Determinar la capacidad de calentamiento y el volumen de almacenamiento requeridos, para un determinado sistema de abasto de agua caliente

- Ajuste manual de las válvulas de macho (o válvulas equilibrantes) con el fin de obtener la igualdad de temperaturas del agua de los retornos secundarios con la del retorno principal compuesto por el circuito básico, con ello se logra la distribución uniforme de la temperatura del agua en toda la red de abasto.
- Se deberá analizar la presión de agua necesaria para que la misma sea capaz de llegar hasta el último nivel de la estructura, sin afectar las presiones máximas que por proyecto pudieran tener los niveles inferiores

**NC 827: 2012 Agua potable — Requisitos sanitarios**

- Los métodos de ensayo utilizados para la determinación de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas del agua potable serán los establecidos por el Ministerio de Salud Pública en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

**NC TS 360: 2004 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas—Especificaciones**

- A los efectos de esta norma, se considera la autoridad facultada al organismo rector del medio ambiente, conforme a las funciones y atribuciones establecidas por la Ley 81 del Medio Ambiente y por el Decreto Ley 212 de Gestión de la Zona Costera.
- En los casos de nuevas inversiones, modificación de las condiciones existentes y reactivación de actividades socioeconómicas, que hayan sido objeto de paralización prolongada, se requerirá de la Licencia Ambiental otorgada por la autoridad facultada, la cual tendrá en cuenta el cumplimiento de esta norma en cuanto a lo que se refiere a los vertimientos de aguas residuales a las aguas marinas y su autorización.
- En esta norma se rigen y se deben tener en cuenta los límites máximos permisibles promedio de los parámetros básicos regulados para los vertimientos de residuales

**NC 212: 2002 “Protección contra incendios. Suministro de agua contra incendios. Requisitos generales”**

- En esta norma se tendrán en cuenta los diferentes elementos mencionados en el apartado referente a instalaciones contra incendio, además se maneja la posibilidad de colocar en diferentes niveles del edificio alto una fuente de abastecimiento de agua para en caso de incendio no exista problemas algunos con la presión o algún otro contratiempo.

**3.3 Propuesta de solución conceptual del análisis ambiental**

El carácter y relevancia del impacto de un edificio en altura sobre la población y la estructura socioeconómica, el medio construido y el medio natural, dependerá, no sólo del tipo y magnitud del proyecto, sino también de la compleja red de interacciones entre todos los componentes de ambos subsistemas. Con el estudio ambiental se puede predecir, evaluar y comunicar los impactos que pueden ser generados sobre el sistema ambiental. En la selección de actividades se optó por aquellas que deben tener incidencia probable y significativa sobre los diversos componentes o elementos ambientales. Del mismo modo, en lo concerniente a elementos ambientales se optó por aquellos de mayor relevancia ambiental.

*Tabla 3.4 Actividades del proyecto en cada una de las etapas*

<b>Etapas</b>	<b>Actividades generales con mayor impacto</b>
<b>Etapa de Construcción</b>	Construcción y funcionamiento de Campamento y Patio de Máquinas
	Demolición de estructuras sobre la duna
	Relleno de espacios entre isletas
	Cimentaciones
	Construcción de estructuras
	Transporte de materiales
<b>Etapa de Cierre</b>	Acabado y puesta a punto
<b>Etapa de Funcionalidad</b>	Retirada de las facilidades temporales
	Funcionalidad del edificio
	Mantenimiento

*Fuente: elaboración propia*

### Componentes del ambiente potencialmente afectables

A continuación, se listan los principales componentes ambientales potencialmente afectables por la construcción de un edificio alto en las isletas de Kawama. Estas actividades se presentan ordenadas según subsistema ambiental.

*Tabla 3.5: Componentes ambientales potencialmente afectados*

Sub-sistema Ambiental	Componentes ambientales
Medio Físico	Agua
	Aire
	Suelo
	Paisaje
Medio Biológico	Flora
	Fauna
Medio Socioeconómico y Cultural	Tránsito Vial
	Estado de salud
	Empleo
	Tranquilidad pública

*Fuente: elaboración propia*

### Evaluación de impactos ambientales potenciales

Una vez identificados los impactos en la fase anterior, se procede a su evaluación respectiva.

### Descripción de impactos ambientales potenciales

Actividades: Movimiento de maquinarias y vehículos, transporte de materiales, movimiento de tierras, etc.

Impactos: Alteraciones de la calidad del aire, emisión sonora, emisión de gases y partículas, alteración del paisaje, riesgo ocupacional en los trabajadores, enfermedades en la salud de la población y trabajadores, alteración del tránsito, modificación de las formas de vida, generación de residuos sólidos.

## **Durante la etapa de construcción**

### **a) Impactos Favorables**

#### **1. En el empleo**

##### **Generación de empleo**

Este impacto está referido a la generación de empleo que demandará las actividades de construcción, Relleno de espacios entre isletas, cimentaciones, construcción de las estructuras, transporte de materiales y acabado y puesta en marcha, así como demás actividades inherentes a este tipo de obras, uso de empresas de terceros.

#### **2. Suelo**

La Alternativa que se plantea incluye un sector de la Avenida Kawama como parte de la parcela hotelera. La cota del terreno que actualmente ocupa esta será igualmente elevada hasta 1.5 m sobre el nivel medio del mar para crear una pendiente hidráulica para garantizar la colecta del 100% de las aguas de origen pluvial. La nueva Avenida Kawama será construida sobre las isletas y la zona de relleno, al Sur de la parcela hotelera, para bordear el litoral. al Norte de la parcela, se prevé la demolición de 15 instalaciones ubicadas sobre la duna por contravenir el Decreto Ley 212 sobre la Gestión de la Zona Costera, el cual a su vez responde a las experiencias y estudios realizados en el país, los que demuestran que este tipo de instalaciones se convierten en agentes erosivos siendo perjudiciales para la estabilidad de la playa. Asimismo, la demolición de estas instalaciones induce la ejecución de proyectos de reconfiguración de la línea de duna, incluyendo su reforestación con especies vegetales propias de la zona costera que favorezcan su estabilidad.

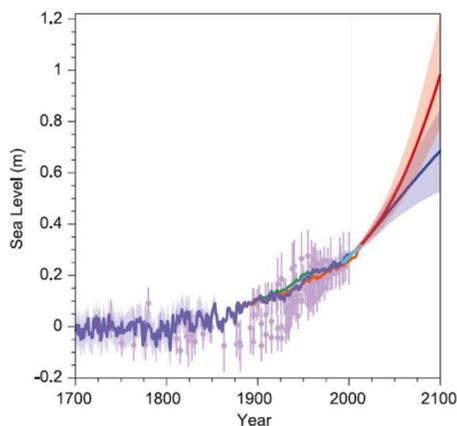
#### **3. Flora**

La Alternativa propone la relocalización de la Avenida Kawama, alejándola de la actual zona costera. Esto favorecerá la reconstitución del paisaje en la zona costera, de esta forma se asegura que no solo cumpla con su función como estabilizador de la duna, sino que además incida positivamente en la recuperación de la biodiversidad del sector, lo cual

asegura además una barrera que limite la influencia del spray salino. Ello se debe a que favorecerá una disminución en la influencia directa del ruido y las concentraciones de gases y partículas contaminantes resultantes del tráfico, sobre el borde de las nuevas teselas conformadas en la zona costera. Asimismo, la jardinería del hotel podría integrarse como una especie de zona de transición.

#### 4. En el agua

El aumento del nivel del mar se ve demostrado cada vez en la actualidad y es uno de los principales problemas que aborda la Tarea Vida y se hace necesario tomar medidas para combatir estas afectaciones



*Figura 4: Incremento del nivel medio del mar pronosticado para un escenario de control de las emisiones y otro que considera que estas se mantengan en los niveles actuales. Fuente: V Informe del IPCC (2014)*

De verificarse estas proyecciones en el mediano y largo plazo, por su actual elevación la Avenida Kawama quedaría totalmente inhabilitada antes de concluir el presente siglo.

Por tal motivo, la alternativa que se asuma debe concebir una solución al problema de la circulación vial en esta avenida y garantizar la elevación de la parcela unos 2.0 m sobre el nivel medio del mar, y así evitar el impacto de futuras penetraciones del mar debidas a la suma de un incremento del nivel medio del mar de 1.0 m y la componente que aporta la marea astronómica.

Favorecerá un incremento de las corrientes en el canal permitiendo una mayor circulación de las aguas que garantice su mayor oxigenación para incrementar su calidad. Si bien durante la fase de ejecución del proyecto de movimiento de tierras se producirá cierta afectación a la biota marina existente, esta no es muy abundante, y posteriormente, se

producirá el efecto contrario al favorecer la mejoría de los parámetros de calidad del agua de la laguna.

## **b) Impactos Adversos**

### **1. En el aire**

#### Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y ruido.

De modo general, se estima que los efectos en la calidad del aire podrían manifestarse por la emisión de material particulado, gases y ruido, principalmente durante los movimientos de tierra, durante las cimentaciones y construcción de estructuras. Según el tipo de obra proyectada y la gran dimensión de la misma, estos impactos serán de magnitud variable entre moderada y alta, de influencia puntual; aunque puede presentar posibilidades de mitigación.

### **2. En el paisaje**

#### Alteración de la calidad del paisaje de la zona

La calidad del paisaje del entorno del área de emplazamiento para la construcción del edificio alto se dará principalmente en la Avenida Kawama, la cual se verá afectada por la presencia los diversos materiales, equipos, maquinarias, vehículos, etc., en el área de obras; sin embargo, como el perímetros del área de trabajo será cercado durante el desarrollo de las obras, se estima que el impacto en la calidad perceptual del paisaje del entorno inmediato será de pequeña magnitud, de influencia puntual, aunque de moderada duración.

La calidad del paisaje del entorno del emplazamiento de la construcción se podría ver afectada por la posible disposición inadecuada o arrojado de residuos sólidos al canal o espacios colindantes o la playa, generados durante el desarrollo del proceso constructivo y en la etapa de funcionalidad del proyecto por la generación de residuos sólidos biocontaminados los cuales tienen que ser manejados con la implementación de un sistema de gestión ambiental.

La eliminación de un mayor número de instalaciones sobre la duna, disminuirían la fragmentación del paisaje y del propio “cordón dunar” a conformar. Los efectos negativos de la fragmentación derivados de la constitución de los accesos a la playa pueden disminuir considerablemente al emplear construcciones rústicas como pasarelas sobre pilotes que garanticen una mayor conectividad entre las teselas de paisaje que sean conformadas.

### **3. En el tránsito**

#### Perturbación del tránsito local

Durante las actividades de transporte de materiales de construcción, transporte de materiales excedentes (desmontes), y movilización de equipos y maquinarias para la construcción del edificio alto, el tráfico se verá incrementado, siendo notorio en la Av. Kawama, por ser la única vía de acceso a la zona, la que presentará una alta circulación vehicular, como la movilización de equipos y maquinaria, así como el transporte de materiales de construcción y excedentes, será de manera concentrada, se estima que el impacto en el tráfico en la zona será de alta magnitud, de influencia puntual, y de duración variable entre moderada y larga. Además, el tránsito hacia los hoteles Punta Arena y Playa Caleta y demás instalaciones de la zona como la Nave Pilar, ubicados luego del emplazamiento del edificio alto se verán interrumpidos al no ser que se diseñe una nueva vía de acceso a los mismos, para afectar en la medida de lo posible lo menos que se pueda a los turistas y trabajadores del hotel

### **4. En la salud y seguridad de la población y trabajadores**

#### Riesgo de afectación de la salud y seguridad del personal de obra y población

La emisión de material particulado por el movimiento de tierras durante el desarrollo de las actividades del proceso constructivo del edificio alto podría generar afectaciones en la salud del personal de obra sino se adoptan las medidas de protección personal pertinentes. Asimismo, por el tipo de obra (con trabajos en altura), los riesgos de ocurrencia de accidentes son altos en caso de no adoptarse las medidas de seguridad necesarias.

Así mismo la población se verá afectada por el levantamiento de polvo lo cual se debe usar medidas de control como la humectación. El ruido ambiental y ocupacional es un

factor de riesgo perturbador para las personas por lo que se tiene que controlar en la salud de los trabajadores y en la población.

Por tales consideraciones, este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, de influencia puntual y de duración variable entre moderada larga. Se tiene que implementar un programa de seguridad y salud ocupacional para la prevención de riesgos ocupacionales, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

## **5. Tranquilidad pública**

### Perturbación de la tranquilidad pública

Este impacto está referido a la perturbación de la tranquilidad de los residentes en las edificaciones próximas al emplazamiento del hotel, por los ruidos y vibración, emisión de material particulado y presencia de maquinarias y equipos durante el desarrollo del proceso constructivo de los nuevos edificios.

Este impacto ha sido calificado como de magnitud moderada, de influencia puntual y de duración moderada puesto que en los alrededores de la zona no existen propiedades privadas, solo algunos negocios, hoteles y villas; sin embargo, presenta alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación, que permitirán atenuar los efectos en forma notable como el aislamiento con barreras de contención, cercos, avisos de seguridad y aislamiento de la zona con cintas de seguridad, entre otras.

## **6. Generación de Residuos sólidos**

Se deberá prestar atención a la ubicación campamentos y comedores específicos, es previsible que se generen volúmenes altos de residuos sólidos por la actividad en los talleres donde se ubicarán los tanques y también en los lugares donde los trabajadores consumirán sus alimentos durante las jornadas de trabajo.

## **7. Generación de Residuos Peligrosos**

Durante el proceso de construcción se generan residuos sólidos, por los filtros, envases, trapos y derivados, se establecen la generación de desechos de naturaleza peligrosa por la

potencial exposición y contacto con la población y trabajadores. Se tendrá especial atención a que estos no sean expulsados al Canal de Paso Malo ni áreas aledañas.

## **Durante la etapa de cierre**

### Retirada de las facilidades temporales

Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido y gases, este impacto está referido al incremento en los niveles de ruido y emisión de gases y partículas por el incremento de la circulación de vehículos en el ámbito directo en la etapa de cierre por la demolición de muros, techos, desinstalación de maquinarias, etc.

Se debe garantizar para la explotación de la instalación el proyecto de la desactivación total, de las facilidades temporales. Después de terminada la ejecución de una inversión, se tendrá en cuenta desmontar y demoler todas aquellas facilidades temporales que han sido utilizadas durante la construcción de la misma.

Por otra parte, debe quedar previsto retirar todo elemento prefabricado desechable, así como áridos, escombros, etc. del área de la obra y zonas aledañas, las cuales fueron empleadas temporalmente.

Se protegerá la ecología de la zona teniendo en cuenta lo siguiente:

- no destruyendo las arboledas y otras vegetaciones las cuáles puedan ser conservadas;
- no se verterá en tragantes públicos aguas cementosas, piedras, arenas u otra materia que puedan inutilizarlos; en obra aledañas a la costa o a la playa; se protegerá el área de la duna
- evitar por todos los medios no dejar residuos de concreto o mezclas en la vía pública;
- los lugares donde se construya letrinas sanitarias temporales deben quedar correctamente cegadas una vez terminada la obra o si ya su uso no sea necesario; así mismo se le dará tal tratamiento a las redes hidrosanitarias que descargan en alcantarillas;

- no se verterá sustancias en el canal de Paso Malo que puedan contaminarlo;
- la capa vegetal será restaurada, con plantas que no sean invasoras en la zona.

## **Durante la etapa de funcionamiento**

### **a) Impactos Favorables**

#### **1. En la flora**

##### Incremento de la disponibilidad de áreas verdes

De acuerdo a las características de diseño del nuevo hotel y las zonas aledañas, el proyecto contempla la asignación de áreas para el establecimiento de jardines, principalmente en la parte frontal y posterior; lo que permitirá incrementar la disponibilidad de áreas verdes en el ámbito de influencia del proyecto, favoreciendo la calidad del paisaje urbano y la purificación del aire local. Por tales consideraciones, este impacto ha sido calificado como de magnitud moderada, de influencia puntual y de duración permanente.

#### **2. Incremento del comercio**

Resultará beneficioso la apertura de nuevas instalaciones hoteleras, principalmente por el número de habitaciones que podría contener, además en el diseño del edificio alto podrían estar concebidos, centros comerciales, restaurantes, bares y cafeterías, discotecas y nuevos servicios comerciales que podrían reanimar la zona.

### **b) Impactos Adversos**

#### **1. En el aire**

##### Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido y gases

Este impacto está referido al incremento en los niveles de ruido y emisión de gases y partículas por el incremento de la circulación de vehículos en el ámbito directo del proyecto. Tendrán que tomarse las medidas necesarias para que estos impactos influyan lo menos posible en la estancia de los viajeros en la zona.

## **2. En el tránsito**

Durante la etapa de funcionalidad del nuevo hotel en la zona, se producirá un incremento en las horas de ingreso y salida de los autos, usuarios y trabajadores, en distintos horarios, pero si se tiene en cuenta el nuevo diseño de la avenida Kawama, este impacto pudiera ser calificado como de baja magnitud, de influencia puntual, aunque de duración permanente.

## **3. Generación de Residuos Peligrosos**

Durante el proceso de funcionamiento se generan residuos sólidos peligrosos como los biocontaminados por la potencial exposición y contacto con la población y trabajadores. Además, debe preverse estrategias para que estos residuos no sean vertidos en el Canal de Paso Malo o en áreas aledañas a este.

## **CONCLUSIONES PARCIALES**

1. Se llegó a la conclusión de que el edificio alto sería destinado a un hotel y actividades comerciales, pues no resultaría factible destinarlo a actividades estatales puesto que la mayoría de estas son gratuitas.
2. Se describió los elementos principales y que resultarían más complicados técnicamente a la hora de la ejecución del edificio alto, la cimentación, estructura resistente al viento, instalaciones, y seguridad ante incendios.
3. Se tuvo en cuenta las diferentes etapas de la construcción del edificio alto, etapa de construcción, de cierre y de funcionalidad y en cada una de ellas las actividades generales que generarían mayor impacto, así como los sub-sistemas

ambientales y sus componentes ambientales y los impactos adversos y favorables que pudieran afectar a cada uno.

## CONCLUSIONES

1. Se elaboró un marco teórico referencial de la investigación, respaldado por la consulta de literatura nacional e internacional actualizada en lo que a edificios altos respecta, las técnicas más importantes a tener en cuenta para su construcción y la repercusión que estas construcciones traen al medio ambiente.
2. Mediante un estudio y revisión bibliográfica fue caracterizado el Sector Kawama, en especial la zona de las Isletas, objeto de estudio de esta investigación.
3. Se caracterizó los parámetros a tener en cuenta para el análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en la Península de Hicacos
4. Se elaboró una propuesta de solución conceptual del análisis técnico y ambiental para construcciones de edificios altos en el sector Kawama en la Península de Hicacos, y se llega a la conclusión de que si se cumplen estos apartados resultaría viable desde estas variables la construcción de un edificio alto.

## RECOMENDACIONES

1. Se propone al Departamento Provincial de Planificación Física analizar las demás variables (económicas, jurídicas, tecnológicas, políticas, ...) con el fin de realizar posteriormente un documento donde se establezcan los resultados de los análisis de todas las variables para demostrar la viabilidad de los edificios altos.
2. Al CITMA realizar estudios de impacto ambiental de edificios altos en Varadero, para clasificar las zonas más favorables y menos desfavorables para la construcción de estos en la Península de Hicacos por ser estos una solución ventajosa a la escasez de suelo en Varadero.
3. A la Inmobiliaria del turismo (INMOTUR) a analizar la viabilidad técnica y realizar un estudio de factibilidad de la construcción de un edificio alto destinado al turismo en la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Morrison-Sounders y J. Pope (2016), "*Sustainability Assessment: The State of the Art, Impact Assessment and Project Appraisal*", 30 (1), pp. 53-62.
2. Ali, M y Armstrong, P (1995) "*Architecture of Tall Buildings*", CTBUH, McGraw Hill Book Company, Nueva York.
3. Arias, Y. (2014) Esquema espacial de ordenamiento territorial de Varadero. Matanzas: Oficina de Planeamiento de Varadero.
4. Bina, O., (2017) "*A Critical Review of the Dominant Lines of Argumentation on the Need for Strategic Environmental Assessment*", Environmental Impact Assessment Review, 27, pp. 585-606.
5. Blinder G (2014) "*Empire State Building and skyscrapers*"
6. Bond, A. y J. Pope, (2016) "*The State of the Art of Impact Assessment in 2016, Impact Assessment and Project Appraisal*", 30 (1), pp. 1-4,
7. Braulio Jiménez Otero (1995) "*El nuevo edificio del seguro social del arquitecto*". Revista Arquitectura, vol. XXIII. no. 260, marzo, 1955.
8. Carlos Prada Rodríguez Ingeniero Superior Industrial. (marzo 2014) "*Las fachadas de los edificios altos*". Revista de Obras Públicas Vol. 3552
9. Castelló, Teresita (diciembre de 1998): Informe de la "Obra Isletas del canal". Archivo Técnico de la UIC
10. CITMA (1997): Estrategia Ambiental Nacional. Junio 1997. La Habana.)
11. CITMA (2017). Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba Tarea Vida 2017
12. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (cnumad) (1992), "*Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*", Río de Janeiro, ONU.
13. Cristina González, Eduardo Theirs, Emilio González. (marzo 2014) "*Características y requisitos del diseño de las instalaciones de edificios de gran altura*" Revista de Obras Públicas Vol. 3552

14. De las Cuevas Toraya, Juan. (2001) “500 años de construcciones en Cuba”, Madrid, Chapín.
15. Díaz, Armando, (noviembre de 1981): Informe de la obra “Isleta central Kawama” Archivo Técnico de la UIC
16. Esteves, A. M., D. Franks y F. Vanclay, (2016) “*Social Impact Assessment: The State of the Art*”, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30 (1), pp. 34-42.
17. F. Núñez Astray, G. Campos Martínez, J. A. Labrador San Ronnualdo y M. Sanz Septién (2001) “Incendios en edificios de gran altura”.
18. FLC (Fundación Laboral de la Construcción): Construcción y medio ambiente: consideraciones generales, Tornapunta Ediciones, S.L., Madrid. (2004b)
19. GANG, J (2018) “*Wanted: Tall Buildings Less Iconic, More Specific*”. CTBUH 8th World Congress 2018.
20. García Santana, Alicia (2009): “*Matanzas, la Atenas de Cuba*”. Ediciones Polymita, Guatemala.
21. García Valcarce, A.; Sánchez-Ostiz Gutiérrez, A.; González Martínez, P.; Conrado Galnares, E. y López Martínez, J.A. (2014): Manual de dirección y organización de obras, CIE Dossat 2014, Madrid.
22. Gibson, R., (2017) “*Sustainability Assessment: Basic Components of a Practical Approach*”, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 24 (3), pp. 170-182.
23. Gómez Mauricio. (2015) “*Los Rascacielos y su Evolución Tipológica*” (<http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/moduloarquitecturacuc/article/view/136>)
24. González, J.M. (Ed.). (2012) “*La nueva fiebre del oro. Las otras ciudades del turismo en el Caribe*” (Varadero, Bávaro-Punta Cana)”. Palma: Universitat de les Illes Balears. GRIFFITH, A: Environmental Management in construction, McMillan, London. (1994)
25. Günel M. H, Ilgin H. E, (2014). “*Tall Buildings: Structural Systems and Aerodynamic Forms*”, Routledge, New York, NY, USA, ISBN 13: 978-1- 315-77652-1(ebk)
26. Harry G. Poulos (2015) “*Cimentaciones para edificios altos. Métodos de diseño y aplicaciones*”. Revista Geotecnia-smig-numero235-2015

27. HILL, R.C. y BOWEN, P. (1997): “*Sustainable construction: Principles and a framework for attainment*”, Construction Management and Economics, Vol. 15, No. 3, pp. 223-239.
28. iaia, eia Follow-Up. International Best Practice Principles, (2017) Special Publication Series N6, disponible en: [www.iaia.org](http://www.iaia.org) [fecha de consulta: 22-de abril de 2019].
29. Ilda Kovacevic & Sanin Dzidic (2018) – “*High-Rise Buildings - Structures and Materials*”
30. ISO 11602-1:2000-IDT Protección contra incendios—extintores de incendio portátiles y móviles—Parte 1: selección e instalación
31. ISO 14123-1: 200-Seguridad de las máquinas. Reducción de los riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas - Parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de máquinas
32. Izquierdo, M. (2004) “*Estudio de la dinámica litoral en la playa de Varadero, Cuba*”. Tesis de Máster. Santander. España.
33. J. Calavera, (1993) “*La Gran Aventura de las Torres*”, Cuadernos Intemac, n° 11.
34. Jaime Fernández Gómez Doctor: ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, David Fernández-Ordóñez Hernández Doctor: ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. (marzo 2014) “*Los materiales estructurales en los edificios de gran altura*” Revista de Obras Públicas Vol. 3552
35. Javier Unanua: Ingeniero Industrial, George Faller: Ingeniero Civil “*La seguridad ante incendio en edificios altos: un enfoque múltiple*” (marzo 2014), Revista de Obras Públicas Vol. 3552
36. Jesús Gómez Hermoso: Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (marzo 2014) “*El significado, la realidad y la trascendencia de los edificios altos*” Revista de Obras Públicas Vol. 3552
37. Jiménez, Guillermo. “*Los propietarios de Cuba 1958*”. (2007) La Habana, Ed. Ciencias Sociales.

38. José Meseguer: Doctor ingeniero Aeronáutico, Sebastián Franchini: Doctor ingeniero Aeronáutico. (marzo 2014). *“La acción del viento sobre los edificios altos”*. Revista de Obras Públicas Vol. 3552
39. Juanes, J. L. (1996) *“La Erosión en las Playas de Cuba”*. Alternativas para su Control”. Tesis de Doctorado. Cuba.
40. Judoley, (1967) Mapas y análisis tectónicos de Cuba.
41. Miguel Ángel Astiz Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. (marzo 2014) *“Los esquemas estructurales de los edificios altos”*. Revista de Obras Públicas Vol. 3552
42. Miriam Mabel Ivanega (2007) *“Construcciones urbanas y Medio Ambiente”*
43. MOAVENZADEH, F.: *“Global construction and the environment: strategies and opportunities”*, Willey, New York. (1994)
44. Morales, P., López, D., Martínez, Almeida, Y., M., Rodríguez, Y., Rojas, L., Brito, A., y Felipe, M. Monitoreo de la evolución de la playa de Varadero. Conclusión de la Quinta Etapa. Mayo de 2018.
45. Morgan, R. K, *“Environmental Impact Assessment: The State of the Art, Impact Assessment and Project Appraisal”*, 30 (1), pp. 5-14. (2016)
46. NC 176: 2002 Sistema de abasto de agua en edificios. Requisitos de proyecto
47. NC 212:2002 “Protección contra incendios. Suministro de agua contra incendios. Requisitos generales”
48. NC 213:2002-Protección contra incendios. Instalaciones de rociadores automáticos de agua. Requisitos para la proyección, instalación, verificación y mantenimiento
49. NC 45-1: 1999 Bases de diseño para el turismo – Parte 1: Básicas
50. NC 45-2: 1999 Bases de diseño para el turismo. tecnología turística, arquitectura y localización
51. NC 45-9:1999 Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas\_\_Parte 9 requisitos de hidráulica y sanitaria
52. NC 46:1999 Construcciones sismo resistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción

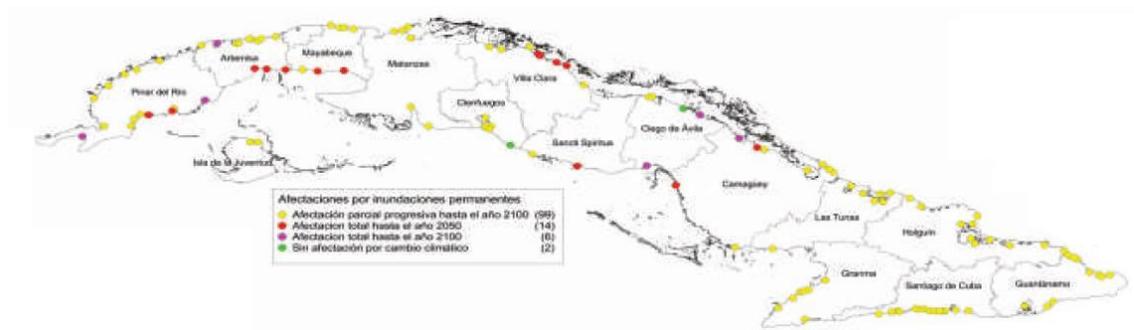
53. NC 53-1: 1999-Protección contra incendios. Extintores portátiles de incendio parte 1: Designación. Duración de funcionamiento. Hogares tipos de las clases A y B
54. NC 53-6: 1999- Protección contra incendios. Extintores Portátiles de incendio parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la NC 53, partes 1 A 6.5
55. NC 827: 2012 Agua potable — Requisitos sanitarios
56. NC TS 360: 2004 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas—Especificaciones
57. NC-9626-1982 “Protección contra incendios, edificios altos, requisitos generales”
58. Nodarse, Ena y Castelló, Teresita (abril de 1985): Informe de la obra “Ramillete de pozos Islotes I, II y III” Archivo Técnico de la UIC
59. Ofori, G. (1992) “*The environment: The fourth construction project objective?*”, Construction Management and Economics, Vol. 16, No. 2, pp. 141-145
60. Pedro Jiménez. (2012) “*Historia de los edificios altos, Chicago cuna de los rascacielos*”
61. Peris Mora, E. y Marquina Picón, (2002) L.E.: “*Sistemas de gestión ambiental ISO 14000 y EMAS en la ingeniería civil*”, I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, Madrid.
62. *Plan de ordenamiento territorial y Urbano del Polo Turístico de Varadero 2013*
63. *Plan de ordenamiento territorial y Urbano del Polo Turístico de Varadero 2018*
64. Recondo Pérez, Ramón Félix (2010) “*Varadero, ayer y hoy*” Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 4, núm. 3, diciembre. E-ISSN: 1990-8830)
65. Ruslán Muñoz, (2016) “*Edificios altos del Movimiento Moderno Arquitectura y Urbanismo*”, Vol. XXXII, No. 1/
66. Sánchez R, Teja O (2014) “*Números gordos en el proyecto de estructuras*”. Cinter Divulgación técnica S. LL.
67. Scott Danvers., Farnsworth D, Jackson M, y Clark M. “*The effects of complex geometry on Tall Buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings*”. 16, 441-455, 2017

68. Segre, Roberto. (2003) *“Arquitectura Antillana del siglo XX”*. La Habana, Ed. Arte y Literatura.
69. Tony Díaz (junio, 1989) *“La arquitectura de los edificios altos”* Revista Arquitectura Viva
70. Zardoya Loureda, María Victoria. (2009) *“La historia de La Habana contada por sus casas”*. Ponencia presentada en el II Evento Legado y Diversidad. Arquitectura y Urbanismo, CUJAE, La Habana, noviembre 23 al 27.
71. Zeng, S.X.; TAM, C.M.; DENG, Z.M. y TAM, V.W.T. (2015): “ISO 14000 and the construction industry: Survey in China”, *Journal of Management in Engineering*, July, pp. 107-115.

# ANEXOS

## Anexo 1: Zonas, áreas y lugares priorizados:

- Sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque.
- Litoral Norte de La Habana.
- Bahía de La Habana.
- Zona Especial de Desarrollo de Mariel.
- Varadero y sus corredores turísticos.
- Cayos turísticos de Villa Clara.
- Ciudades costeras amenazadas por la subida paulatina del mar: Cienfuegos, Manzanillo, Moa, Niquero y Baracoa.
- Asentamientos costeros no contemplados en las zonas anteriores, pero que se diagnostica su desaparición en el 2050 y 2100 ubicados en las provincias de Sancti Spiritus, Camagüey, Pinar del Río y Villa Clara
- Playas arenosas con erosión intensa, no contempladas en las zonas anteriores que desaparecerían si son afectadas por eventos meteorológicos extremos; y otras de interés turístico y recreativo, ubicadas en las provincias de Camagüey, Pinar del Río, Granma, Holguín, Las Tunas e Isla de la Juventud. Zonas costeras desprotegidas con intrusión salina ubicadas en las provincias de Pinar del Río, Matanzas, Granma, Camagüey, Cienfuegos y Sancti Spiritus.
- Cayos turísticos del Norte de Ciego de Ávila.
- Costa Norte y Sur de Ciego de Ávila.
- Cayos turísticos y costa Norte de Camagüey.
- Litoral Norte de Holguín.
- Bahía de Santiago de Cuba.



*Fuente: Folleto Tarea Vida 2017*

**Anexo 2: Encuesta realizada**

**Encuesta sobre la viabilidad de edificios altos en la península de Hicacos**

Empresa a la que pertenece: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

**1. ¿Qué cree usted sobre cuando un edificio se puede considerar alto?**

---

---

---

**2. ¿Por qué cree que se ha vuelto tendencia en la actualidad la construcción de edificios altos?**

\_\_\_ máximo aprovechamiento económico del suelo

\_\_\_ máxima rentabilidad

\_\_\_ dotan de una imagen de poder y pujanza económica a sus propietarios.

\_\_\_ la motivación es puramente publicitaria

\_\_\_ aportan mayores beneficios

\_\_\_ OTRAS

**3. ¿Cree usted que un edificio alto, en vez de uno que se construiría en la zona tradicionalmente, solucionaría los problemas de déficit habitacional, y de suelo existente en el sector de Kawama?**

\_\_\_ Si

\_\_\_ No

Consideraciones \_\_\_\_\_

---

---

---

**4. ¿Cree usted que nuestro país cuenta con la tecnología equipos y los materiales para la construcción de este tipo de edificaciones y para su mantenimiento?**

\_\_\_ Si

\_\_\_ No

Consideraciones \_\_\_\_\_

---

---

---

**5. ¿Serían viables técnicamente para usted este tipo de construcciones verticales?**

\_\_\_Si \_\_\_No

Consideraciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**6. ¿Serían viables económicamente para usted este tipo de construcciones verticales?**

\_\_\_Si \_\_\_No

Consideraciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**7. ¿Cuál cree que fuese la principal dificultad en la construcción de un edificio alto en la zona?**

- \_\_\_ Económicos-Financieros
- \_\_\_ Jurídicos
- \_\_\_ Institucionales – organizativos
- \_\_\_ Técnicos – operativos
- \_\_\_ Tecnológicos
- \_\_\_ Ambientales
- \_\_\_ Sociales
- \_\_\_ Políticos
- \_\_\_ OTRAS

**8. ¿Cree usted que las empresas constructoras existentes en la zona estarían capacitadas para llevar a cabo este tipo de construcciones?**

\_\_\_Si \_\_\_No

Consideraciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. ¿Recomendaría o estaría de acuerdo usted la construcción de un edificio alto en el sector Kawama o en otro sector de la Península de Hicacos?**

\_\_\_Si \_\_\_No

Por: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_