INFORME TÉCNICO COMPONENTE DE PAISAJISMO.

CONCEPTO TÉCNICO PARA LA INCORPORACIÓN DE SUSTRATO AGRÍCOLA, PALMERAS Y ESPECIES VEGETALES NATIVAS EN EL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL URBANISMO SOBRE EL MALECÓN DEL DISTRITO DE RIOHACHA"

JUNIO 2026

Bosques de Forderella APT 801 – Nbasto@hmingeniería.com
Ing. Nathalia Basto. Especialista en gestión ambiental y evolución del impacto ambiental.

Tabla de contenido

1. Objeto 4
2. Alcance del concepto técnico 5
3. Antecedentes 5
4. Documentos analizados 6
5. Caracterización del área de intervención 6
6. Caracterización geológica y edáfica del terreno 7
Aptitud agrícola del suelo existente 7
7. Análisis de los resultados del estudio geotécnico 8
8. Condiciones climáticas y su influencia sobre el desarrollo vegetal 8
8.1. Influencia del déficit hídrico sobre el establecimiento vegetal 9
9. Efectos del ambiente marino sobre el suelo y la vegetación 10
10. Diagnóstico agronómico del terreno 10
11. Necesidad del acondicionamiento del suelo 11
12. Necesidad de incorporar un sustrato agrícola en el área de siembra 12
13. Función agronómica de la arena negra para jardinería 13
a) Incremento de la capacidad de retención de humedad 13
b) Incremento de la fertilidad del suelo 14
c) Mejoramiento de la estructura física 14
d) Incremento de la actividad biológica 14
e) Disminución de la mortalidad vegetal 14
14. Compatibilidad entre el sustrato y las especies nativas 15
15. Efectos de no incorporar el sustrato agrícola 15
16. Criterios técnicos del diseño paisajístico 16
17. Justificación técnica de las 54 palmeras h = 3,00 m 16
17.1. Adaptación al ambiente costero 17
17.2. Consolidación inmediata del paisaje 17
17.3. Generación de sombra y confort térmico 18
17.4. Estabilidad estructural 18
18. Justificación de los 2.879,00 m² de plantas nativas 18
19. Funciones ambientales de la cobertura vegetal 19
19.1. Regulación térmica 19

19.2. Disminución de la erosión superficial 19
19.3. Captura de material particulado 19
19.4. Incremento de biodiversidad urbana 19
19.5. Integración paisajística 20
20. Viabilidad agronómica del componente paisajístico 20
21. Conclusiones 21
22. Procedencia técnica de los ítems 22
23. Recomendaciones 22
24. Concepto técnico definitivo 23

Riohacha, Junio 02 de 2026.

Señores,
CONSORCIO ZAFIRO
Atn.: Sra. LILIANA MARGARITA ARAOS BERRARDINELLI
Representante Legal
Barranquilla

Ref. Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha – Departamento de La Guajira.

Asunto: Concepto técnico agronómico sobre la necesidad de incorporar sustrato agrícola (arena negra para jardinería), palmeras ornamentales y especies vegetales nativas para el establecimiento del componente paisajístico del proyecto.

1. Objeto

El presente informe tiene por objeto emitir un concepto técnico especializado desde la ingeniería ambiental respecto a la necesidad de incorporar el componente paisajístico previsto para el proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha", evaluando las condiciones edafológicas, geológicas, geotécnicas, climáticas y ambientales del área de intervención, con el propósito de determinar la viabilidad del establecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal proyectada.

En desarrollo del presente concepto se analiza la necesidad técnica de incorporar un sustrato agrícola para jardinería, la instalación de palmeras de porte medio y el establecimiento de especies vegetales nativas, incluyendo las actividades de mantenimiento requeridas hasta la entrega de la obra, como elementos indispensables para garantizar la funcionalidad, estabilidad y permanencia del componente paisajístico diseñado para el proyecto.

De manera específica, el análisis comprende la evaluación técnica que soporta la incorporación de 623,28 m³ de arena negra para jardinería, destinados a la conformación del sustrato de siembra; la instalación de cincuenta y cuatro (54) palmeras con altura promedio de tres metros (3,00 m) como componente arbóreo estructural del diseño paisajístico; y el establecimiento de 2.879,00 m² de plantas nativas, incluyendo las labores de mantenimiento necesarias para asegurar su adecuado prendimiento, desarrollo y supervivencia hasta la entrega definitiva del proyecto.

Para tal efecto, se realiza un análisis integral de las condiciones naturales del terreno, sustentado en la información contenida en el estudio geotécnico del proyecto y en los principios técnicos de la ingeniería agronómica y ambiental, con el fin de determinar si el suelo existente posee las características físicas, químicas y biológicas requeridas para soportar el establecimiento de la vegetación proyectada o si, por el contrario, resulta técnicamente indispensable incorporar un sustrato agrícola que permita conformar un medio de crecimiento adecuado para las especies vegetales previstas.

Como resultado de este análisis, el presente informe emite el correspondiente concepto técnico sobre la procedencia y necesidad de las actividades propuestas, verificando que las cantidades proyectadas y los materiales a incorporar respondan a criterios técnicos, agronómicos, ambientales y paisajísticos, acordes con las condiciones particulares del litoral Caribe y con los objetivos de sostenibilidad, recuperación ambiental y mejoramiento del espacio público que persigue el proyecto.

2. Alcance del concepto técnico

El presente concepto técnico comprende la evaluación de las condiciones geológicas, geotécnicas, edafológicas, climáticas y ambientales del área de intervención, así como el análisis del diseño paisajístico aprobado para el proyecto, con el propósito de determinar la procedencia técnica de incorporar las actividades relacionadas con el suministro del sustrato agrícola, el establecimiento de palmeras y la implementación de cobertura vegetal mediante especies nativas.

El análisis se fundamenta en la información contenida en el estudio geotécnico del proyecto, los documentos de diseño paisajístico, la literatura técnica aplicable a proyectos de restauración vegetal en ambientes marino-costeros, orientados a verificar la viabilidad técnica de las actividades propuestas y su incidencia sobre la funcionalidad ambiental del proyecto.

3. Antecedentes

Dentro del desarrollo del proyecto de construcción del Malecón del Distrito de Riohacha se contempló la recuperación integral del espacio público mediante la incorporación de zonas verdes, jardines ornamentales, especies arbóreas y vegetación nativa adaptada a las condiciones climáticas del litoral Caribe.

Durante la revisión técnica del componente paisajístico, se evidenció que el terreno natural existente corresponde predominantemente a depósitos sedimentarios costeros constituidos por arenas y gravas, propios de ambientes de playa, condición ampliamente documentada dentro del estudio geotécnico desarrollado para el proyecto. Dicho estudio establece que el área de intervención se encuentra localizada sobre la unidad geológica Q2-m, correspondiente a depósitos recientes de playas conformados por arenas y gravas acumuladas por acción marina, asociados localmente con depósitos finos de origen lagunar y de manglar.

Desde el punto de vista agronómico, esta condición geológica representa un aspecto determinante para el establecimiento de vegetación permanente, debido a que los depósitos arenosos de origen marino presentan limitaciones físicas y químicas que restringen el crecimiento radicular, disminuyen la disponibilidad de agua para las plantas y reducen significativamente la capacidad natural del suelo para suministrar nutrientes esenciales.

Adicionalmente, el estudio geotécnico caracteriza el clima de la zona como árido tropical (BWh), con temperaturas medias cercanas a los 30 °C, precipitaciones anuales entre 300 y 600 mm y una evaporación potencial que supera ampliamente la precipitación anual, alcanzando valores entre 2.500 y 3.000 mm por año. Estas condiciones generan un marcado déficit hídrico durante gran parte del año, incrementando el estrés fisiológico de las especies vegetales establecidas sobre suelos de textura arenosa.

Por otra parte, los ensayos granulométricos realizados durante la investigación geotécnica clasifican gran parte del material superficial como arenas pobremente gradadas (SP), caracterizadas por una muy baja proporción de partículas finas, ausencia de plasticidad y elevada permeabilidad. Estas propiedades, aunque resultan favorables para ciertos aspectos constructivos, constituyen una limitante importante para el desarrollo vegetal, debido a su reducida capacidad de retención de humedad, baja capacidad de intercambio catiónico y escaso contenido natural de materia orgánica.

En consecuencia, las condiciones naturales del terreno no corresponden a un suelo agrícola apto para el establecimiento directo de jardines urbanos permanentes, razón por la cual resulta técnicamente necesario incorporar un sustrato de siembra que permita crear un horizonte edáfico artificial con características físicas, químicas y biológicas adecuadas para garantizar el desarrollo del componente paisajístico proyectado.

Es importante precisar que el presente concepto no tiene por objeto modificar el diseño paisajístico aprobado, sino evaluar técnicamente los medios necesarios para garantizar su correcta ejecución bajo las condiciones reales encontradas durante el desarrollo del proyecto. En tal sentido, el análisis se orienta a establecer si las características naturales del terreno permiten alcanzar los objetivos paisajísticos inicialmente previstos o si resulta técnicamente indispensable incorporar materiales y especies adicionales que aseguren la funcionalidad y sostenibilidad del componente vegetal.

4. Documentos analizados

Para la elaboración del presente concepto fueron objeto de revisión los siguientes documentos técnicos:

- Estudio geotécnico definitivo del proyecto.
- Estudios topográficos.
- Diseño paisajístico y urbanístico.
- Especificaciones técnicas del proyecto.
- Planos arquitectónicos de las zonas verdes.
- Información climatológica del IDEAM.
- Literatura técnica sobre establecimiento de especies vegetales en ecosistemas costeros tropicales.

5. Caracterización del área de intervención

El proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha" se desarrolla sobre la franja litoral del mar Caribe, en un ambiente característico de transición entre el ecosistema marino y el entorno urbano, donde predominan procesos geomorfológicos asociados a la dinámica costera.

Desde la perspectiva de la ingeniería agronómica, las condiciones naturales presentes en el área de intervención no pueden evaluarse únicamente desde el punto de vista constructivo. Aunque el estudio geotécnico demuestra que los materiales existentes presentan características adecuadas para soportar determinadas estructuras civiles, dichas propiedades no son suficientes para garantizar el

establecimiento de un sistema vegetal permanente, debido a que los requerimientos agronómicos difieren sustancialmente de los criterios geotécnicos empleados para el diseño de las obras civiles.

Desde el punto de vista agronómico, este tipo de ambientes constituye uno de los escenarios más restrictivos para el establecimiento de coberturas vegetales permanentes, debido a la combinación de factores edáficos, climáticos y ambientales que limitan de manera significativa el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las especies vegetales.

A diferencia de los suelos agrícolas tradicionales, los terrenos costeros se encuentran sometidos permanentemente a procesos de erosión eólica, influencia de aerosoles marinos, elevadas tasas de evaporación, escasa disponibilidad de materia orgánica y limitadas reservas naturales de nutrientes, condiciones que hacen indispensable la implementación de medidas de acondicionamiento del suelo cuando se pretende desarrollar proyectos de paisajismo urbano con cobertura vegetal permanente.

Estas condiciones adquieren mayor relevancia considerando que el objetivo del componente paisajístico del proyecto no corresponde únicamente a la siembra de vegetación ornamental, sino a la consolidación de un sistema verde urbano que deberá permanecer funcional durante toda la vida útil del proyecto, contribuyendo al confort térmico, la recuperación ambiental, la integración paisajística y el mejoramiento de la calidad del espacio público.

6. Caracterización geológica y edáfica del terreno

De acuerdo con el estudio geotécnico elaborado para el proyecto, el área de intervención se encuentra localizada sobre la unidad geológica Q2-m, correspondiente a depósitos recientes de playa constituidos principalmente por arenas y gravas de origen marino, acumuladas por procesos de transporte y sedimentación asociados a la dinámica litoral. En algunos sectores se presentan depósitos finos relacionados con antiguos ambientes lagunares y de manglar.

Aptitud agrícola del suelo existente

Con fundamento en la caracterización geológica y geotécnica realizada, este profesional conceptúa que el terreno natural presenta una aptitud agrícola baja para el establecimiento directo de jardines urbanos permanentes, debido a la limitada evolución pedológica de los materiales existentes. La ausencia de un horizonte orgánico desarrollado restringe la disponibilidad natural de nutrientes, reduce la actividad biológica del suelo y limita la capacidad de almacenamiento de agua, factores que condicionan negativamente el desarrollo fisiológico de la vegetación proyectada.

Desde el punto de vista agronómico, esta condición constituye una limitante natural para el establecimiento de vegetación, debido a que los materiales sedimentarios de origen marino no evolucionan como suelos agrícolas, sino como depósitos minerales cuya función principal ha sido responder a procesos geológicos y no al desarrollo de cobertura vegetal.

En consecuencia, el material superficial existente presenta características propias de un sustrato mineral con muy bajo desarrollo pedológico, donde prácticamente no existe un horizonte orgánico capaz de suministrar las condiciones necesarias para el establecimiento de especies vegetales ornamentales o de restauración paisajística.

En este tipo de terrenos predominan:

- partículas minerales gruesas;
- escasa acumulación de materia orgánica;
- baja actividad biológica;
- mínima presencia de microorganismos benéficos;
- reducida fertilidad natural;
- limitada capacidad de almacenamiento de agua.

Estas condiciones son incompatibles con el adecuado establecimiento de jardines urbanos permanentes, especialmente cuando se busca garantizar un alto porcentaje de supervivencia de las especies vegetales durante las etapas iniciales de crecimiento.

7. Análisis de los resultados del estudio geotécnico

Los ensayos granulométricos efectuados durante la investigación geotécnica clasifican la mayor parte del suelo superficial como arena pobremente gradada (SP), clasificación correspondiente al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Desde el punto de vista geotécnico, este material presenta un comportamiento favorable para procesos constructivos relacionados con drenajes e infiltración; sin embargo, desde el punto de vista agronómico representa uno de los materiales menos adecuados para el establecimiento de coberturas vegetales permanentes.

Las arenas pobremente gradadas presentan una estructura conformada por partículas de tamaño relativamente uniforme, lo que genera grandes espacios entre granos y una elevada conductividad hidráulica.

Como consecuencia de esta condición física:

- el agua de riego infiltra rápidamente hacia capas profundas;
- disminuye el tiempo de disponibilidad de humedad para las raíces;
- los nutrientes solubles son fácilmente lixiviados;
- aumenta la frecuencia requerida de riego;
- disminuye considerablemente la eficiencia de la fertilización.

En términos agronómicos, esto significa que el suelo natural existente no posee la capacidad física necesaria para sostener adecuadamente un sistema de jardinería urbana sin un proceso previo de mejoramiento del sustrato.

8. Condiciones climáticas y su influencia sobre el desarrollo vegetal

El estudio geotécnico establece que el proyecto se localiza dentro de una región con clima árido tropical (BWh), caracterizada por temperaturas medias cercanas a los 30 °C, máximas que superan los 36 °C, precipitaciones anuales comprendidas entre 300 y 600 mm y valores de evaporación potencial entre 2.500 y 3.000 mm por año.

Desde la perspectiva agronómica, estas condiciones generan un balance hídrico negativo durante gran parte del año, debido a que las pérdidas de agua por evaporación y evapotranspiración superan ampliamente los aportes naturales provenientes de la lluvia.

Este comportamiento climático incrementa considerablemente la demanda hídrica de las especies vegetales recientemente establecidas y exige que el medio de crecimiento posea suficiente capacidad para almacenar humedad disponible entre un riego y otro.

Cuando esta condición no existe, como ocurre en suelos arenosos costeros, las plantas experimentan rápidamente estrés hídrico, disminución de la actividad fotosintética, reducción del crecimiento radicular, marchitez temporal y, finalmente, pérdida progresiva del material vegetal.

Por esta razón, en proyectos de paisajismo desarrollados bajo condiciones climáticas similares resulta indispensable modificar las propiedades físicas del suelo mediante la incorporación de sustratos agrícolas que incrementen la capacidad de retención de agua y favorezcan el establecimiento inicial de la vegetación.

8.1. Influencia del déficit hídrico sobre el establecimiento vegetal

Desde el punto de vista agronómico, la etapa de establecimiento constituye el período más crítico dentro del ciclo de desarrollo de cualquier plantación, debido a que durante las primeras semanas posteriores al trasplante las especies vegetales deben superar un proceso de adaptación fisiológica al nuevo medio de crecimiento, desarrollando progresivamente su sistema radicular y restableciendo el equilibrio entre la absorción de agua y la demanda generada por la evapotranspiración.

Durante esta fase inicial, las raíces absorbentes presentan un desarrollo limitado y aún no han explorado un volumen suficiente de suelo que les permita acceder de manera eficiente al agua y a los nutrientes disponibles. En consecuencia, la supervivencia de las plantas depende directamente de las condiciones físicas y químicas del sustrato donde fueron establecidas y de la disponibilidad permanente de humedad en la zona radicular.

Esta condición adquiere especial importancia en el área de intervención del proyecto, donde el estudio geotécnico caracteriza un clima árido tropical con elevadas temperaturas, baja precipitación y tasas de evaporación potencial significativamente superiores a la precipitación anual, generando un déficit hídrico permanente durante gran parte del año. Estas condiciones incrementan considerablemente la demanda de agua por parte de la vegetación y reducen el tiempo durante el cual la humedad permanece disponible para las raíces.

Adicionalmente, el predominio de materiales arenosos identificado en el estudio geotécnico favorece una rápida infiltración del agua aplicada mediante riego y disminuye la capacidad natural del terreno para almacenar humedad útil. Como resultado, el agua disponible en la zona de raíces se reduce rápidamente, incrementando el riesgo de estrés hídrico durante las primeras etapas de crecimiento.

Bajo estas condiciones, la ausencia de un sustrato agrícola con adecuada capacidad de retención de humedad y de un programa de mantenimiento que garantice riegos oportunos durante la fase de

establecimiento incrementaría significativamente la mortalidad del material vegetal, afectando la consolidación del componente paisajístico previsto en el proyecto.

Por lo anterior, desde el punto de vista agronómico, la incorporación de un sustrato mejorado y la ejecución de las actividades de mantenimiento hasta la entrega de la obra constituyen medidas complementarias e inseparables, orientadas a garantizar el adecuado establecimiento fisiológico de las especies vegetales y la estabilidad del sistema paisajístico diseñado.

9. Efectos del ambiente marino sobre el suelo y la vegetación

Adicionalmente a las condiciones climáticas descritas anteriormente, el proyecto se encuentra sometido de manera permanente a la influencia del ambiente marino.

La proximidad al litoral expone continuamente el terreno y la vegetación a la acción de:

- vientos costeros de velocidad moderada a alta;
- aerosoles marinos ricos en sales;
- altas concentraciones de cloruros transportados por el viento;
- intensa radiación solar;
- elevadas temperaturas superficiales del suelo.

Estos factores producen un incremento en la evapotranspiración potencial de las plantas, aceleran la deshidratación del sustrato superficial y aumentan la demanda de agua durante el proceso de establecimiento vegetal.

Si bien muchas especies nativas presentan adaptaciones fisiológicas para tolerar estas condiciones, dichas adaptaciones únicamente se manifiestan cuando las plantas logran desarrollar adecuadamente su sistema radicular durante las primeras etapas de crecimiento.

En consecuencia, el éxito del establecimiento vegetal depende directamente de la calidad del medio donde se desarrollan las raíces.

Cuando el sistema radicular se establece sobre un sustrato pobre en materia orgánica y con baja retención de humedad, disminuye considerablemente la capacidad de las plantas para superar los periodos críticos de estrés ambiental, incrementándose la mortalidad y la necesidad de reposiciones durante la etapa de mantenimiento.

10. Diagnóstico agronómico del terreno

Con fundamento en la revisión integral del estudio geotécnico, de las condiciones ambientales del litoral Caribe y de los principios técnicos aplicables al establecimiento de jardines urbanos permanentes, se concluye que el terreno existente presenta limitaciones significativas para soportar directamente el desarrollo del componente paisajístico proyectado.

Las principales restricciones identificadas corresponden a:

- predominio de materiales arenosos de origen marino;
- muy bajo contenido natural de materia orgánica;

- limitada capacidad de retención de humedad;
- alta permeabilidad;
- escasa capacidad de almacenamiento de nutrientes;
- reducida actividad biológica del suelo;
- elevada evaporación anual;
- déficit hídrico característico de la región;
- influencia permanente de vientos y aerosoles marinos.

Desde el punto de vista agronómico, estas condiciones impiden considerar el suelo existente como un medio de crecimiento apto para el establecimiento directo de jardines ornamentales, palmeras y especies vegetales permanentes, siendo técnicamente necesario implementar un proceso de acondicionamiento mediante la incorporación de un sustrato agrícola que modifique favorablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas del terreno.

Este acondicionamiento no constituye una mejora estética ni un tratamiento opcional, sino un requisito técnico para garantizar que el componente paisajístico alcance los niveles de supervivencia, desarrollo y funcionalidad previstos en el diseño del proyecto, reduciendo simultáneamente la necesidad de reposiciones, intervenciones correctivas y costos de mantenimiento derivados de fallas en el establecimiento de la vegetación.

11.Necesidad del acondicionamiento del suelo

Como resultado del análisis efectuado sobre las características geológicas, geotécnicas, edafológicas y climáticas del área de intervención, se establece que las limitaciones identificadas no hacen necesario reemplazar el suelo existente, sino implementar un proceso de acondicionamiento del horizonte superficial destinado al establecimiento de la vegetación.

Desde el punto de vista agronómico, el acondicionamiento del suelo consiste en mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del terreno mediante la incorporación de materiales que permitan crear un medio de crecimiento adecuado para el desarrollo del sistema radicular de las especies vegetales. Este procedimiento constituye una práctica ampliamente utilizada en proyectos de paisajismo urbano, restauración ambiental y establecimiento de zonas verdes en terrenos que, por sus condiciones naturales, no presentan la aptitud requerida para soportar directamente el crecimiento vegetal.

En el caso específico del proyecto, el estudio geotécnico evidencia que el terreno corresponde predominantemente a depósitos arenosos de origen marino, materiales que, aunque presentan un comportamiento favorable desde el punto de vista geotécnico para la construcción de obras civiles, no reúnen las características necesarias para funcionar como un suelo agrícola. Su alta permeabilidad, el reducido contenido de materia orgánica, la limitada capacidad de intercambio catiónico y la escasa retención de humedad restringen significativamente el establecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal prevista en el diseño paisajístico.

En este contexto, el acondicionamiento del suelo no implica modificar la conformación geotécnica del terreno ni sustituir el material existente, sino complementar sus propiedades mediante la conformación de un horizonte superficial fértil que actúe como medio de crecimiento para las raíces. Este horizonte agrícola permite mejorar la disponibilidad de agua, incrementar la capacidad de almacenamiento de nutrientes, favorecer la actividad biológica del suelo y proporcionar las condiciones necesarias para el establecimiento inicial de las especies vegetales.

La incorporación de arena negra para jardinería cumple precisamente esta función técnica, al constituirse en el sustrato donde se desarrollará la mayor parte del sistema radicular durante las primeras etapas de crecimiento. Su aplicación permite crear un horizonte agrícola artificial sobre el terreno natural, optimizando las condiciones de establecimiento sin alterar la estabilidad del suelo existente ni las características estructurales del proyecto.

En consecuencia, el acondicionamiento del suelo debe entenderse como una actividad indispensable para garantizar la funcionalidad del componente paisajístico y no como una mejora opcional o de carácter estético. La implementación de esta medida responde directamente a las limitaciones naturales identificadas en el estudio geotécnico y constituye la solución técnicamente más adecuada para asegurar el desarrollo, supervivencia y permanencia de la cobertura vegetal proyectada bajo las condiciones ambientales propias del litoral Caribe.

12.Necesidad de incorporar un sustrato agrícola en el área de siembra

Una vez analizadas las condiciones geológicas, geotécnicas, climáticas y ambientales del área de intervención, se concluye que el terreno natural existente no reúne las condiciones físicas, químicas ni biológicas necesarias para soportar el adecuado establecimiento del componente paisajístico proyectado.

El suelo identificado en el estudio geotécnico corresponde principalmente a depósitos arenosos de origen marino, caracterizados por su elevada permeabilidad, reducido contenido de finos y prácticamente nula presencia de materia orgánica.

Desde el punto de vista agronómico, estas características limitan significativamente la funcionalidad del suelo como medio de crecimiento vegetal, debido a que un sustrato destinado al establecimiento de jardines urbanos debe cumplir simultáneamente tres funciones esenciales:

- servir como soporte mecánico para el desarrollo radicular;
- almacenar agua disponible para las plantas entre ciclos de riego;
- actuar como reserva de nutrientes indispensables para el crecimiento vegetal.

El suelo natural presente en el área del proyecto cumple únicamente la primera de estas funciones, ya que proporciona estabilidad física a las raíces; sin embargo, presenta una capacidad muy limitada para almacenar humedad y nutrientes, lo cual compromete el establecimiento y desarrollo de las especies vegetales proyectadas.

En consecuencia, desde el punto de vista técnico, resulta indispensable incorporar un horizonte superficial de suelo agrícola que modifique las propiedades del terreno existente y permita generar un medio adecuado para el desarrollo fisiológico de la vegetación.

13.Función agronómica de la arena negra para jardinería

Desde el punto de vista agronómico, la incorporación del sustrato agrícola constituye una actividad de acondicionamiento del terreno y no una intervención de carácter ornamental o estético. Su finalidad consiste en modificar favorablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas del horizonte superficial del suelo, creando un medio de crecimiento que permita el adecuado establecimiento del sistema radicular de las especies vegetales contempladas en el diseño paisajístico.

En el presente proyecto, la incorporación de arena negra para jardinería no sustituye el terreno natural existente ni modifica su comportamiento geotécnico; por el contrario, complementa sus características mediante la conformación de un horizonte superficial fértil que mejora la retención de humedad, incrementa la disponibilidad de nutrientes, favorece la actividad biológica del suelo y proporciona condiciones adecuadas para el desarrollo fisiológico de la vegetación durante las etapas iniciales de establecimiento.

Bajo estas condiciones, el sustrato agrícola se constituye en el principal medio de crecimiento de las raíces y en el elemento que hace posible la consolidación del componente paisajístico previsto en el proyecto, razón por la cual su incorporación corresponde a una necesidad técnica derivada de las características naturales del terreno y no a una mejora opcional del espacio público.

El ítem denominado "Suministro e instalación de arena negra para jardinería" no corresponde al simple aporte de un material de relleno.

Desde el punto de vista agronómico, este material constituye el sustrato agrícola donde se desarrollará el sistema radicular de todas las especies vegetales contempladas dentro del diseño paisajístico.

La denominada arena negra para jardinería corresponde a un suelo enriquecido naturalmente con materia orgánica estabilizada, fracciones minerales finas y componentes húmicos que mejoran significativamente las propiedades físicas y químicas del terreno.

Su incorporación genera múltiples beneficios agronómicos, entre los cuales se destacan:

a) Incremento de la capacidad de retención de humedad

La presencia de materia orgánica incrementa considerablemente la capacidad del suelo para almacenar agua útil para las plantas.

Mientras un suelo arenoso pierde rápidamente el agua por infiltración profunda, un sustrato enriquecido permite conservar humedad durante mayores periodos, disminuyendo el estrés hídrico entre riegos y favoreciendo el desarrollo inicial de las especies vegetales.

Este aspecto resulta particularmente importante en el Distrito de Riohacha, donde la evaporación anual supera ampliamente la precipitación, generando un balance hídrico negativo durante gran parte del año.

b) Incremento de la fertilidad del suelo

La materia orgánica incorporada mejora la capacidad de intercambio catiónico del sustrato, aumentando la disponibilidad de nutrientes esenciales como:

- nitrógeno;
- fósforo;
- potasio;
- calcio;
- magnesio;
- azufre;
- micronutrientes.

Sin este mejoramiento, los nutrientes aplicados mediante fertilización son fácilmente lixiviados debido a la elevada permeabilidad del suelo arenoso existente.

c) Mejoramiento de la estructura física

El sustrato agrícola genera una estructura más estable que favorece simultáneamente:

- aireación radicular;
- infiltración controlada;
- retención de humedad;
- expansión del sistema radical.

Estas condiciones permiten que las raíces desarrollen un mayor volumen de exploración del suelo, aumentando la estabilidad mecánica de las plantas y su capacidad para absorber agua y nutrientes.

d) Incremento de la actividad biológica

Uno de los aspectos más importantes de un suelo agrícola es la presencia de microorganismos benéficos.

La incorporación del sustrato favorece el establecimiento de:

- bacterias fijadoras de nitrógeno;
- hongos micorrízicos;
- microorganismos descomponedores;
- fauna edáfica.

Estos organismos mejoran la disponibilidad de nutrientes y fortalecen el crecimiento radicular, generando un ecosistema mucho más estable que el existente en el terreno natural.

e) Disminución de la mortalidad vegetal

Las mayores pérdidas de plantas en proyectos de paisajismo urbano ocurren durante los primeros meses posteriores a la siembra.

Cuando el establecimiento se realiza sobre suelos arenosos sin acondicionamiento, las plantas presentan:

- estrés hídrico permanente;
- crecimiento lento;
- escasa emisión radicular;
- clorosis nutricional;
- marchitez;
- muerte prematura.

La incorporación del sustrato agrícola reduce significativamente estos riesgos y aumenta el porcentaje de supervivencia del componente vegetal.

14.Compatibilidad entre el sustrato y las especies nativas

El diseño paisajístico contempla la utilización de especies vegetales adaptadas al clima del Caribe seco colombiano.

Sin embargo, debe aclararse que el concepto de especie nativa no implica que dichas plantas puedan establecerse exitosamente sobre cualquier condición de suelo.

Las especies nativas presentan adaptaciones fisiológicas que les permiten tolerar:

- altas temperaturas;
- déficit hídrico;
- radiación solar intensa;
- influencia marina.

No obstante, durante la fase de establecimiento requieren un medio de crecimiento que facilite el desarrollo inicial de sus raíces.

Una vez consolidado el sistema radicular, estas especies adquieren mayor capacidad para explorar el suelo natural y soportar condiciones ambientales más restrictivas.

Por esta razón, incluso en programas de restauración ecológica desarrollados en ecosistemas áridos se recomienda incorporar sustratos mejorados durante la etapa inicial de establecimiento cuando las condiciones del suelo presentan limitaciones físicas importantes.

15.Efectos de no incorporar el sustrato agrícola

En caso de ejecutar la siembra directamente sobre el terreno existente, es altamente probable que se presenten las siguientes consecuencias:

- reducción significativa del porcentaje de prendimiento de las especies vegetales;
- incremento de la mortalidad durante los primeros meses;
- aumento de los costos de reposición de plantas;
- incremento en la frecuencia de riego requerida;

- pérdida acelerada de nutrientes por lixiviación;
- desarrollo deficiente del sistema radicular;
- disminución de la cobertura vegetal prevista en el diseño;
- deterioro prematuro del componente paisajístico;
- incumplimiento de los objetivos ambientales y urbanísticos del proyecto.

Estas consecuencias afectarían no solo la apariencia estética del proyecto, sino también los servicios ecosistémicos esperados, tales como regulación térmica, captura de material particulado, reducción de la erosión superficial, incremento de biodiversidad urbana y mejoramiento del confort ambiental.

16.Criterios técnicos del diseño paisajístico

El componente paisajístico del proyecto debe entenderse como una infraestructura ambiental integrada al sistema urbano y no únicamente como un tratamiento estético del espacio público. Su función consiste en mejorar las condiciones ambientales, incrementar el confort térmico de los usuarios, fortalecer la biodiversidad urbana y consolidar la identidad paisajística del Malecón de Riohacha mediante la incorporación de especies vegetales adaptadas a las condiciones naturales del litoral Caribe.

Desde el punto de vista agronómico, la correcta implementación de este componente depende de la interacción entre el suelo, el material vegetal y las condiciones ambientales del sitio, razón por la cual cualquier deficiencia en alguno de estos elementos compromete el desempeño integral del sistema paisajístico.

En este contexto, la selección de especies vegetales, la densidad de siembra y la distribución espacial obedecen a criterios técnicos relacionados con:

- adaptación al clima árido tropical;
- resistencia al ambiente marino;
- estabilidad frente a vientos costeros;
- generación de sombra y confort térmico;
- disminución de la radiación reflejada por superficies duras;
- integración paisajística con el entorno costero;
- incremento de biodiversidad urbana;
- disminución de la erosión superficial;
- fortalecimiento de los servicios ecosistémicos.

Por consiguiente, la incorporación de palmeras y especies vegetales nativas constituye un elemento funcional del proyecto y no un componente meramente decorativo.

17.Justificación técnica de las 54 palmeras h = 3,00 m

El diseño paisajístico contempla la instalación de 54 palmeras con altura promedio de tres (3,00) metros, cuya incorporación responde a criterios de funcionalidad urbana, adaptación ambiental y consolidación inmediata del paisaje.

La cantidad proyectada no corresponde a una decisión arbitraria ni a un criterio exclusivamente ornamental. Obedece al replanteo efectuado sobre el diseño paisajístico aprobado y a la verificación en campo de las áreas efectivamente destinadas al componente arbóreo, determinándose que la incorporación de cincuenta y cuatro (54) individuos resulta necesaria para conservar la composición espacial prevista, mantener la continuidad visual del proyecto y garantizar la correcta ejecución del diseño arquitectónico y paisajístico.

Desde el punto de vista agronómico y paisajístico, la utilización de individuos con una altura aproximada de tres metros presenta ventajas significativas frente a ejemplares juveniles de menor tamaño.

17.1. Adaptación al ambiente costero

Las palmeras constituyen uno de los grupos vegetales con mayor adaptación fisiológica a ambientes marino-costeros.

Su arquitectura vegetal, flexibilidad estructural y sistema radicular les permiten soportar adecuadamente:

- vientos permanentes;
- altas temperaturas;
- radiación solar intensa;
- aerosoles salinos;
- déficit hídrico estacional.

Estas características hacen que las palmeras sean ampliamente utilizadas en proyectos de urbanismo costero alrededor del mundo, donde las condiciones ambientales limitan el establecimiento de especies arbóreas tradicionales.

17.2. Consolidación inmediata del paisaje

Además de sus aportes ambientales, las palmeras cumplen una función estructural dentro de la composición paisajística del proyecto. En arquitectura del paisaje, este tipo de especies constituye uno de los principales elementos de organización espacial, permitiendo definir la estructura visual del espacio público y consolidar la imagen urbana del proyecto.

Su disposición dentro del diseño permite organizar visualmente los diferentes ambientes del malecón, reforzar la lectura de los recorridos peatonales, delimitar áreas de permanencia, generar transiciones entre espacios abiertos y zonas verdes y establecer puntos focales que orientan la percepción del usuario.

Asimismo, las palmeras actúan como hitos paisajísticos que fortalecen la identidad del proyecto, aportan verticalidad al conjunto urbano y contribuyen a consolidar una imagen característica del frente marítimo de Riohacha, en armonía con las condiciones ambientales y culturales propias del Caribe colombiano.

En consecuencia, su incorporación responde no solamente a criterios de arborización, sino también a principios de composición paisajística y organización del espacio público previstos en el diseño aprobado.

17.3. Generación de sombra y confort térmico

El estudio geotécnico evidencia que el proyecto se localiza en una región donde predominan altas temperaturas durante la mayor parte del año.

En estas condiciones, la vegetación desempeña un papel fundamental en la regulación microclimática del espacio público.

Las palmeras contribuyen a:

- disminuir la temperatura superficial del pavimento;
- reducir la radiación incidente sobre zonas peatonales;
- mejorar el confort de los usuarios;
- disminuir el efecto de isla de calor urbana;
- favorecer la permanencia de personas en el espacio público.

Este beneficio adquiere especial importancia considerando que gran parte del proyecto está conformado por superficies en concreto, adoquines y pavimentos que presentan alta capacidad de absorción y reemisión de calor.

17.4. Estabilidad estructural

Las palmeras presentan un sistema radical fasciculado altamente eficiente para soportar condiciones de viento propias del litoral Caribe.

A diferencia de especies arbóreas con raíces superficiales o pivotantes, las palmeras distribuyen uniformemente los esfuerzos generados por el viento, reduciendo el riesgo de volcamiento y favoreciendo la estabilidad durante eventos climáticos extremos.

Esta condición constituye un criterio importante para proyectos ubicados en primera línea de costa.

18.Justificación de los 2.879,00 m² de plantas nativas

El área de 2.879,00 m² corresponde a la superficie efectiva destinada al establecimiento de cobertura vegetal dentro del diseño paisajístico ajustado del proyecto, definida a partir de la distribución espacial de las jardineras, zonas verdes y demás áreas previstas para la implantación de especies vegetales. En consecuencia, dicha cantidad responde directamente al desarrollo del diseño aprobado y no a una estimación arbitraria de superficie vegetal.

La utilización de especies nativas constituye una estrategia ampliamente aceptada dentro de la ingeniería ambiental y la restauración ecológica, debido a que dichas especies presentan mejores niveles de adaptación al clima local y menores requerimientos de mantenimiento una vez superada la etapa de establecimiento.

No obstante, el objetivo de esta cobertura vegetal trasciende el aspecto ornamental, cumpliendo funciones ambientales esenciales para la sostenibilidad del proyecto.

19.Funciones ambientales de la cobertura vegetal

19.1. Regulación térmica

Las superficies vegetales disminuyen la temperatura del entorno mediante procesos de evapotranspiración.

Mientras los pavimentos absorben y almacenan calor durante el día, la vegetación utiliza parte de la energía solar para evaporar agua, reduciendo la temperatura del ambiente circundante.

Este efecto contribuye al confort térmico de los usuarios del malecón y mejora las condiciones de permanencia en el espacio público.

19.2. Disminución de la erosión superficial

Aunque el proyecto corresponde a un desarrollo urbano, la presencia de cobertura vegetal protege el suelo frente a la acción del viento y de las lluvias intensas.

El sistema radicular:

- estabiliza el sustrato;
- disminuye pérdidas por erosión;
- reduce el arrastre de partículas finas;
- mejora la estabilidad superficial de las jardineras.

Este aspecto resulta particularmente importante considerando la naturaleza arenosa del terreno existente.

19.3. Captura de material particulado

Las hojas, tallos y estructuras vegetales actúan como barreras naturales que retienen partículas transportadas por el viento.

En zonas costeras donde existe circulación permanente de arena y polvo superficial, esta función contribuye al mejoramiento de la calidad ambiental del espacio público.

19.4. Incremento de biodiversidad urbana

Las especies nativas generan hábitats para:

- insectos polinizadores;
- mariposas;
- abejas;
- aves;
- pequeños organismos benéficos.

Esto favorece el equilibrio ecológico del área urbana y fortalece la conectividad ecológica dentro del entorno costero.

19.5. Integración paisajística

El paisaje constituye uno de los principales activos del Malecón de Riohacha.

La utilización de especies vegetales propias del Caribe colombiano permite conservar la identidad paisajística regional y evita la incorporación de especies exóticas con mayores requerimientos de agua, fertilización y mantenimiento.

Desde la arquitectura del paisaje, este criterio garantiza una mejor integración entre la infraestructura construida y el ecosistema costero.

20. Viabilidad agronómica del componente paisajístico

Con fundamento en el análisis desarrollado a lo largo del presente concepto técnico, se concluye que el componente paisajístico proyectado para el Malecón del Distrito de Riohacha es técnicamente viable, siempre que su ejecución contemple de manera integral la incorporación del sustrato agrícola, el establecimiento de la totalidad del material vegetal previsto en el diseño paisajístico y la ejecución de las actividades de mantenimiento requeridas durante la fase inicial de establecimiento.

La evaluación de las condiciones geológicas, geotécnicas, edafológicas y climáticas permitió establecer que el terreno natural existente presenta limitaciones importantes para soportar directamente el establecimiento de cobertura vegetal permanente, circunstancia que hace indispensable implementar medidas de acondicionamiento del suelo y utilizar especies vegetales adaptadas a las condiciones ambientales del litoral Caribe.

Desde el punto de vista agronómico, la viabilidad del sistema paisajístico no depende exclusivamente de la calidad del material vegetal seleccionado, sino de la interacción entre el suelo, el sustrato agrícola, las especies vegetales y las actividades de mantenimiento, elementos que conforman un sistema integral cuyo adecuado funcionamiento garantiza el establecimiento fisiológico de la vegetación y la consolidación del paisaje proyectado.

En ausencia de cualquiera de estos componentes disminuiría significativamente la probabilidad de supervivencia de las especies vegetales, se incrementarían los costos de reposición y mantenimiento y se comprometería el cumplimiento de los objetivos ambientales, funcionales y paisajísticos previstos en el diseño aprobado.

En consecuencia, este profesional conceptúa que la incorporación de las actividades objeto del presente informe constituye la alternativa técnicamente más adecuada para asegurar la viabilidad agronómica del componente paisajístico y garantizar la correcta ejecución del diseño aprobado bajo las condiciones ambientales propias del Distrito de Riohacha.

21.Conclusiones

Como resultado del análisis efectuado sobre las condiciones geológicas, geotécnicas, edafológicas, climáticas y ambientales del área donde se desarrolla el proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha", se concluye que el terreno natural existente presenta limitaciones significativas para soportar directamente el establecimiento de la cobertura vegetal prevista en el diseño paisajístico. Dichas limitaciones se encuentran asociadas al predominio de depósitos arenosos de origen marino, baja capacidad de retención de humedad, escaso contenido de materia orgánica y condiciones climáticas de elevada evaporación, ampliamente descritas en el estudio geotécnico del proyecto.

En consecuencia, desde el punto de vista agronómico, la incorporación de 623,28 m³ de arena negra para jardinería constituye una necesidad técnica para conformar un horizonte de siembra con propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas, que permita el establecimiento y desarrollo del sistema radicular de las especies vegetales proyectadas y garantice su supervivencia durante las etapas iniciales de crecimiento.

Igualmente, se concluye que la incorporación de 54 palmeras con altura promedio de tres (3,00) metros responde a criterios técnicos de funcionalidad paisajística, adaptación al ambiente marino, confort térmico e integración urbana, constituyendo el componente estructural del diseño vegetal previsto para el proyecto.

De igual manera, la implementación de 2.879,00 m² de especies vegetales nativas, incluyendo las labores de mantenimiento hasta la entrega de la obra, resulta técnicamente procedente por cuanto permite materializar integralmente el diseño paisajístico aprobado, garantizando la cobertura vegetal prevista, mejorando la estabilidad del suelo, fortaleciendo la funcionalidad ecológica del espacio público y favoreciendo la regulación microclimática y la sostenibilidad ambiental del proyecto.

Desde la perspectiva agronómica, esta intervención constituye un componente esencial para la consolidación del sistema paisajístico diseñado y asegura que las condiciones ambientales y funcionales previstas en el proyecto puedan desarrollarse de manera adecuada durante la vida útil de la intervención.

Las tres actividades evaluadas conforman un sistema integral e interdependiente; por tanto, su ejecución conjunta resulta indispensable para alcanzar la funcionalidad ambiental, ecológica y paisajística prevista en los diseños aprobados. La omisión de cualquiera de estos componentes comprometería el desempeño del sistema vegetal y afectaría la calidad, sostenibilidad y durabilidad del proyecto.

Con fundamento en las consideraciones técnicas expuestas, este profesional conceptúa favorablemente sobre la incorporación de las actividades objeto del presente informe, al considerar que se encuentran plenamente justificadas desde el punto de vista agronómico y constituyen intervenciones necesarias para garantizar la correcta implementación del componente paisajístico del proyecto.

22.Procedencia técnica de los ítems

Como resultado de los análisis desarrollados en el presente concepto técnico y con fundamento en la información contenida en el estudio geotécnico, el diseño paisajístico aprobado ,se determina que las actividades correspondientes al suministro e instalación de arena negra para jardinería (623,28 m³), suministro e instalación de cincuenta y cuatro (54) palmeras con altura promedio de tres (3,00) metros y suministro e instalación de 2.879,00 m² de plantas nativas según diseño, incluyendo las actividades de mantenimiento hasta la entrega de la obra, constituyen actividades técnicamente procedentes.

Su incorporación responde a condiciones objetivamente verificadas durante la evaluación técnica del proyecto, particularmente a las limitaciones edafológicas y climáticas identificadas en el área de intervención, así como a la necesidad de ejecutar integralmente el diseño paisajístico aprobado y garantizar el adecuado funcionamiento del componente ambiental previsto dentro del proyecto.

Desde el punto de vista agronómico, dichas actividades no representan modificaciones orientadas a mejorar las condiciones estéticas del espacio público ni corresponden a intervenciones accesorias; por el contrario, constituyen actuaciones técnicas indispensables para conformar un medio de crecimiento apto para la vegetación, asegurar el establecimiento del material vegetal y permitir la consolidación del sistema paisajístico diseñado.

En consecuencia, este profesional considera que la incorporación de los ítems objeto del presente concepto se encuentra plenamente sustentada desde el punto de vista técnico, agronómico, ambiental y paisajístico, al responder a condiciones verificadas en el terreno, al contenido del estudio geotécnico y al cumplimiento de los objetivos funcionales definidos en los documentos técnicos contractuales.

23.Recomendaciones

Como resultado del presente análisis técnico, se recomienda incorporar dentro del proyecto las actividades correspondientes al suministro e instalación de arena negra para jardinería, suministro e instalación de palmeras de altura promedio de tres (3,00) metros y suministro e instalación de plantas nativas según diseño, incluyendo el mantenimiento hasta la entrega de la obra, conforme a las cantidades definidas en los documentos técnicos del proyecto.

Se recomienda que el material denominado "arena negra para jardinería" corresponda a un sustrato de calidad agronómica, libre de residuos, sales, materiales contaminantes y elementos extraños, con contenido suficiente de materia orgánica que permita mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del terreno existente y facilite el establecimiento de la cobertura vegetal.

Se recomienda que la selección de las palmeras y de las especies vegetales nativas corresponda a material vegetal sano, vigoroso y adaptado a las condiciones climáticas del Caribe seco colombiano, proveniente de viveros legalmente establecidos y con adecuados estándares fitosanitarios.

Asimismo, se recomienda implementar un programa de mantenimiento que incluya riego, fertilización, control fitosanitario, manejo de malezas, reposición de individuos no establecidos y seguimiento periódico durante la etapa de establecimiento, garantizando la consolidación del componente paisajístico antes de la entrega definitiva del proyecto.

Finalmente, se recomienda que todas las actividades de siembra y mantenimiento se ejecuten de conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto, el diseño paisajístico aprobado y las buenas prácticas agronómicas aplicables a proyectos desarrollados en ambientes marino-costeros, con el fin de asegurar la funcionalidad, sostenibilidad y permanencia de las zonas verdes durante la vida útil de la intervención.

24.Concepto técnico definitivo

Con fundamento en la revisión de la documentación técnica del proyecto, el análisis del estudio geotécnico, la evaluación de las condiciones geológicas, edafológicas, climáticas y ambientales del área de intervención, el diseño paisajístico aprobado y los principios científicos y técnicos que rigen la ingeniería agronómica, este profesional emite CONCEPTO TÉCNICO FAVORABLE respecto de la incorporación de las siguientes actividades dentro del proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha":

- NP-11. Suministro e instalación de arena negra para jardinería: 623,28 m³.
- NP-12. Suministro e instalación de palmeras con altura promedio de tres metros (Hprom = 3,00 m): 54 unidades.
- NP-13. Suministro e instalación de plantas nativas según diseño, incluyendo mantenimiento hasta la entrega de la obra: 2.879,00 m².

El presente concepto se fundamenta en que las condiciones naturales del terreno, caracterizadas por depósitos arenosos de origen marino, baja retención de humedad, reducido contenido de materia orgánica, alta permeabilidad, influencia de salinidad y un régimen climático propio del bosque muy seco tropical, limitan el establecimiento directo y sostenible de la cobertura vegetal prevista en el diseño paisajístico, haciendo técnicamente necesaria la implementación de medidas de acondicionamiento del suelo y la incorporación de especies vegetales adaptadas a dichas condiciones.

Asimismo, se concluye que las actividades evaluadas constituyen un sistema integral e interdependiente, en el cual el sustrato agrícola proporciona las condiciones necesarias para el desarrollo radicular, las palmeras conforman la estructura principal del diseño paisajístico y las especies nativas consolidan la cobertura vegetal, fortalecen la funcionalidad ecológica y contribuyen a la sostenibilidad ambiental del proyecto. La ausencia de cualquiera de estos componentes comprometería la viabilidad agronómica del sistema vegetal y dificultaría la correcta ejecución del diseño paisajístico aprobado.

En consecuencia, desde el punto de vista técnico, agronómico y ambiental, la incorporación de los ítems NP-11, NP-12 y NP-13 se considera plenamente procedente, por cuanto responde a condiciones verificadas en el estudio geotécnico, al análisis edafoclimático del área de intervención y a la necesidad de garantizar la correcta implementación, estabilidad, funcionalidad y permanencia del componente paisajístico previsto en los documentos técnicos del proyecto.

Por lo anterior, este profesional avala técnicamente la incorporación de las actividades objeto del presente concepto, al considerar que constituyen la alternativa más adecuada para asegurar la ejecución integral del diseño paisajístico aprobado, la supervivencia del material vegetal y el cumplimiento de los objetivos ambientales, paisajísticos y funcionales definidos para la intervención.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

Yo, Nathalia Basto Fierro, Ingeniera Civil especialista en Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental identificado profesionalmente con Matrícula Profesional No. 70202-362930, manifiesto bajo la gravedad del juramento que el presente concepto técnico fue elaborado conforme a los principios científicos, técnicos y éticos que rigen el ejercicio de la profesión, con fundamento en la revisión del estudio geotécnico del proyecto, la documentación técnica suministrada, el diseño paisajístico y los conocimientos especializados propios de la Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental.

El presente concepto refleja exclusivamente mi criterio técnico profesional y se emite bajo mi responsabilidad, de conformidad con las disposiciones legales que regulan el ejercicio de la profesión y con estricta observancia de los principios de objetividad, independencia, idoneidad y responsabilidad profesional.

Natalia Fierro

Nathalia Basto Fierro
Ing. Civil
Esp. Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental
Matricula No. 70202-362930

NATHALIA BASTO FIERRO

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Universidad del Tolima

Una nueva historia
ACREDITADA
DE ALTA CALIDAD

Creada mediante Ordenanza número 005 de mayo 21 de 1945 de la Asamblea Departamental del Tolima

OTORGA EL TITULO DE

Especialista en Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental

A

Nathalia Basto Fierro

C.C. No. 1110547279 expedida en Ibagué

Quien cumplió satisfactoriamente los requisitos académicos exigidos.
En testimonio de ello se expide el presente

DIPLOMA

En la ciudad de Ibagué, a **Septiembre 25 de 2020**

El Rector de la Universidad

El Secretario General

Universidad del Tolima
Libro de registro No. 16
Folio No. 143
Registro No. 105182

EXENTO Registro Deptal. Artículo 62 Dec. Nal. 2150/95

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4602892

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que NATHALIA BASTO FIERRO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1110547279, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 70202-362930 desde el 14 de Julio de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 864.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diecisiete (17) días del mes de Julio del año dos mil veintiseis (2026).



Rubén Dario Ochoa Arbeláez

_____
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

NATHALIA BASTO FIERRO




REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 1.110.547.279
BASTO FIERRO
APELLIDOS
NATHALIA
NOMBRES
Natalia Fierro
FIRMA

NATHALIA BASTO FIERRO



ING. ABRAHAM CASTAÑEDA

INFORME TÉCNICO ESTRUCTURAL

CONCEPTO TÉCNICO PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS AJUSTES AL COMPONENTE ESTRUCTURAL DERIVADOS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL URBANISMO SOBRE EL MALECÓN DEL DISTRITO DE RIOHACHA

JUNIO 2026

Contenido

CAPÍTULO 2. ALCANCE 5

CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL PROYECTO 6

CAPÍTULO 4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA ANALIZADA 7

CAPÍTULO 5. MARCO TÉCNICO Y NORMATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS 9

CAPÍTULO 6. CRITERIOS DE INGENIERÍA DE PAVIMENTOS APLICADOS DURANTE LA REVISIÓN DEL DISEÑO 11

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO 13

CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LOS PISOS EN CONCRETO PARA ÁREAS PEATONALES 17

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS Y EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS 20

CAPÍTULO 10. DURABILIDAD DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS EN AMBIENTE MARINO 20

CAPÍTULO 11. VERIFICACIÓN DE LA COHERENCIA TÉCNICA DE LOS DISEÑOS 22

CAPÍTULO 12. CONCEPTO TÉCNICO DEL ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS 23

CAPÍTULO 13. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES 24

CAPÍTULO 14. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL CONCEPTO TÉCNICO 26

CONCLUSIONES 27

RECOMENDACIONES 28

ING. ABRAHAM CASTAÑEDA

Riohacha, Junio 05 de 2026.

Señores,
CONSORCIO ZAFIRO
Atn.: Sra. LILIANA MARGARITA ARAOS BERRARDINELLI
Representante Legal
Barranquilla

Ref. Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha – Departamento de La Guajira.

Asunto: Concepto técnico para la incorporación de los ajustes al componente estructural derivados de la optimización del diseño del proyecto de construcción, adecuación y mejoramiento del urbanismo sobre el malecón del distrito de Riohacha

El presente informe corresponde al Concepto Técnico de Revisión Especializada del Componente de Pavimentos, elaborado en el marco del proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha", con el propósito de evaluar la suficiencia técnica, la consistencia metodológica y la viabilidad de los diseños correspondientes al pavimento rígido vehicular y a los pisos en concreto destinados a las áreas peatonales, recreativas y de permanencia contempladas en el proyecto.

La revisión fue desarrollada a partir del análisis integral de las memorias de cálculo, estudios geotécnicos, planos de diseño, especificaciones técnicas y demás documentos que conforman la ingeniería del componente de pavimentos, verificando que las soluciones estructurales propuestas respondan adecuadamente a las condiciones geotécnicas del sitio, a las solicitaciones derivadas de las cargas de servicio previstas, a las condiciones ambientales propias del borde costero del Distrito de Riohacha y a los criterios técnicos establecidos en las metodologías de diseño adoptadas.

Desde la perspectiva de la ingeniería de pavimentos, la evaluación de una estructura de concreto hidráulico trasciende la simple verificación de espesores o resistencias de los materiales. El desempeño esperado de la infraestructura depende de la interacción entre la capacidad portante del terreno de fundación, las capas estructurales de apoyo, las propiedades mecánicas del concreto, la adecuada transferencia de cargas entre losas, el control de deformaciones y la incorporación de criterios de durabilidad que permitan conservar las condiciones de servicio durante la vida útil del proyecto.

En este sentido, el análisis especializado se orientó a verificar la coherencia existente entre la información geotécnica disponible, los parámetros adoptados para el diseño estructural, la metodología empleada para el dimensionamiento de los pavimentos rígidos y las soluciones finalmente propuestas para las diferentes áreas funcionales del proyecto, considerando tanto las zonas sometidas a tránsito vehicular como aquellas destinadas exclusivamente a circulación peatonal.

La revisión permitió evaluar la aplicación de la metodología AASHTO para el diseño del pavimento rígido, la caracterización de la subrasante mediante parámetros de capacidad portante, la definición de las capas estructurales de apoyo, la selección de las resistencias del concreto, el diseño de juntas y dispositivos de transferencia de carga, así como las especificaciones constructivas orientadas a garantizar el adecuado comportamiento estructural y funcional de la infraestructura. De igual forma, se revisaron los criterios empleados para el diseño de los pisos en concreto de las áreas peatonales, verificando su correspondencia con las condiciones de servicio previstas y con las recomendaciones técnicas aplicables para este tipo de infraestructura.

Como resultado de la revisión técnica desarrollada, el presente documento consolida el análisis efectuado sobre los diferentes componentes del sistema de pavimentos y emite el correspondiente concepto técnico especializado, estableciendo la procedencia de las soluciones estructurales propuestas con fundamento en criterios de ingeniería, en la documentación técnica revisada y en los principios que rigen el diseño de pavimentos de concreto para infraestructura urbana.



Figura 1. Localización general del proyecto

CAPÍTULO 1. OBJETO

El presente Informe Técnico tiene por objeto efectuar el análisis integral del componente estructural del proyecto, con el propósito de evaluar técnicamente la procedencia de los ajustes incorporados durante el proceso de optimización de la ingeniería de detalle y emitir el correspondiente concepto técnico respecto de la incorporación de los elementos estructurales requeridos para garantizar la estabilidad, funcionalidad, durabilidad y seguridad de la infraestructura proyectada.

El análisis desarrollado comprende la revisión de la documentación técnica correspondiente a los estudios geotécnicos, memorias de cálculo estructural, planos estructurales actualizados, especificaciones técnicas, criterios de diseño y demás documentos que conforman la ingeniería definitiva del proyecto, verificando la coherencia entre las condiciones reales de implantación, las solicitaciones estructurales identificadas y las soluciones de ingeniería finalmente adoptadas.

Es importante precisar que las modificaciones objeto del presente análisis no corresponden a cambios arbitrarios en las especificaciones inicialmente previstas ni a incrementos aislados de cantidades de obra. Por el contrario, constituyen el resultado de un proceso de consolidación de la ingeniería de detalle desarrollado a partir del refinamiento progresivo del proyecto, de la interacción entre las diferentes disciplinas técnicas, de las recomendaciones derivadas del estudio geotécnico y de la necesidad de garantizar el cumplimiento de los criterios de seguridad estructural, estabilidad global, durabilidad y desempeño establecidos por la normativa técnica colombiana.

En este contexto, el presente informe busca establecer la relación técnica existente entre la evolución del diseño estructural y las soluciones finalmente incorporadas al proyecto, demostrando que dichas modificaciones responden a criterios propios de la ingeniería estructural contemporánea y no a decisiones discrecionales adoptadas durante la etapa constructiva.

La comprensión de este proceso requiere analizar, en primera instancia, los antecedentes técnicos que dieron origen a la evolución del diseño estructural y el contexto dentro del cual se desarrolló la optimización de la ingeniería del proyecto.

CAPÍTULO 2. ALCANCE

El alcance del presente concepto técnico comprende la revisión integral de los diseños correspondientes al pavimento rígido vehicular y a las superficies peatonales en concreto hidráulico proyectadas para el desarrollo del proyecto “Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha”, con el propósito de verificar la consistencia técnica de los

criterios adoptados durante el proceso de diseño y establecer la procedencia de su incorporación dentro de la ingeniería definitiva del proyecto.

La evaluación desarrollada se fundamenta en el análisis de las memorias de cálculo, planos de diseño, estudios geotécnicos, especificaciones técnicas y criterios metodológicos empleados para el dimensionamiento de las estructuras de pavimento, verificando que las soluciones propuestas respondan adecuadamente a las condiciones reales de soporte del terreno, a las solicitaciones derivadas del tránsito previsto, a las condiciones ambientales propias del borde costero y a los requerimientos funcionales definidos para cada uno de los espacios urbanos que conforman el proyecto.

El análisis comprende la revisión de los parámetros geotécnicos utilizados para el diseño, la caracterización de la subrasante, la selección de los módulos de reacción, la determinación de espesores estructurales, la selección de las resistencias del concreto hidráulico, el diseño de juntas, pasadores y barras de amarre, así como la evaluación de las especificaciones constructivas orientadas a garantizar el adecuado comportamiento estructural y funcional de los pavimentos durante su vida útil.

De igual forma, se analiza el diseño de las losas destinadas a senderos peatonales, plazoletas, zonas recreativas y demás superficies de circulación peatonal, verificando que las estructuras seleccionadas sean coherentes con las cargas de servicio previstas, con las recomendaciones derivadas del estudio geotécnico y con los lineamientos establecidos en la Cartilla de Andenes del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU y demás referencias técnicas adoptadas por el diseñador.

Finalmente, el presente informe no constituye una nueva memoria de cálculo estructural ni reemplaza los documentos elaborados por el diseñador del proyecto. Su finalidad consiste en emitir el concepto técnico especializado respecto de la suficiencia, coherencia y procedencia de los diseños de pavimento y pisos en concreto, verificando que las soluciones propuestas satisfacen los requisitos de capacidad estructural, funcionalidad, durabilidad y desempeño exigibles para una infraestructura urbana localizada en un ambiente marino de alta agresividad.

CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL PROYECTO

El proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha" constituye una intervención integral de espacio público orientada a consolidar un corredor urbano de alto valor paisajístico, turístico y recreativo, articulando zonas peatonales, áreas de permanencia, espacios recreativos y sectores de circulación vehicular dentro del frente costero del Distrito de Riohacha.

Las características funcionales del proyecto implican la coexistencia de diferentes tipos de solicitaciones estructurales, derivadas tanto del tránsito vehicular como del tránsito peatonal permanente, lo cual exige el diseño de estructuras de pavimento diferenciadas según el nivel de carga, las condiciones de soporte del terreno y el desempeño esperado durante la vida útil de la infraestructura.

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle se adelantaron estudios geotécnicos y análisis especializados que permitieron caracterizar las condiciones reales del subsuelo, estableciendo parámetros fundamentales para el dimensionamiento de las estructuras de pavimento, entre ellos la capacidad de soporte de la subrasante, los valores de CBR de diseño, los módulos de reacción y las necesidades de mejoramiento del terreno. Estos parámetros constituyeron la base para la aplicación de metodologías de diseño reconocidas internacionalmente, particularmente el método AASHTO para pavimentos rígidos y los criterios establecidos por la Cartilla de Andenes del IDU para superficies peatonales.

Como resultado de este proceso de análisis fue posible desarrollar soluciones estructurales ajustadas a las condiciones particulares de cada sector del proyecto, diferenciando claramente las estructuras destinadas a soportar tránsito vehicular de aquellas concebidas para circulación exclusivamente peatonal, optimizando los espesores de las capas estructurales, las características de los materiales y los detalles constructivos requeridos para garantizar un comportamiento mecánico adecuado frente a las cargas previstas.

Adicionalmente, la localización del proyecto sobre el borde litoral del mar Caribe introdujo condiciones particulares de exposición ambiental asociadas a la presencia permanente de humedad, aerosoles marinos y altas concentraciones de cloruros, circunstancias que fueron consideradas durante el proceso de diseño mediante la selección de materiales, especificaciones del concreto y criterios de durabilidad orientados a prolongar la vida útil de la infraestructura y minimizar los procesos de deterioro asociados al ambiente marino.

Desde la perspectiva de la ingeniería de pavimentos, la evolución del diseño no corresponde a modificaciones arbitrarias de las especificaciones inicialmente previstas, sino al resultado de un proceso de optimización técnica sustentado en información geotécnica, análisis estructurales y criterios normativos que permitieron definir soluciones acordes con las condiciones reales del proyecto y con los niveles de servicio esperados para cada uno de los componentes del sistema de pavimentos.

CAPÍTULO 4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA ANALIZADA

ING. ABRAHAM CASTAÑEDA

El presente concepto técnico se fundamenta en la revisión integral de la documentación correspondiente al componente de pavimentos del proyecto "Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha", considerando que la evaluación de la suficiencia estructural de un sistema de pavimento requiere analizar de manera conjunta las condiciones geotécnicas, las hipótesis de diseño, los criterios normativos adoptados, las memorias de cálculo y las especificaciones constructivas que conforman la ingeniería definitiva.

La revisión técnica comprendió el análisis de los siguientes documentos:

- Estudio geotécnico y resultados de exploración del subsuelo, incluyendo la caracterización estratigráfica, clasificación de materiales, valores de CBR, recomendaciones de mejoramiento y parámetros de soporte empleados para el diseño estructural del pavimento.
- Memoria de diseño de la estructura del pavimento rígido desarrollada mediante la metodología AASHTO, incluyendo la determinación del tránsito de diseño, confiabilidad, módulo de reacción de la subrasante, módulo de rotura del concreto, cálculo del espesor estructural y definición de las capas de apoyo.
- Memoria de diseño de pisos en concreto para senderos peatonales, plazoletas, zonas recreativas y espacios urbanos, elaborada con fundamento en las condiciones geotécnicas particulares del proyecto y en los lineamientos establecidos para infraestructura peatonal urbana.
- Planos estructurales correspondientes a la distribución de juntas, pasadores, barras de amarre, espesores de losas, detalles constructivos y configuración geométrica de los diferentes tipos de pavimento.
- Especificaciones técnicas de construcción relacionadas con materiales granulares, suelo-cemento, concretos hidráulicos, acero de refuerzo, procedimientos constructivos, compactación, curado y control de calidad.
- Normativa técnica nacional aplicable al diseño y construcción de pavimentos rígidos, especificaciones generales de construcción del Instituto Nacional de Vías – INVIAS y demás referencias técnicas empleadas por el diseñador para sustentar las soluciones adoptadas.

El análisis conjunto de esta documentación permitió verificar la trazabilidad técnica del proceso de diseño, constatando que las estructuras propuestas responden a una secuencia metodológica consistente, en la cual cada parámetro utilizado durante el dimensionamiento se encuentra soportado en información geotécnica, criterios normativos y procedimientos de cálculo ampliamente reconocidos dentro de la ingeniería de pavimentos.

Como resultado de esta revisión, se evidenció que las soluciones estructurales propuestas no corresponden a decisiones empíricas ni a incrementos arbitrarios de especificaciones constructivas, sino al desarrollo lógico de una metodología de diseño que incorpora las condiciones reales del proyecto y las exigencias de desempeño previstas para la infraestructura.

CAPÍTULO 5. MARCO TÉCNICO Y NORMATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS

El diseño estructural de un pavimento constituye un proceso de ingeniería orientado a garantizar que la estructura sea capaz de transmitir de manera segura las cargas generadas por el tránsito hacia el terreno de fundación, limitando simultáneamente las deformaciones, la aparición de fisuras, los asentamientos diferenciales y los mecanismos de deterioro que puedan comprometer la funcionalidad de la infraestructura durante su vida útil.

Para el desarrollo del presente proyecto, el diseñador adoptó como metodología principal el procedimiento establecido por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para pavimentos rígidos, metodología ampliamente aceptada a nivel internacional y utilizada de manera generalizada en Colombia para el dimensionamiento estructural de este tipo de infraestructuras.

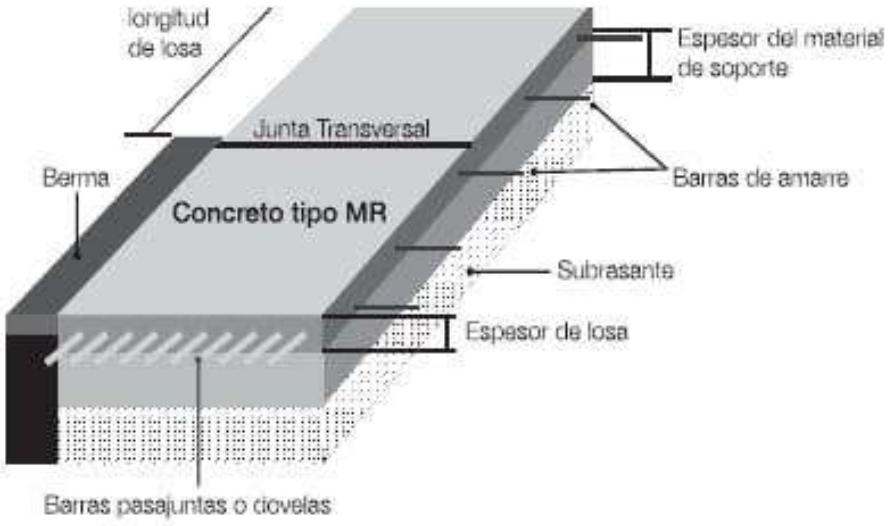


Figura 2. Sección típica del pavimento rígido

Esta metodología fundamenta el diseño en la evaluación conjunta de variables tales como:

- tránsito acumulado expresado mediante ejes equivalentes de 18 kips (W18);
- confiabilidad del diseño;
- pérdida de serviciabilidad;
- resistencia a la flexión del concreto (módulo de rotura);
- módulo de reacción efectivo del sistema de soporte;
- coeficientes de transferencia de carga;
- coeficientes de drenaje;
- comportamiento esperado durante la vida útil.

La revisión de las memorias permitió verificar que dichas variables fueron consideradas durante el proceso de diseño y que los parámetros seleccionados guardan correspondencia con las condiciones de servicio previstas para el proyecto. En particular, se evidencia la adopción de un nivel de confiabilidad del 80 %, criterio utilizado para establecer el nivel de seguridad estadística del diseño frente a las incertidumbres asociadas al comportamiento del tránsito y de los materiales.

Desde el punto de vista geotécnico, el diseño incorpora la caracterización de la subrasante mediante ensayos de capacidad de soporte (CBR), correlacionando posteriormente dichos resultados con el módulo de reacción de Westergaard (k), parámetro fundamental para el cálculo del espesor estructural de las losas de concreto. Este procedimiento resulta consistente con la práctica internacional de diseño de pavimentos rígidos y permite representar de manera adecuada la interacción entre la estructura del pavimento y el terreno natural.

De igual manera, la selección de la resistencia a flexión del concreto mediante un módulo de rotura de 4,5 MPa constituye un criterio técnicamente apropiado para estructuras sometidas a tránsito vehicular, al representar de forma más adecuada el comportamiento mecánico de las losas frente a los esfuerzos de flexión inducidos por las cargas repetidas.

En cuanto a las superficies peatonales, el diseño adopta criterios diferenciados acordes con las solicitaciones propias de este tipo de infraestructura, considerando espesores estructurales, materiales de apoyo y especificaciones constructivas compatibles con las cargas de servicio previstas para senderos, plazoletas y zonas recreativas.

En consecuencia, desde el punto de vista normativo y metodológico, se verifica que los procedimientos empleados para el desarrollo de los diseños corresponden a metodologías ampliamente aceptadas dentro de la ingeniería de pavimentos y resultan compatibles con las exigencias técnicas aplicables a este tipo de infraestructura.

CAPÍTULO 6. CRITERIOS DE INGENIERÍA DE PAVIMENTOS APLICADOS DURANTE LA REVISIÓN DEL DISEÑO

La revisión especializada del componente de pavimentos se desarrolló bajo el principio de que el comportamiento estructural de una losa de concreto depende de la interacción conjunta entre la calidad del terreno de soporte, las capas estructurales inferiores, las propiedades mecánicas del concreto, el nivel de tránsito previsto y las condiciones ambientales a las cuales estará expuesta la infraestructura durante toda su vida útil.

Bajo esta premisa, el análisis no se limitó a verificar los espesores de diseño propuestos, sino que comprendió la evaluación integral de la secuencia metodológica empleada por el diseñador para establecer cada uno de los parámetros estructurales que conforman el sistema de pavimento.

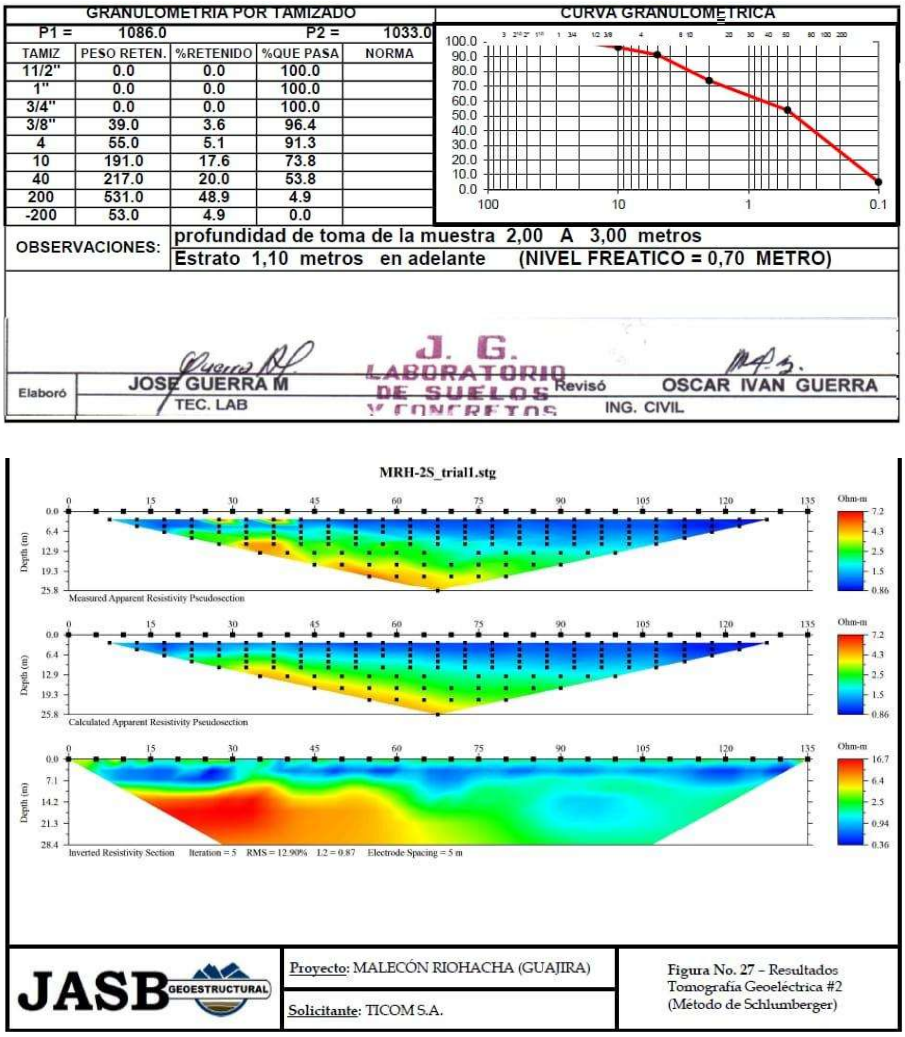
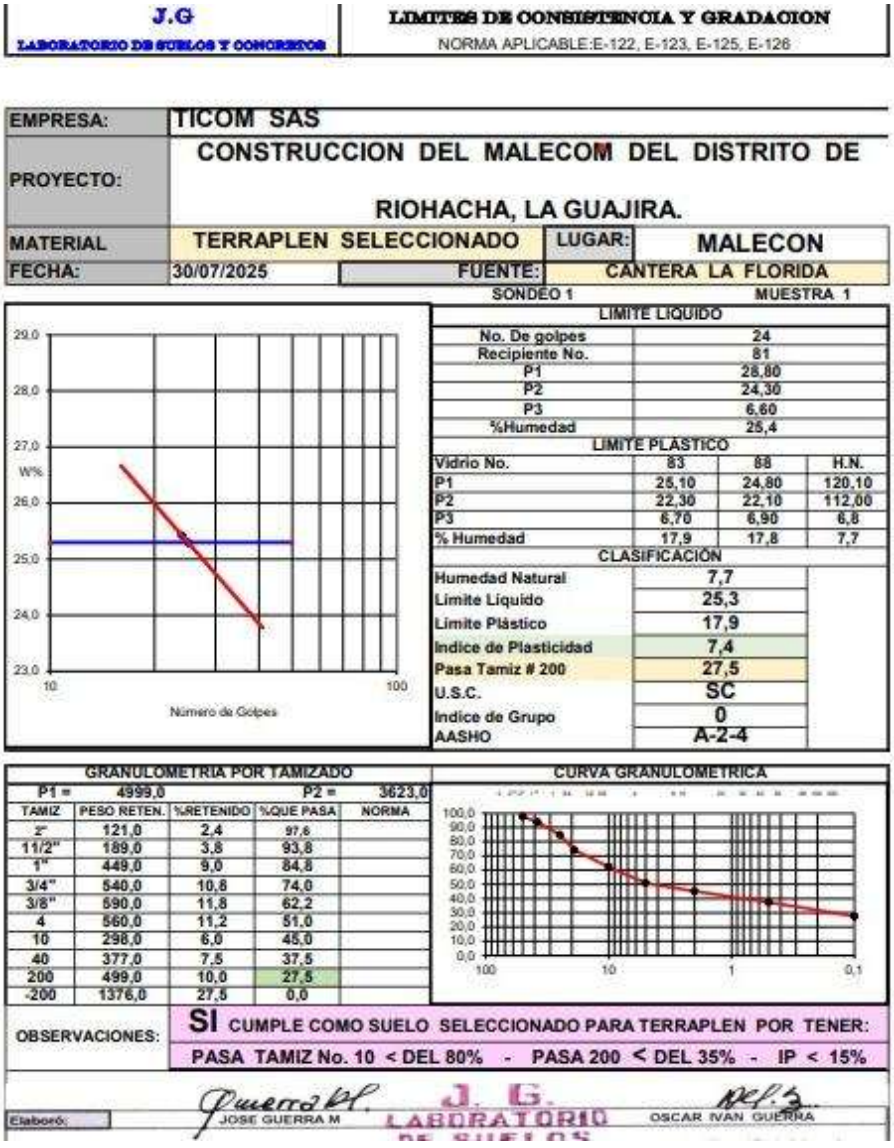


Figura 3. Perfil estratigráfico del estudio geotécnico

En primera instancia, se verificó la caracterización geotécnica del terreno de fundación, observándose que el diseño parte de la identificación de materiales clasificados como arenas limosas y arenas arcillosas, cuyos valores de capacidad de soporte presentan variaciones significativas, alcanzando un CBR mínimo del 3,20 %, condición que justifica técnicamente la incorporación de medidas de mejoramiento de la subrasante antes de la construcción del pavimento rígido.



J.G
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION
NORMA APLICABLE:E-122, E-123, E-125, E-126

EMPRESA:	TICOM SAS		
PROYECTO:	CONSTRUCCION DEL MALECOM DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA.		
MATERIAL	TERRAPLEN SELECCIONADO	LUGAR:	MALECON
FECHA:	30/07/2025	FUENTE:	CANTERA LA FLORIDA

SONDEO 1 MUESTRA 1

LIMITE LIQUIDO			
No. De golpes	24		
Recipiente No.	81		
P1	28,80		
P2	24,30		
P3	6,60		
%Humedad	25,4		
LIMITE PLASTICO			
Vidrio No.	83	88	H.N.
P1	25,10	24,80	120,10
P2	22,30	22,10	112,00
P3	6,70	6,90	6,8
% Humedad	17,9	17,8	7,7

CLASIFICACIÓN	
Humedad Natural	7,7
Limite Liquido	25,3
Limite Plástico	17,9
Indice de Plasticidad	7,4
Pasa Tamiz # 200	27,5
U.S.C.	SC
Indice de Grupo AASHO	0 A-2-4

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

P1 = 4999,0 P2 = 3623,0

TAMIZ	PESO RETEN.	%RETENIDO	%QUE PASA	NORMA
2"	121,0	2,4	97,6	
11/2"	189,0	3,8	93,8	
1"	449,0	9,0	84,8	
3/4"	540,0	10,8	74,0	
3/8"	590,0	11,8	62,2	
4	560,0	11,2	51,0	
10	298,0	6,0	45,0	
40	377,0	7,5	37,5	
200	499,0	10,0	27,5	
-200	1376,0	27,5	0,0	

CURVA GRANULOMETRICA

OBSERVACIONES: SI CUMPLE COMO SUELO SELECCIONADO PARA TERRAPLEN POR TENER:
PASA TAMIZ No. 10 < DEL 80% - PASA 200 < DEL 35% - IP < 15%

Elaboró: JOSE GUERRA M J. G. LABORATORIO DE SUELOS OSCAR IVAN GUERRA

Figura 4. Tabla o gráfico de valores de CBR

Posteriormente, se revisó el procedimiento empleado para la determinación del módulo de reacción de la subrasante, verificando que éste fue obtenido mediante correlaciones reconocidas internacionalmente a partir del CBR de diseño,

permitiendo establecer los parámetros necesarios para el dimensionamiento estructural de las losas de concreto. Así mismo, se constató que el diseñador incorporó una capa granular y una capa de suelo-cemento con el propósito de incrementar la capacidad de soporte del sistema, reducir el riesgo de bombeo, mejorar las condiciones de drenaje y proporcionar una plataforma uniforme para la transferencia de cargas.

Igualmente, se verificó que la selección de la resistencia a flexión del concreto fue realizada considerando las solicitaciones esperadas durante la operación del proyecto, adoptando un módulo de rotura compatible con las exigencias estructurales del pavimento rígido y con los criterios establecidos por la metodología AASHTO para este tipo de infraestructura.

La revisión permitió establecer que el diseño contempla un comportamiento integral del sistema estructural, en el cual las losas de concreto, las capas de apoyo y el terreno de fundación actúan de manera conjunta para distribuir las cargas del tránsito, controlar las deformaciones y garantizar un desempeño adecuado frente a los fenómenos de fatiga, fisuración y pérdida de capacidad estructural.

Adicionalmente, se constató que las soluciones propuestas incorporan criterios orientados a facilitar la construcción, optimizar el mantenimiento futuro y prolongar la vida útil del pavimento mediante la adecuada definición de juntas, dispositivos de transferencia de carga y especificaciones de control de calidad, aspectos que contribuyen significativamente al desempeño esperado de la infraestructura bajo las condiciones particulares del Malecón de Riohacha.

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

La revisión de la memoria de diseño correspondiente a la estructura del pavimento rígido permitió verificar que el procedimiento empleado para el dimensionamiento estructural se desarrolló mediante una metodología técnicamente consistente, en la cual las variables geotécnicas, estructurales y de tránsito fueron incorporadas de manera secuencial hasta obtener una solución compatible con las condiciones reales del proyecto.

Desde el punto de vista geotécnico, el diseño parte de una caracterización del subsuelo basada en exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, identificándose materiales clasificados como arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SC), cuyos valores de capacidad de soporte presentan una variabilidad importante dentro del corredor objeto de intervención. Los resultados obtenidos evidencian valores de CBR entre 3,20 % y 10,30 %, adoptándose como condición de diseño el valor más desfavorable, correspondiente a un CBR de 3,20 %, criterio que representa una aproximación conservadora y técnicamente apropiada para garantizar la estabilidad del pavimento durante su vida útil.

Tabla 3. Criterio de diseño para losa rígida.

Criterio de Diseño	Valor adoptado
Periodo de diseño	20 años
Carga Vehicular	
Tipo de camión	C2G
Eje	Simple de 8,2 toneladas
Factor daño (INVIAS)	3,44
Tránsito promedio Diario - TPD	2
Número de Ejes Simples Equivalentes - NESE	50.000
CBR de Subrasante	3,0%
Calidad de Subbase Granular	
Tipología IDU - ET - 2011 o vigente	SBG-C
CBR	30%
Módulo	1.050 kg/cm2
Espesor	15 cm
K Combinado	59 MPa/m
Calidad del Concreto	
Módulo de rotura	40 kg/cm2
Módulo de Elasticidad	316.300 kg/cm2
Coeficiente de drenaje	1,0
Parámetros AASHTO	
Confiabilidad	50%
Error estandár de predicción	0,35
Servicialidad Inicial	4,5
Servicialidad Final	1,5
Transferencia de carga	3,2

Figura 5. Cálculo AASHTO (W18, confiabilidad, serviciabilidad, módulo de reacción, etc.)

La adopción del CBR mínimo como parámetro de diseño constituye una práctica ampliamente aceptada dentro de la ingeniería de pavimentos, en la medida en que permite dimensionar la estructura para las condiciones más críticas del terreno de fundación, reduciendo la probabilidad de fallas localizadas asociadas a sectores de menor capacidad portante.

A partir de dicho parámetro, el diseñador desarrolló la correlación correspondiente para determinar el módulo de reacción de la subrasante (k), variable fundamental dentro de la metodología AASHTO, obteniendo posteriormente el módulo efectivo del sistema de soporte mediante la incorporación de capas de mejoramiento granular y suelo-cemento. Este procedimiento refleja una adecuada comprensión del comportamiento mecánico del sistema pavimento–subrasante, al reconocer que la respuesta estructural de una losa de concreto depende de la rigidez conjunta del sistema y no únicamente de las propiedades del suelo natural.

La memoria igualmente justifica la incorporación de una capa granular de 20 cm de espesor y una capa de suelo-cemento de 15 cm, solución que responde directamente a la baja capacidad portante identificada en la subrasante natural. Desde el punto de vista técnico, estas capas cumplen funciones esenciales dentro del comportamiento estructural del pavimento, tales como incrementar la rigidez del sistema de soporte, uniformizar la distribución de esfuerzos, disminuir el riesgo de bombeo bajo condiciones de saturación, mejorar el drenaje interno y reducir la susceptibilidad a deformaciones diferenciales.

VARIABLES	MAGNITUDES	UNIDADES
D	7,8	ESPESOR DE LOSA
R (Confiabilidad)	80%	CONFIABILIDAD
Zr	-0,841	DESVIACION ESTANDAR NORMAL
So Error	0,35	DESVIACION ESTANDAR
W18	2.992.137	EJES EQUIVALENTES
Log W18	6,48	EJES EQUIVALENTES
J	3,2	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA
Cd	1,0	COEFICIENTE DE DRENAJE
MR	45	MODULO DE ROTURA
S´c	643	MODULO DE ROTURA EN PSI
Ec	4.340.250,00	MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO
K	5,64	MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE
Kc	203,33	MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE PCI
Δ PSI	2	SERVIACIBILIDAD

ESPESOR DE LOSA	
PULGADAS	CM
7,8	20,00

Figura 6. Resultado final del espesor del pavimento

En cuanto al material estructural, se verificó que el diseño adopta un concreto hidráulico con módulo de rotura de 4,5 MPa a los 28 días, parámetro consistente con los requerimientos establecidos por la metodología AASHTO para pavimentos sometidos a cargas repetitivas. La utilización del módulo de rotura como criterio de diseño resulta técnicamente adecuada, toda vez que el mecanismo resistente predominante en este tipo de estructuras corresponde a los esfuerzos de flexión generados por el tránsito vehicular y no a la resistencia a compresión del concreto.

Durante la revisión también se verificó que el diseñador incorporó los parámetros asociados a confiabilidad, tránsito acumulado, pérdida de serviciabilidad y condiciones de soporte requeridos por la metodología AASHTO, evidenciándose

una secuencia lógica de cálculo que conduce al dimensionamiento final de la estructura del pavimento.



Figura 7. Detalle de la estructura completa del pavimento (capas)

En consecuencia, desde el punto de vista de la ingeniería de pavimentos, se concluye que la estructura propuesta presenta coherencia entre las condiciones geotécnicas identificadas, las hipótesis de diseño adoptadas y las solicitaciones de servicio previstas para el proyecto, constituyendo una solución técnicamente procedente para las áreas destinadas a circulación vehicular dentro del Malecón del Distrito de Riohacha.

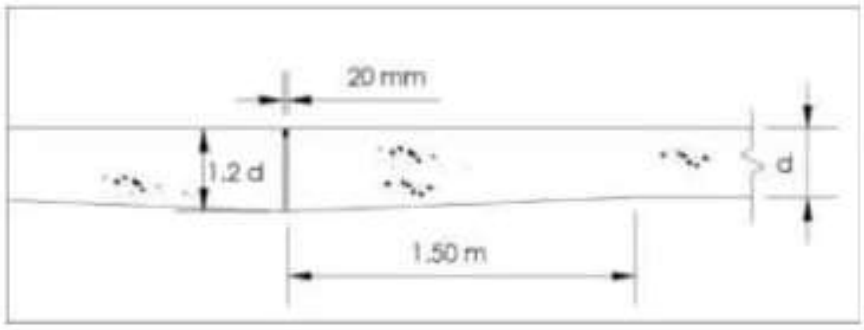


Figura 8. Detalle de juntas, pasadores y barras de amarre

CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LOS PISOS EN CONCRETO PARA ÁREAS PEATONALES

El proyecto contempla igualmente la construcción de superficies rígidas destinadas a la circulación peatonal, plazoletas, espacios recreativos y zonas de permanencia, cuya función estructural difiere significativamente de la correspondiente al pavimento vehicular. En consecuencia, la revisión del diseño permitió verificar que el proyectista desarrolló una solución independiente para este tipo de infraestructura, considerando las solicitaciones reales de servicio y las características particulares del terreno de fundación.



Figura 9. Sección típica de pisos peatonales

A diferencia del pavimento vehicular, donde predominan cargas concentradas asociadas al tránsito pesado, las superficies peatonales están sometidas principalmente a cargas distribuidas de baja magnitud, razón por la cual el dimensionamiento estructural puede optimizarse sin comprometer el desempeño mecánico del sistema.

La memoria de diseño evidencia que para estas áreas se desarrolló una caracterización específica de la subrasante, identificándose valores de capacidad portante significativamente superiores a los considerados para el pavimento rígido vehicular, situación que permitió adoptar una estructura de apoyo acorde con las exigencias funcionales de senderos, plazoletas y áreas recreativas.

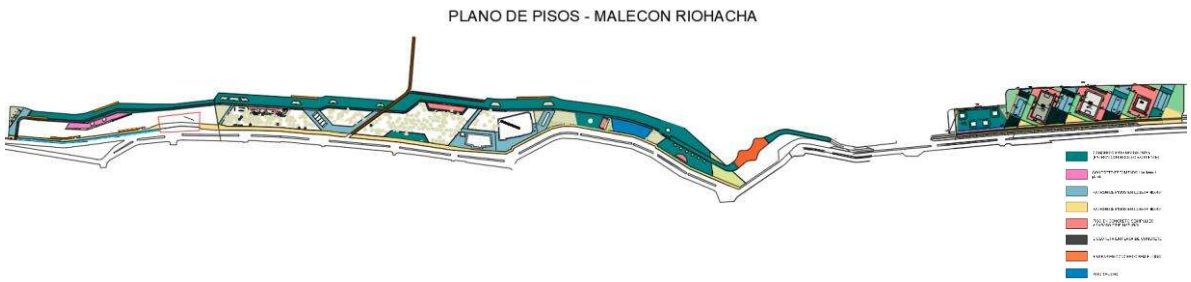


Figura 10. Plano de pisos peatonales (senderos, plazoletas y zonas recreativas)

Como resultado de esta evaluación, el diseñador propone la conformación de una subbase granular compactada con espesor de 20 cm y una losa de concreto hidráulico diseñada específicamente para tránsito peatonal, configuración estructural que resulta técnicamente compatible con las cargas de servicio previstas y con las recomendaciones establecidas en la Cartilla de Andenes del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

Durante la revisión se verificó que la selección de espesores no obedece exclusivamente a criterios empíricos, sino al análisis conjunto de la capacidad portante del terreno, el comportamiento esperado del concreto y las condiciones funcionales propias de cada espacio urbano. Esta diferenciación entre pavimentos vehiculares y pisos peatonales representa un criterio adecuado de optimización, al evitar sobredimensionamientos innecesarios sin comprometer la seguridad estructural ni la durabilidad de la infraestructura.

Especial importancia adquiere la adecuada definición de juntas de construcción, juntas de contracción y juntas de aislamiento incorporadas en el diseño. Estos elementos permiten controlar los fenómenos de retracción, limitar la propagación de fisuras aleatorias y acomodar los movimientos originados por variaciones térmicas y de humedad, contribuyendo significativamente al adecuado desempeño de las superficies de concreto durante su vida útil.

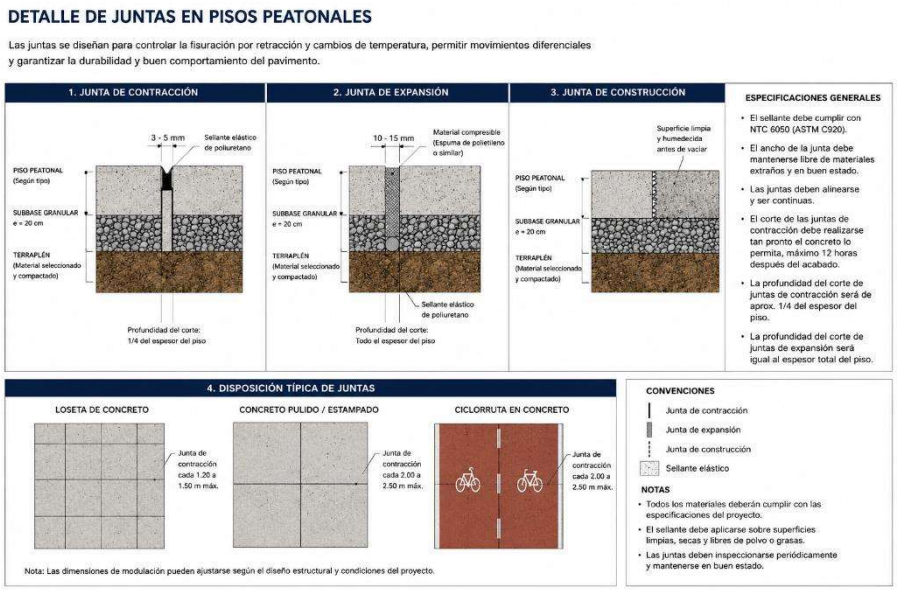


Figura 11. Detalle de juntas en pisos peatonales

Igualmente, la memoria incorpora especificaciones relacionadas con la preparación de la subrasante, control de compactación, procesos de curado, tolerancias constructivas y criterios de control de calidad, aspectos que resultan determinantes para garantizar que el comportamiento observado en servicio corresponda al previsto durante el proceso de diseño.

Tabla 1. Espesores de diseño de los elementos de urbanismo propuestos

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	ESPESOR DE DISEÑO (cm)
Concreto estampado	10
Concreto pulido	10
Loseta de concreto	6
Ciclorruta en concreto	12
Bahía de parqueadero en concreto	20
Rampas en concreto	10
Piso de caucho amortiguante	5

Figura 12. Tabla resumen de espesores y materiales de pisos

Desde la perspectiva del especialista, se considera que las soluciones estructurales propuestas para las superficies peatonales guardan plena correspondencia con las solicitaciones previstas para este tipo de infraestructura, presentan una adecuada relación entre capacidad resistente y economía constructiva, y satisfacen los criterios de funcionalidad, estabilidad y durabilidad requeridos para un proyecto urbano de las características del Malecón del Distrito de Riohacha.

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS Y EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS

Uno de los aspectos más relevantes identificados durante la revisión técnica corresponde a la adecuada integración entre los resultados del estudio geotécnico y las decisiones adoptadas durante el diseño estructural del sistema de pavimentos.

Las memorias analizadas evidencian que los parámetros obtenidos en la exploración del subsuelo no fueron utilizados únicamente como información descriptiva, sino que constituyeron las variables de entrada para el dimensionamiento estructural de las diferentes tipologías de pavimento desarrolladas dentro del proyecto. En particular, la determinación del CBR de diseño, el cálculo del módulo de reacción de la subrasante y la definición de las capas de mejoramiento permitieron adaptar la estructura del pavimento a las condiciones reales del terreno de fundación, optimizando el comportamiento mecánico del conjunto y reduciendo la probabilidad de fallas asociadas a deformaciones excesivas o pérdida de capacidad portante.

Esta integración entre geotecnia y diseño estructural resulta especialmente relevante en un proyecto localizado sobre depósitos costeros, donde las características del subsuelo presentan variaciones espaciales y donde la presencia de materiales de baja capacidad portante exige soluciones que incrementen la rigidez del sistema de soporte. La incorporación de capas granulares y de suelo-cemento responde precisamente a este criterio de ingeniería, permitiendo mejorar la respuesta estructural del pavimento frente a las cargas de servicio y prolongar su vida útil.

En consecuencia, se concluye que existe una adecuada correspondencia entre la información geotécnica disponible y las soluciones estructurales finalmente adoptadas, evidenciándose un proceso de diseño técnicamente coherente y consistente con las condiciones particulares del proyecto

CAPÍTULO 10. DURABILIDAD DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS EN AMBIENTE MARINO

La durabilidad constituye uno de los criterios fundamentales en el diseño de pavimentos para infraestructuras localizadas en zonas costeras, debido a que la vida útil de la estructura no depende únicamente de su capacidad resistente inicial, sino de su comportamiento frente a los procesos de deterioro ocasionados por la acción permanente del ambiente.



Figura 13. Fotografía o render general del Malecón

El proyecto del Malecón del Distrito de Riohacha se desarrolla sobre el borde litoral del mar Caribe, condición que expone permanentemente las estructuras de concreto a un ambiente clasificado como altamente agresivo debido a la presencia de aerosoles marinos, elevadas concentraciones de cloruros, humedad relativa alta, radiación solar intensa y ciclos continuos de humedecimiento y secado.

Estas condiciones ambientales favorecen procesos como la penetración de cloruros, la carbonatación del concreto, la corrosión del acero de refuerzo cuando éste existe, el deterioro superficial por cristalización de sales y la aparición de fisuración asociada a gradientes térmicos y pérdidas de humedad. En consecuencia, el diseño estructural debía considerar no solamente la capacidad resistente inmediata de los elementos, sino también su desempeño durante toda la vida útil prevista para la infraestructura.

Durante la revisión técnica se verificó que las memorias de diseño contemplan la utilización de concretos hidráulicos con resistencias acordes con las exigencias estructurales de cada elemento, así como la incorporación de especificaciones relacionadas con procesos de curado, preparación de la subrasante, control de compactación y construcción de juntas, aspectos que contribuyen directamente a mejorar el comportamiento del concreto frente a los mecanismos de deterioro propios del ambiente marino.

Igualmente, la adecuada conformación de las capas de apoyo reduce la posibilidad de acumulación de humedad bajo las losas, disminuyendo el riesgo de fenómenos

de bombeo, erosión interna y pérdida de soporte que podrían afectar el desempeño estructural del pavimento a largo plazo.

Desde la perspectiva del especialista, las soluciones propuestas resultan compatibles con las condiciones ambientales propias del sitio de implantación y evidencian que el proceso de diseño incorporó criterios de durabilidad como parte integral del comportamiento estructural esperado, favoreciendo la conservación de la infraestructura y reduciendo las necesidades futuras de mantenimiento.

CAPÍTULO 11. VERIFICACIÓN DE LA COHERENCIA TÉCNICA DE LOS DISEÑOS

Como parte del presente concepto técnico se efectuó una revisión integral de la consistencia existente entre los diferentes documentos que conforman la ingeniería de pavimentos del proyecto, verificando la correspondencia entre los parámetros de entrada, las hipótesis de diseño, los procedimientos de cálculo y las soluciones estructurales finalmente adoptadas.

La revisión permitió establecer que existe una adecuada trazabilidad técnica entre la información geotécnica, las metodologías empleadas para el dimensionamiento de las estructuras y las especificaciones constructivas definidas para su ejecución.

En particular, se verificó la correspondencia entre:

- La caracterización del subsuelo y la selección de los valores de CBR utilizados para el diseño estructural.
- La determinación del módulo de reacción de la subrasante y la definición de las capas de mejoramiento requeridas para incrementar la capacidad de soporte del sistema.
- La selección del módulo de rotura del concreto y las solicitaciones estructurales previstas durante la operación del proyecto.
- La diferenciación entre pavimentos vehiculares y superficies peatonales, adoptando soluciones estructurales específicas para cada nivel de carga.
- Los detalles de juntas, pasadores, barras de amarre y especificaciones constructivas, orientados a controlar los mecanismos de fisuración y garantizar la transferencia adecuada de cargas.



Figura 14. Vista 3D o perspectiva general del proyecto terminado

Adicionalmente, se verificó que las memorias desarrollan una secuencia metodológica coherente, en la cual cada decisión de diseño se encuentra respaldada por parámetros técnicos verificables, descartándose inconsistencias entre la información geotécnica disponible y las estructuras finalmente propuestas.

En consecuencia, desde el punto de vista de la ingeniería de pavimentos, los documentos revisados presentan un adecuado nivel de consistencia técnica y proporcionan un soporte suficiente para sustentar las soluciones incorporadas dentro de la ingeniería definitiva del proyecto.

CAPÍTULO 12. CONCEPTO TÉCNICO DEL ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

Con fundamento en la revisión integral de la documentación técnica correspondiente al diseño de la estructura del pavimento rígido y de los pisos en concreto del proyecto “Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha”, se emite el siguiente concepto técnico:

Se verificó que los diseños fueron desarrollados mediante procedimientos de cálculo reconocidos internacionalmente, particularmente la metodología AASHTO para el dimensionamiento del pavimento rígido, incorporando parámetros de tránsito, confiabilidad, serviciabilidad, capacidad portante del terreno, módulo de reacción de la subrasante y resistencia a la flexión del concreto, en concordancia con los principios generalmente aceptados para el diseño estructural de pavimentos.

La evaluación efectuada permitió constatar que las soluciones estructurales propuestas guardan correspondencia con las condiciones geotécnicas identificadas durante la exploración del subsuelo, incorporando medidas de mejoramiento de la

subrasante mediante capas granulares y suelo-cemento cuando la capacidad portante del terreno así lo exige, garantizando una adecuada interacción entre el pavimento y el terreno de fundación.

Así mismo, se verificó que las estructuras destinadas a circulación peatonal fueron diseñadas de manera independiente al pavimento vehicular, adoptando criterios acordes con las cargas reales de servicio, optimizando los espesores estructurales y las especificaciones constructivas sin comprometer la seguridad ni el desempeño esperado de la infraestructura.

Desde el punto de vista técnico, las memorias analizadas evidencian un proceso de diseño coherente, consistente y adecuadamente fundamentado, en el cual las decisiones adoptadas responden a parámetros verificables de ingeniería y no a criterios empíricos o arbitrarios.

De igual manera, se considera que las especificaciones propuestas favorecen la durabilidad de la infraestructura bajo las condiciones ambientales propias del borde costero del Distrito de Riohacha, incorporando soluciones compatibles con la agresividad del ambiente marino y con las exigencias funcionales del proyecto.

En consecuencia, como Ingeniero Especialista en Pavimentos, y con base en la documentación técnica revisada, emito concepto técnico favorable respecto de los diseños del sistema de pavimentos rígidos y pisos en concreto presentados para el proyecto, al considerar que las soluciones propuestas son técnicamente viables, guardan coherencia con las condiciones geotécnicas del sitio, satisfacen los criterios estructurales y funcionales aplicables y constituyen una respuesta de ingeniería adecuada para las condiciones de servicio previstas durante la vida útil de la infraestructura.

Se concluye, por tanto, que los diseños revisados proporcionan un soporte técnico suficiente para su incorporación dentro de la ingeniería definitiva del proyecto y para su ejecución conforme a las especificaciones, memorias de cálculo y planos que hacen parte de la documentación técnica evaluada.

CAPÍTULO 13. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES

Como parte de la revisión especializada realizada al componente de pavimentos del proyecto, se verificó que las soluciones estructurales propuestas fueron desarrolladas considerando criterios técnicos ampliamente aceptados dentro de la ingeniería de pavimentos y en concordancia con las especificaciones generales aplicables para la construcción de infraestructura vial y urbana.

En particular, la memoria de diseño del pavimento rígido evidencia la aplicación de la metodología AASHTO para el dimensionamiento estructural de las losas de

concreto hidráulico, incorporando las variables fundamentales que gobiernan el comportamiento mecánico del sistema, entre ellas el tránsito de diseño expresado mediante ejes equivalentes, la confiabilidad, la pérdida de serviciabilidad, el módulo de reacción de la subrasante, la resistencia a la flexión del concreto y las características estructurales de las capas de apoyo.

Desde el punto de vista de los materiales, se constató que la estructura propuesta incorpora una capa granular de mejoramiento y una capa de suelo-cemento como parte del sistema de soporte del pavimento, soluciones que resultan compatibles con las disposiciones contenidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2022) para materiales granulares y capas tratadas con cemento. Así mismo, las memorias establecen requisitos de compactación, control de calidad y procedimientos constructivos orientados a garantizar que el comportamiento previsto durante la etapa de diseño pueda reproducirse durante la ejecución de la obra.

Respecto al diseño de las superficies peatonales, se verificó que las estructuras propuestas fueron desarrolladas considerando las solicitaciones reales de servicio y siguiendo criterios técnicos acordes con la Cartilla de Andenes del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU, particularmente en lo relacionado con la selección de espesores, la preparación de la subrasante, la conformación de la subbase granular y la disposición de juntas para el control de fisuración.

La revisión también permitió constatar que los detalles constructivos contemplan juntas de contracción, juntas de aislamiento, juntas de construcción, pasadores y barras de amarre donde corresponde, elementos que favorecen la adecuada transferencia de cargas, el control de deformaciones y la mitigación de fisuras inducidas por retracción y variaciones térmicas.

En relación con el ambiente de exposición, se observa que el diseño incorpora materiales y especificaciones compatibles con las condiciones de agresividad propias del borde costero del Distrito de Riohacha, aspecto que contribuye a incrementar la durabilidad de la infraestructura y reducir la probabilidad de intervenciones prematuras por deterioro.

Como resultado de la revisión efectuada, se concluye que las soluciones estructurales propuestas presentan un adecuado nivel de conformidad con los criterios técnicos y las especificaciones aplicables al tipo de infraestructura proyectada, evidenciándose consistencia entre la metodología de diseño adoptada,

la documentación técnica analizada y las especificaciones constructivas previstas para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 14. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL CONCEPTO TÉCNICO

El presente concepto técnico corresponde a una revisión especializada de los diseños del sistema de pavimentos rígidos y pisos en concreto elaborados para el proyecto “Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha”, desarrollada con fundamento en la documentación técnica suministrada para tal fin.

La evaluación comprendió el análisis de las memorias de cálculo, criterios metodológicos, estudios geotécnicos, especificaciones técnicas y demás documentos que conforman la ingeniería del componente de pavimentos, verificando la coherencia entre las condiciones de diseño, los procedimientos de cálculo y las soluciones estructurales finalmente adoptadas.

El alcance del presente concepto se limita a la valoración técnica de la suficiencia y consistencia de los diseños revisados y no constituye una nueva memoria de cálculo ni implica la sustitución de la responsabilidad profesional del diseñador respecto de la información empleada para el desarrollo de los cálculos estructurales.

De igual forma, este concepto no reemplaza las actividades de control de calidad que deberán ejecutarse durante la construcción, las cuales comprenden, entre otras, la verificación de las características de los materiales, el cumplimiento de las especificaciones técnicas, el control de compactación de las capas estructurales, la resistencia del concreto, la correcta ejecución de juntas, la ubicación de pasadores y barras de amarre, así como las demás actividades propias del aseguramiento de la calidad durante la ejecución de la obra.

La validez del presente concepto técnico se encuentra condicionada a que la construcción se desarrolle de conformidad con los planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas y procedimientos constructivos revisados, así como al cumplimiento de las normas técnicas vigentes y de las instrucciones emitidas por la Interventoría durante la etapa constructiva.

En consecuencia, el presente documento constituye un concepto especializado sobre la procedencia técnica de los diseños evaluados, sin que ello implique modificación de las responsabilidades legales, técnicas y contractuales que corresponden al diseñador, al constructor, a la interventoría y a la entidad contratante dentro del desarrollo del proyecto.

CONCLUSIONES

Como resultado de la revisión técnica integral realizada a las memorias de diseño, planos, estudios geotécnicos y especificaciones correspondientes al sistema de pavimentos del proyecto “Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha”, se establecen las siguientes conclusiones:

1. Se verificó que el diseño del pavimento rígido fue desarrollado mediante una metodología técnicamente reconocida y ampliamente utilizada en la ingeniería de pavimentos, específicamente el método AASHTO, incorporando las variables estructurales, geotécnicas y de tránsito necesarias para el dimensionamiento de las losas de concreto.

2. Los parámetros geotécnicos utilizados durante el diseño presentan correspondencia con los resultados obtenidos en la exploración del subsuelo, evidenciándose una adecuada integración entre la caracterización geotécnica y el dimensionamiento estructural del sistema de pavimentos.

3. La incorporación de capas de mejoramiento mediante material granular y suelo-cemento se encuentra técnicamente justificada por la baja capacidad portante de la subrasante identificada durante la investigación geotécnica, constituyendo una solución adecuada para incrementar la capacidad estructural del sistema de soporte y controlar fenómenos asociados a deformaciones permanentes y pérdida de soporte.

4. El diseño diferencia adecuadamente las estructuras destinadas a tránsito vehicular de aquellas previstas para circulación peatonal, adoptando soluciones específicas para cada condición de servicio y optimizando los espesores estructurales conforme a las cargas actuantes.

5. Las especificaciones relacionadas con juntas, pasadores, barras de amarre, procesos de curado y control de calidad son consistentes con el comportamiento esperado de los pavimentos de concreto y contribuyen a garantizar su adecuado desempeño estructural y funcional durante la vida útil del proyecto.

6. Las soluciones estructurales propuestas incorporan criterios de durabilidad compatibles con las condiciones de exposición propias del ambiente marino del Distrito de Riohacha, favoreciendo el desempeño de la infraestructura frente a los mecanismos de deterioro asociados a la acción de cloruros, humedad y variaciones ambientales.

7. Desde el punto de vista de la ingeniería de pavimentos, la documentación técnica revisada presenta consistencia metodológica, coherencia entre los diferentes documentos que conforman la ingeniería del proyecto y suficiente soporte técnico para respaldar las soluciones estructurales propuestas.

8. En consecuencia, se considera que los diseños revisados son técnicamente viables, satisfacen los criterios de capacidad estructural, funcionalidad, estabilidad y durabilidad exigibles para el proyecto y constituyen una solución apropiada para las condiciones de servicio previstas.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de garantizar que el comportamiento observado durante la operación de la infraestructura corresponda al previsto en la etapa de diseño, se recomienda:

1. Ejecutar la totalidad de las actividades constructivas en estricto cumplimiento de las memorias de cálculo, planos aprobados y especificaciones técnicas que hacen parte de la ingeniería definitiva del proyecto.

2. Verificar mediante ensayos de laboratorio y control de calidad que los materiales utilizados durante la construcción satisfacen las especificaciones establecidas para capas granulares, suelo-cemento y concretos hidráulicos.

3. Realizar un control permanente de la compactación de la subrasante y de las capas estructurales de apoyo, asegurando el cumplimiento de los porcentajes mínimos establecidos en las especificaciones técnicas, debido a la influencia directa que estas capas ejercen sobre el desempeño del pavimento.

4. Supervisar rigurosamente la correcta ejecución de las juntas de contracción, construcción y aislamiento, así como la adecuada instalación de pasadores y barras de amarre, por constituir elementos fundamentales para el control de fisuración y la transferencia de cargas.

5. Implementar procedimientos adecuados para el curado del concreto inmediatamente después de su colocación, garantizando el desarrollo de las propiedades mecánicas previstas durante el diseño y minimizando el riesgo de fisuración por retracción plástica.

6. Mantener un estricto control sobre las tolerancias geométricas, espesores de las losas y niveles de acabado superficial durante la ejecución de los pavimentos y pisos en concreto.

7. Debido a las condiciones de exposición propias del ambiente marino, se recomienda establecer un programa de inspección y mantenimiento preventivo que contemple la revisión periódica del estado de las juntas, el sellado cuando sea necesario y la atención temprana de posibles fisuras o deterioros superficiales, con el fin de preservar la vida útil de la infraestructura.

8. Finalmente, se recomienda a la Interventoría mantener el seguimiento técnico especializado durante todas las etapas de construcción, verificando que las

condiciones de ejecución correspondan a las hipótesis consideradas durante el proceso de diseño, de manera que el comportamiento estructural esperado del sistema de pavimentos pueda materializarse en la obra ejecutada.

Anexo 1. Matriz de verificación técnica

No.	Aspecto revisado	Criterio de verificación	Resultado	Observaciones
1	Estudio geotécnico	Se verificó la existencia del estudio geotécnico y la caracterización del subsuelo utilizada como base para el diseño del pavimento.	Cumple	
2	Caracterización de la subrasante	Se verificó la determinación de la capacidad portante mediante valores de CBR representativos del corredor objeto de intervención.	Cumple	
3	Parámetros de diseño	Los parámetros adoptados para el diseño corresponden con la información geotécnica disponible y son consistentes con la metodología aplicada.	Cumple	
4	Metodología de diseño	El dimensionamiento estructural fue desarrollado mediante la metodología AASHTO para pavimentos rígidos.	Cumple	
5	Tránsito de diseño	Se verificó la incorporación del tránsito de diseño dentro del procedimiento estructural.	Cumple	
6	Nivel de confiabilidad	Se verificó la utilización del nivel de confiabilidad establecido dentro de la metodología de diseño.	Cumple	
7	Pérdida de serviciabilidad	Se verificó la incorporación de los criterios de serviciabilidad dentro del diseño estructural.	Cumple	
8	Módulo de reacción (k)	El módulo de reacción fue obtenido mediante correlaciones técnicas compatibles con la metodología empleada.	Cumple	
9	Módulo de rotura del concreto	Se verificó que la resistencia a flexión del concreto corresponde a las exigencias del diseño del pavimento rígido.	Cumple	
10	Espesor de losa	El espesor estructural obtenido resulta consistente con las cargas de diseño y las condiciones del terreno.	Cumple	
11	Subbase granular	La estructura incorpora capa granular técnicamente justificada por las condiciones de soporte del terreno.	Cumple	
12	Capa de suelo-cemento	Se verificó la necesidad y justificación técnica de la capa estabilizada para mejorar la capacidad estructural del sistema.	Cumple	

13	Diseño de juntas	Se verificó la disposición de juntas de contracción, construcción y aislamiento conforme a los criterios de diseño.	Cumple	
14	Pasadores	El diseño contempla dispositivos de transferencia de carga entre losas donde corresponde.	Cumple	
15	Barras de amarre	Se verificó la disposición de barras de amarre en juntas longitudinales.	Cumple	
16	Pisos peatonales	El diseño diferencia adecuadamente las estructuras destinadas al tránsito peatonal respecto del pavimento vehicular.	Cumple	
17	Espesores de pisos peatonales	Los espesores propuestos son compatibles con las cargas previstas para cada espacio urbano.	Cumple	
18	Ambiente marino	El diseño incorpora criterios de durabilidad acordes con las condiciones de exposición del borde costero.	Cumple	
19	Constructibilidad	Las soluciones propuestas son técnicamente ejecutables mediante procedimientos convencionales de construcción de pavimentos de concreto.	Cumple	
20	Control de calidad	Se establecen especificaciones para compactación, resistencia del concreto, curado y control de materiales.	Cumple	
21	Coherencia entre memorias y planos	Se verificó correspondencia entre las memorias de cálculo y la información gráfica revisada.	Cumple	
22	Coherencia con el estudio geotécnico	Las soluciones estructurales guardan correspondencia con las recomendaciones geotécnicas del proyecto.	Cumple	
23	Funcionalidad	La estructura propuesta satisface las necesidades funcionales previstas para las áreas vehiculares y peatonales.	Cumple	
24	Desempeño esperado	El sistema estructural presenta condiciones adecuadas para garantizar estabilidad, servicio y durabilidad durante la vida útil proyectada.	Cumple	
25	Concepto técnico del especialista	De acuerdo con la revisión realizada, los diseños presentan soporte técnico suficiente para su implementación dentro del proyecto.	Cumple	

ING. ABRAHAM CASTAÑEDA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

Yo, Abraham Guillermo Castañeda Amashta, Ingeniero civil especialista es estructuras, identificado profesionalmente con Matrícula Profesional No. 08202-76359 ATL, manifiesto bajo la gravedad del juramento que el presente concepto técnico fue elaborado conforme a los principios científicos, técnicos y éticos que rigen el ejercicio de la profesión, con fundamento en la revisión del estudio geotécnico del proyecto, sistema estructural, la documentación técnica suministrada, el diseño paisajístico y los conocimientos especializados propios de la ingeniería civil.

El presente concepto refleja exclusivamente mi criterio técnico profesional y se emite bajo mi responsabilidad, de conformidad con las disposiciones legales que regulan el ejercicio de la profesión y con estricta observancia de los principios de objetividad, independencia, idoneidad y responsabilidad profesional.

ABRAHAM CASTAÑEDA AMASHTA
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniera de Pavimentos
M.P. 0820276359 ATL
C.C. 19.593.554

ING. ABRAHAM CASTAÑEDA



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4602892

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ABRAHAM GUILLERMO CASTAÑEDA AMASHTA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 19593554, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 08202-76359 ATL desde el 23 de Marzo de 1999, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1523.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diecisiete (17) días del mes de Julio del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

Universidad Católica de Colombia

Personería Jurídica No. 2271 de Julio 7 de 1970 - Ministerio de Justicia

Considerando que:

Abraham Guillermo Castañeda Amashta

C.C. 19593554 Fundación

Aprobó los estudios de posgrado programados por la Universidad y cumplió con los requisitos exigidos por la Ley y los reglamentos, le confiere el título de

Especialista en Ingeniería de Pavimentos

En testimonio de lo expuesto se expide el presente diploma, en Bogotá, D.C.

a los 18 días del mes de junio del año dos mil diez (2010)

El Rector | El Secretario General | El Decano | El Director del Posgrado

Alfonso Montejo F.

Anotado al Folio No. 18 12 PC Libro 2 del 18 de junio de 2010

11348

03 de junio de 2026

Sra. LILIANA MARGARITA ARAOS BERRARDINELLI
Representante Legal, CONSORCIO ZAFIRO,
Barranquilla

Asunto: Concepto Técnico Hidrosanitario y Pluvial, para la incorporación de ítems nuevos y mayores cantidades en el Capítulo 7 – Instalaciones de Redes, Equipos Hidrosanitarios y Sistema de Drenaje Pluvial del Malecón en el municipio de Riohacha, Departamento de La Guajira.

CONCEPTO TÉCNICO DE ESPECIALIDAD HIDROSANITARIA

1. OBJETIVO

Emitir un concepto técnico respecto a las variaciones de cantidades y la incorporación de ítems no previstos en los sistemas de abastecimiento de agua potable, aparatos sanitarios y en la infraestructura de la red colectora de aguas lluvias (sistema pluvial) para el proyecto del Malecón, garantizando la funcionalidad, continuidad operacional, evacuación controlada de escorrentías y el estricto cumplimiento normativo.

2. MARCO NORMATIVO Y REFERENCIAL

El presente análisis se fundamenta en los criterios técnicos de las siguientes normas e instrumentos sectoriales colombianos vigentes:

- **Resolución 0330 de 2017 (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS):** Título 2 (Criterios de diseño), Artículo 68 (Sistemas de sectorización y válvulas), y criterios para Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Lluvias.
- **Resolución 799 de 2021:** Modificatoria de la Resolución 0330 de 2017.
- **Norma Técnica Colombiana NTC 1500 (2020 - Cuarta Actualización):** Código Colombiano de Fontanería, empleada para la asignación de unidades de descarga y redistribución de aparatos.
- **Estudio Hidrológico e Hidráulico para la Red Pluvial del Malecón:** Aportado por el Contratista de Obra y avalado por la Interventoría.
- **Oficio del 14 de abril de 2026:** Emitido por la Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos del Distrito de Riohacha.

3. ANTECEDENTES

Como resultado de la revisión técnica de los diseños hidráulicos y de las verificaciones realizadas durante la ejecución del proyecto, el contratista determinó la necesidad de incorporar redes complementarias para el sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de garantizar la adecuada funcionalidad y continuidad hidráulica de la infraestructura proyectada, de conformidad con la simulación hidráulica adjunta.

Las tuberías de 2", 1½" y 1¼" corresponden a acometidas y ramales de distribución que permiten conducir el agua hacia los diferentes circuitos del sistema, asegurando que los caudales de diseño sean transportados en condiciones adecuadas de presión, velocidad y continuidad operacional, de conformidad con los criterios establecidos en los diseños hidráulicos y el título 2 del RAS 0330 de 2017 modificado por la Resolución 799 de 20211.

Así mismo, la Interventoría verificó la necesidad de incorporar una caja para válvula de paso de 7", elemento que facilita las labores de operación, inspección, mantenimiento y sectorización de la red, siguiendo los parámetros establecidos en el numeral 6 del artículo 682

Así mismo, se evidenció la necesidad de incorporar la infraestructura correspondiente al sistema de drenaje pluvial del Malecón, con el propósito de garantizar la adecuada captación, conducción y evacuación de las aguas lluvias generadas sobre las áreas impermeables proyectadas.

Como soporte de esta necesidad, el Contratista de Obra aportó el Estudio Hidrológico e Hidráulico para la Red Pluvial del Malecón, en el cual se desarrollan los análisis hidrológicos e hidráulicos que determinaron las áreas aferentes, los caudales de diseño, los diámetros de tubería, las pendientes, las velocidades de flujo y las estructuras requeridas para el adecuado funcionamiento del sistema de drenaje, definiendo técnicamente la red pluvial y su descarga hacia un punto existente. Dicho estudio demuestra que la solución propuesta cumple con los criterios técnicos aplicables para el diseño de redes de drenaje urbano.

De igual manera, mediante comunicación del 14 de abril de 2026, la Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos del Distrito de Riohacha, informó que el Distrito no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial sobre el eje de la Calle Primera, razón por

---

[1] *"tiene por objeto señalar los requisitos, parámetros y procedimientos técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la planeación, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y/o aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de que garanticen su estabilidad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia."*

[2] *"Cajas de las válvulas. Todas las válvulas que conformen un sistema de distribución de agua potable deben colocarse dentro de cajas cuya construcción se debe realizar en el mismo momento en que el tramo correspondiente sea colocado y aceptado por la persona prestadora del servicio público de acueducto. En caso de que en el municipio no existan normas sobre este tipo de elementos, deberán cumplirse los siguientes requisitos: (…) 6. Cuando la caja de válvulas se localice en una vía de alto tráfico, debe buscarse, en primera instancia, su acceso lateral desde el andén. Así mismo, deben tomarse consideraciones especiales de diseño cuando las cajas queden en zonas verdes o en el interior de instalaciones"*

la cual no dispone de planos ni de un punto de conexión para este tipo de infraestructura. Esta condición confirma que el proyecto requería una solución de drenaje pluvial propia, conforme al diseño hidráulico elaborado para el Malecón.

La solución propuesta incorpora tuberías para aguas lluvias en diámetros comprendidos entre 160 mm y 500 mm, así como tubería Novafort de 39 pulgadas, cajas de inspección y demás estructuras complementarias que permiten captar, conducir y evacuar de manera controlada las escorrentías superficiales, garantizando la operación hidráulica del sistema y la protección de la infraestructura frente a eventos de precipitación.

Además, se contempla la construcción de cajas de inspección de 1,20 m × 1,20 m × 1,80 m, las cuales incluyen tapa en concreto, ángulo metálico y elementos de acceso para el personal de operación. La Interventoría verificó que estas dimensiones son técnicamente necesarias, considerando que la profundidad de instalación de la red supera aproximadamente los 1,70 m, condición que hace inviable el desarrollo de labores de inspección, limpieza y mantenimiento mediante registros convencionales de menores dimensiones, garantizando así condiciones adecuadas de operación y conservación del sistema durante su vida útil.

4. ANÁLISIS TÉCNICO Y JUSTIFICACIÓN

4.1. Redes Hidrosanitarias y Aparatos Sanitarios

El incremento en las cantidades de aparatos sanitarios, accesorios, puntos hidráulicos y sistemas asociados responde directamente a las necesidades reales de ejecución en obra:

Demanda y usuarios: Ajuste en la cantidad real de usuarios finales proyectados.

- **Optimización arquitectónica:** Redistribución de los espacios interiores que generó la necesidad de ampliar las baterías de baños.

- **Criterio de Diseño Sanitario:** El cálculo de las redes sanitarias se realizó estrictamente bajo las unidades de descarga asignadas en la **NTC 1500 de 2020 (Cuarta actualización)**, verificando las pendientes mínimas de diseño. Para garantizar el correcto arrastre y funcionamiento del sistema, se determinó y recomendó técnicamente el uso de una **pendiente mínima del 2.00%** detallada en los planos definitivos.

4.2. Red de Agua Potable

La revisión técnica y las simulaciones del sistema de acueducto arrojaron los siguientes parámetros operacionales que justifican la red complementaria:

- **Parámetros de Diseño:** Se determinó con precisión la ruta crítica de diseño para las redes de agua potable, cumpliendo rigurosamente con las **velocidades máximas de 2 m/s** y limitando las **pérdidas máximas permisibles al 6%.**

- **Capacidad Operativa:** Los cálculos finales definieron un **caudal de diseño de 2.48 L/s** y una **cabeza dinámica de 30.9 m.c.a.** en el punto del medidor.

- **Tuberías de 2", 1½" y 1¼":** Actúan como acometidas y ramales de distribución. Específicamente, la tubería de suministro de 2" que conecta el punto de captación con el tanque de almacenamiento fue calculada para garantizar un **tiempo de llenado óptimo de 8 horas.** Estos diámetros aseguran el transporte del caudal en condiciones ideales de presión, velocidad y continuidad (Título 2 del RAS 0330 de 2017 / Res. 799 de 2021).

- **Caja para válvula de paso de 7":** Elemento verificado por la Interventoría para facilitar las labores de operación, inspección, mantenimiento y sectorización de la red (Art. 68, RAS 0330 de 2017).

4.3. Red Colectora de Aguas Lluvias - Sistema Pluvial Malecón

Las verificaciones técnicas evidenciaron la necesidad inapelable de incorporar la infraestructura de drenaje pluvial para el Malecón debido a las nuevas áreas impermeables. Su viabilidad técnica se fundamenta en:

I. **Validación del Diseño Hidráulico:** El *Estudio Hidrológico e Hidráulico para la Red Pluvial del Malecón* aportado por el Contratista fue evaluado por el Especialista Hidráulico de la Interventoría, quien **conceptuó que la propuesta cumple a cabalidad.** Mediante modelos de lluvia-escorrentía, se obtuvieron con precisión los caudales exactos que deben ser captados por cada elemento del sistema.

II. **Cumplimiento de Criterios Pluviales:** Los colectores de la red interna y externa cumplen plenamente con los límites normativos del RAS: un **porcentaje de llenado inferior al 93%**, **velocidades inferiores a 5 m/s** y un **esfuerzo cortante mínimo de 2 Pa** que garantiza la autolimpieza. Asimismo, la cuneta tipo proyectada cumple con los parámetros de velocidad y su sección logra un **borde libre de 0.02 m**.

III. **Ausencia de Red Pública Existente:** El Distrito de Riohacha, mediante oficio del **14 de abril de 2026**, certificó que **no cuenta con alcantarillado pluvial sobre la Calle Primera**, haciendo obligatoria una solución de drenaje propia con descarga independiente.

IV. **Dimensionamiento de Infraestructura:** Las tuberías varían entre 160 mm y 500 mm, sumadas a la tubería estructural Novafort de 39". Las cajas de inspección de 1,20 m × 1,20 m × 1,80 m son técnicamente necesarias debido a que **la profundidad de instalación supera los 1,70 m**, lo que imposibilita el uso de registros convencionales y exige estas dimensiones para el ingreso seguro del personal de mantenimiento.

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDES DE 2" PARA AGUA POTABLE	ML	1.202,00
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDES DE 1 1/2" PARA AGUA POTABLE	ML	1.689,31
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDES DE 1 1/4" PARA AGUA POTABLE	ML	511,45
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 160 MM (6") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	689,05
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 200 MM (8") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	176,19
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 250 MM (10") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	75,42
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 315 MM (12") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	84,78
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 355 MM (14") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	68,94
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 450 MM (18") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	171,37
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 500 MM (20") PARA AGUAS LLUVIAS	ML	57,27
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA NOVAFORT DE 39"	ML	179,88
CAJA DE VALVULA DE PASO DE 7" (HIDRANTE Y VALVULA)	UND	33,00
CAJA DE INSPECCION 1.2X1.2X1.8 M LADRILLO. INCLUYE TAPA EN CONCRETO Y ANGULO METALICO. PAÑETADO INT. MORTERO 1:4 IMPERMEABILIZADO.	UND	7,00

5. CONCLUSIONES

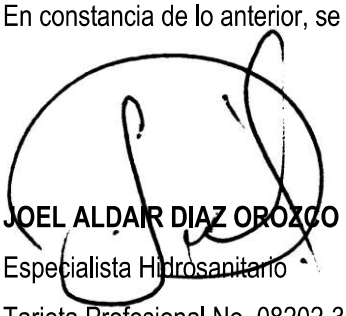
- **Viabilidad Técnica:** Con fundamento en las modelaciones hidráulicas, el cumplimiento de la NTC 1500, el aval del Especialista Hidráulico y la certificación del Distrito, se emite **CONCEPTO FAVORABLE y aval técnico** para la incorporación de las mayores cantidades, los ítems de agua potable (**NP-23, NP-24, NP-25 y AD-14**) y los componentes del sistema pluvial.

- **Suficiencia del Diseño Potable y Sanitario:** Se concluye que el sistema potable garantiza las presiones y velocidades requeridas (Q = 2.48 L/s, H = 30.9 m.c.a.) optimizando el llenado del tanque en 8 horas mediante tubería de 2". Asimismo, el sistema sanitario mitiga riesgos de obstrucción al operar con una pendiente constante del 2.00%.

- **Efectividad del Sistema Pluvial:** Los colectores pluviales propuestos mitigan con total éxito el riesgo de inundación en el Malecón al cumplir holgadamente con los límites técnicos normativos de llenado (<93%), velocidad (<5 m/s) y esfuerzo cortante mínimo (2 Pa) para su autolimpieza.

- **Sin alteración contractual:** Se certifica que la inclusión de estas obras **no modifica el objeto, alcance ni las metas físicas** del contrato; su única finalidad es asegurar la estabilidad estructural, el desempeño hidráulico, la vida útil y la salubridad de la infraestructura.

En constancia de lo anterior, se firma a los tres (03) días del mes de junio de 2026.

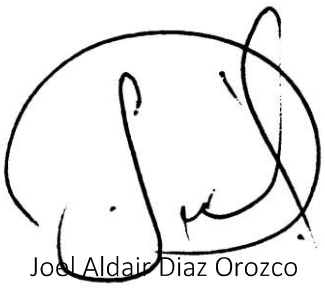


JOEL ALDAIR DIAZ OROZCO
Especialista Hidrosanitario
Tarjeta Profesional No. 08202-312807 ATL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

Yo, Joel Aldair Diaz Orozco, Ingeniero Civil Hidrosanitario, identificado profesionalmente con Matrícula Profesional No. 08202-312807, manifiesto bajo la gravedad del juramento que el presente concepto técnico fue elaborado conforme a los principios científicos, técnicos y éticos que rigen el ejercicio de la profesión, con fundamento en la revisión del estudio geotécnico del proyecto, la documentación técnica suministrada, el diseño hidrosanitario y pluvial y los conocimientos especializados propios de la ingeniería Civil e hidrosanitaria.

El presente concepto refleja exclusivamente mi criterio técnico profesional y se emite bajo mi responsabilidad, de conformidad con las disposiciones legales que regulan el ejercicio de la profesión y con estricta observancia de los principios de objetividad, independencia, idoneidad y responsabilidad profesional.



Joel Aldair Diaz Orozco
Ing.Civil
Msc. Ingeniero Civil Énfasis en Recursos hídricos
Matricula No. 08202-312807 ATL

1. Anexo copia de tarjeta profesional


REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
08202-312807 ATL
Fecha de Expedición: **02/10/2015**

Nombre:
JOEL ALDAIR
DIAZ OROZCO
Cédula:
C.C. 1045726492
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
CORPORACION UNIVERSIDAD
DE LA COSTA


150699/0915

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

}

UNIVERSIDAD DEL NORTE

En nombre de la REPÚBLICA DE COLOMBIA y autorizada por el Ministerio de Educación Nacional mediante decreto No. 263 del 22 de febrero de 1973, representada por el Consejo Directivo y el Rector,

teniendo en cuenta que

JOEL ALDAIR DIAZ OROZCO

CC No. 1.045.726.492 de Barranquilla

Ha cumplido los requisitos académicos exigidos por la Universidad, le otorga con todas las prerrogativas, obligaciones y derechos el título de:

MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL

Dado en Barranquilla, a los 28 días del mes de octubre de 2022

Julián A. Arellana O.
Decano de División

A. Meisel R.
Rector

Cristina Tonetti D.
Secretario Académico

Personería Jurídica
Resolución No. 000396 del
7 de Junio de 1993

Acta No. 2022-23-V-085

Car 68 # 74-161- ingjoel1794@gmail.com
Barranquilla - Colombia

AUGUSTO BERRIO
INGENIERO ELECTRICISTA

INFORME TÉCNICO COMPONENTE ELECTRICO.

CONCEPTO TÉCNICO PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS AJUSTES AL COMPONENTE ELÉCTRICO DERIVADOS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO Y LUMINOTÉCNICO DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL URBANISMO SOBRE EL MALECÓN DEL DISTRITO DE RIOHACHA"

JUNIO 2026

Ing. Augusto Rafael Berrio Teheran Especialista en gerencia energética -
Aberrio@hmingenieria.com

Tabla de Contenido

1. OBJETO 3
2. ALCANCE DEL CONCEPTO TÉCNICO 4
3. ANTECEDENTES 6
4. DOCUMENTOS ANALIZADOS 7
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN 10
6. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA EXISTENTE 11
7. MARCO NORMATIVO APLICABLE A LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO 12
8. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO 14
9. CRITERIOS DE INGENIERÍA APLICADOS A LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO 15
10. PRINCIPIOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA INCORPORADOS EN EL DISEÑO DEFINITIVO 17
11. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO 18
12. CRITERIOS DE CONFIABILIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO 19
13. INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PROYECTO SOBRE EL DISEÑO ELÉCTRICO 21
14. ANÁLISIS TÉCNICO DEL DISEÑO FOTOMÉTRICO ACTUALIZADO 22
15. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 23
16. COMPATIBILIDAD DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA CON EL RETIE 2024 Y EL RETILAP 2024 25
17. PROCEDENCIA TÉCNICA DE LAS MODIFICACIONES INCORPORADAS AL DISEÑO ELÉCTRICO 27
18. ANÁLISIS SOBRE LA INCIDENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN NORMATIVA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO 29
19. CONCLUSIONES 31
CONCEPTO TÉCNICO DEFINITIVO 32

Riohacha, Junio 01 de 2026.

Señores,
CONSORCIO ZAFIRO
Atn.: Sra. LILIANA MARGARITA ARAOS BERRARDINELLI
Representante Legal
Barranquilla

Ref. Construcción, Adecuación y Mejoramiento del Urbanismo sobre el Malecón del Distrito de Riohacha – Departamento de La Guajira.

Asunto: "Concepto técnico para la incorporación de los ajustes al componente eléctrico derivados de la actualización del diseño eléctrico y luminotécnico del proyecto "construcción, adecuación y mejoramiento del urbanismo sobre el malecón del distrito de Riohacha"

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto emitir el concepto técnico del Especialista Eléctrico de la Interventoría respecto de la actualización integral del componente eléctrico y del sistema de alumbrado público correspondiente al proyecto **"Construcción del Malecón del Distrito de Riohacha"**, con el propósito de evaluar la procedencia técnica de las modificaciones efectuadas al diseño original y la necesidad de incorporar los elementos requeridos para materializar la configuración definitiva de la infraestructura eléctrica proyectada.

El análisis desarrollado comprende la revisión de los diseños eléctricos actualizados, memorias de cálculo, cuadros de carga, diagramas unifilares, estudios luminotécnicos, especificaciones técnicas, planos constructivos y demás documentos elaborados por el diseñador responsable, verificando que las soluciones adoptadas respondan a criterios de ingeniería, se encuentren técnicamente sustentadas y garanticen el cumplimiento de la reglamentación vigente aplicable a las instalaciones eléctricas y de alumbrado público.

De igual manera, el presente concepto tiene como finalidad establecer si las modificaciones incorporadas al diseño obedecen a necesidades técnicas reales

derivadas de la actualización normativa, de la consolidación de la implantación definitiva del proyecto y de la optimización de la arquitectura del sistema eléctrico, determinando su incidencia sobre la funcionalidad, seguridad, confiabilidad, eficiencia energética, mantenibilidad y vida útil de la infraestructura proyectada.

Finalmente, este documento constituye el soporte técnico mediante el cual la Interventoría expone las razones de ingeniería que sustentan la procedencia de la actualización del componente eléctrico, verificando que las soluciones adoptadas no corresponden a modificaciones arbitrarias del alcance contractual, sino al resultado del proceso de revisión y ajuste del diseño definitivo, desarrollado en concordancia con las disposiciones establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Resolución 40117 de 2024), el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP (Resolución 40150 de 2024), la NTC 2050 y las demás normas técnicas aplicables.

---

2. ALCANCE DEL CONCEPTO TÉCNICO

El presente concepto comprende la evaluación técnica integral del componente eléctrico del proyecto, considerando los criterios de diseño adoptados durante la actualización de la ingeniería y su incidencia sobre la configuración definitiva de la infraestructura eléctrica y del sistema de alumbrado público.

La revisión efectuada por la Interventoría abarca el análisis de las memorias de cálculo, cuadros de carga, diagramas unifilares, estudios luminotécnicos, especificaciones técnicas, planos eléctricos, criterios de coordinación y selectividad de protecciones, sistemas de puesta a tierra, infraestructura de distribución, redes de alimentación, sistemas de iluminación interior y exterior, así como los diferentes componentes asociados al funcionamiento del sistema eléctrico proyectado.

Dentro del alcance del presente documento se verifica que las soluciones de ingeniería adoptadas por el diseñador se encuentren debidamente soportadas

mediante cálculos técnicos, respondan a las condiciones reales de implantación del proyecto y permitan dar cumplimiento a los requisitos establecidos en la reglamentación técnica vigente, particularmente aquellos introducidos por la actualización del RETIE y del RETILAP durante la ejecución del contrato.

Así mismo, el presente concepto analiza la incidencia técnica que produjo la definición definitiva del urbanismo, la redistribución funcional de los espacios públicos, la localización final de las edificaciones, senderos peatonales, ciclorrutas, plazas, zonas comerciales, escenarios deportivos y demás elementos que conforman el Malecón, circunstancias que hicieron necesaria la revisión integral de la arquitectura del sistema eléctrico inicialmente concebido.

La evaluación desarrollada no se limita a verificar la incorporación de elementos individuales, sino que considera el comportamiento global del sistema eléctrico, la interacción entre sus diferentes componentes y la coherencia técnica existente entre el diseño actualizado, las memorias de cálculo, el estudio luminotécnico y la infraestructura finalmente proyectada, determinando si la solución propuesta garantiza condiciones adecuadas de seguridad eléctrica, continuidad del servicio, eficiencia energética, confiabilidad operacional y facilidad para las labores futuras de operación y mantenimiento.

En consecuencia, el presente concepto constituye un análisis técnico de carácter integral orientado a establecer la procedencia de las modificaciones efectuadas al componente eléctrico del proyecto, verificando que las mismas corresponden al resultado de un proceso de actualización del diseño desarrollado bajo criterios de ingeniería y conforme a la normativa técnica vigente, constituyéndose en una condición necesaria para asegurar el adecuado funcionamiento de la infraestructura eléctrica durante su vida útil.

3. ANTECEDENTES

El proyecto para la construcción del Malecón del Distrito de Riohacha contempla el desarrollo de una infraestructura urbana de carácter estratégico destinada a fortalecer la integración entre el espacio público, las actividades comerciales, recreativas, deportivas, culturales y turísticas del borde costero. Debido a la naturaleza y complejidad de la intervención, el componente eléctrico adquiere un papel fundamental al constituirse en el sistema encargado de garantizar el suministro de energía y el funcionamiento continuo de la infraestructura de alumbrado público, iluminación arquitectónica, servicios complementarios, módulos comerciales, equipos electromecánicos y demás instalaciones requeridas para la operación del proyecto.

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle y conforme avanzó la definición de la implantación definitiva del proyecto, se consolidó la localización final de edificaciones, senderos peatonales, ciclorrutas, plazas, zonas de estancia, escenarios deportivos, módulos comerciales, cuartos técnicos y demás elementos urbanos que conforman el Malecón. Esta definición permitió identificar diferencias entre las condiciones inicialmente previstas durante la etapa de formulación y las condiciones reales bajo las cuales sería ejecutada la infraestructura, haciendo necesaria una revisión integral del diseño eléctrico con el propósito de garantizar su compatibilidad con la configuración definitiva del proyecto.

A esta circunstancia se sumó la entrada en vigencia del nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, adoptado mediante la Resolución 40117 de 2024, y del nuevo Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, adoptado mediante la Resolución 40150 de 2024, expedidas por el Ministerio de Minas y Energía. La actualización de estos reglamentos introdujo nuevos criterios técnicos relacionados con el diseño, construcción, selección de materiales, coordinación de protecciones, eficiencia energética, seguridad eléctrica, desempeño luminotécnico y verificación de las instalaciones, aspectos que debían

ser incorporados obligatoriamente al proyecto para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente al momento de su ejecución.

Como consecuencia de este nuevo escenario técnico y normativo, fue necesario desarrollar una actualización integral del componente eléctrico, la cual comprendió la revisión de las memorias de cálculo, los cuadros de carga, los diagramas unifilares, los estudios fotométricos, la sectorización de los circuitos, la arquitectura de distribución de baja tensión, la configuración de los tableros eléctricos, los sistemas de alimentación, la infraestructura de alumbrado público, la selección de equipos, las características de los materiales y los sistemas de protección asociados a la instalación.

El resultado de este proceso permitió optimizar el comportamiento global de la infraestructura eléctrica, adecuando el diseño a las condiciones reales del proyecto y garantizando el cumplimiento de los criterios técnicos establecidos por la reglamentación vigente. En este sentido, las modificaciones incorporadas no corresponden a ajustes independientes o aislados, sino a la materialización del diseño eléctrico definitivo derivado del proceso de actualización normativa y de ingeniería, soportado mediante documentos técnicos, memorias de cálculo y estudios especializados que fueron objeto de revisión por parte de la Interventoría.

4. DOCUMENTOS ANALIZADOS

Para la elaboración del presente concepto técnico, la Interventoría realizó una revisión integral de la documentación técnica que soporta la actualización del componente eléctrico del proyecto, con el propósito de verificar la consistencia entre los criterios de diseño adoptados, las memorias de cálculo desarrolladas por el diseñador, la configuración definitiva de la infraestructura y las exigencias establecidas en la reglamentación técnica vigente.

La evaluación comprendió el análisis de los documentos de ingeniería elaborados durante la actualización del diseño, verificando que cada una de las soluciones propuestas se encontrara debidamente sustentada desde el punto de vista técnico,

que respondiera a las condiciones reales de implantación del proyecto y que garantizara la adecuada operación de la infraestructura eléctrica durante su vida útil.

Dentro de la documentación objeto de revisión se analizaron, entre otros, los siguientes documentos:

- Diseños eléctricos originales y diseños eléctricos actualizados.
- Memorias de cálculo del sistema eléctrico de baja tensión.
- Memorias de cálculo del sistema de alumbrado público.
- Memorias de cálculo de conductores, alimentadores y circuitos derivados.
- Cuadros generales de carga y balances eléctricos.
- Diagramas unifilares generales y de distribución.
- Planos de distribución eléctrica.
- Planos de canalizaciones eléctricas.
- Planos del sistema de alumbrado público.
- Planos del sistema de iluminación interior.
- Planos del sistema de puesta a tierra.
- Diseño fotométrico desarrollado mediante software especializado.
- Simulaciones luminotécnicas para espacios peatonales, ciclorrutas, plazas, escenarios deportivos y zonas comerciales.
- Especificaciones técnicas de materiales y equipos eléctricos.
- Fichas técnicas de luminarias, tableros, protecciones, postes y demás equipos proyectados.
- Planos arquitectónicos definitivos.
- Planos urbanísticos definitivos.
- Implantación final del proyecto.
- Localización definitiva de edificaciones, módulos comerciales, senderos peatonales, ciclorrutas, plazas, zonas recreativas y escenarios deportivos.
- Estudios de coordinación y selectividad de protecciones.
- Criterios de sectorización del sistema eléctrico.
- Diseño del Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas (SPDA).
- Diseño del sistema de puesta a tierra.

- Análisis de Precios Unitarios correspondientes a los componentes objeto de actualización.
- Presupuesto actualizado del componente eléctrico.

Adicionalmente, la revisión se desarrolló considerando el marco normativo vigente aplicable al proyecto, verificando que la totalidad de los criterios de diseño incorporados durante la actualización respondieran a las disposiciones establecidas en la reglamentación técnica actualmente exigible para este tipo de infraestructura.

En consecuencia, fueron objeto de consulta y verificación, entre otras, las siguientes disposiciones:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, adoptado mediante la Resolución 40117 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, adoptado mediante la Resolución 40150 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía.
- Norma Técnica Colombiana NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, en lo correspondiente a las estructuras de soporte para infraestructura eléctrica y de alumbrado público.
- Normas técnicas aplicables para sistemas de puesta a tierra, coordinación de protecciones, eficiencia energética y selección de materiales eléctricos.

Como resultado del análisis efectuado, la Interventoría verificó que la documentación presentada constituye un conjunto técnico integral, consistente y coherente, en el cual las diferentes disciplinas de ingeniería interactúan de manera coordinada para definir la configuración definitiva del sistema eléctrico del proyecto. Así mismo, se evidenció que las modificaciones incorporadas durante la actualización del diseño no obedecen a decisiones aisladas sobre componentes específicos, sino al desarrollo de un proceso de ingeniería sustentado en memorias de cálculo, simulaciones especializadas, criterios normativos y análisis técnicos que

permiten garantizar la seguridad, confiabilidad, funcionalidad y eficiencia energética de la infraestructura proyectada.

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

El proyecto se desarrolla sobre el frente marítimo del Distrito de Riohacha, departamento de La Guajira, en un corredor urbano de alto valor estratégico destinado a consolidarse como un espacio de integración turística, comercial, recreativa y cultural. La intervención comprende la construcción y adecuación de infraestructura destinada al disfrute del espacio público, incorporando senderos peatonales, ciclorrutas, plazas de permanencia, zonas verdes, escenarios deportivos, módulos comerciales, mobiliario urbano, áreas de circulación vehicular restringida y demás elementos que conforman el nuevo Malecón del Distrito.

Desde el punto de vista funcional, la infraestructura presenta una alta diversidad de usos y una ocupación permanente por parte de residentes y visitantes, condición que impone exigencias particulares sobre el comportamiento del sistema eléctrico y del alumbrado público. La coexistencia de actividades comerciales, recreativas, deportivas, culturales y turísticas demanda una infraestructura eléctrica con elevados niveles de disponibilidad, continuidad del servicio, seguridad operacional y facilidad de mantenimiento, capaz de atender diferentes perfiles de carga distribuidos a lo largo del corredor urbano.

La extensión longitudinal del proyecto y la dispersión de los diferentes elementos que conforman el espacio público implican la implementación de una red eléctrica ampliamente distribuida, integrada por múltiples sistemas de alimentación, tableros de distribución, circuitos derivados, canalizaciones subterráneas, infraestructura de alumbrado público, sistemas de iluminación arquitectónica, equipos electromecánicos y demás componentes que deben operar de manera coordinada para garantizar el adecuado funcionamiento de la infraestructura.

La configuración urbanística definitiva también evidencia una importante interacción entre el sistema eléctrico y las demás redes de servicios públicos, así como con la

infraestructura civil y arquitectónica del proyecto. En consecuencia, el diseño actualizado debió considerar criterios de compatibilidad entre disciplinas, optimizando la localización de canalizaciones, cámaras de inspección, postes, tableros, sistemas de puesta a tierra y equipos eléctricos, con el fin de minimizar interferencias constructivas, facilitar las labores de mantenimiento y preservar la funcionalidad integral del espacio público.

Adicionalmente, la vocación turística del Malecón implica que la infraestructura eléctrica deberá mantener condiciones permanentes de operación tanto en horario diurno como nocturno, siendo el sistema de alumbrado público uno de los principales elementos responsables de garantizar la seguridad ciudadana, la apropiación del espacio público y la adecuada percepción visual de las diferentes áreas que conforman el proyecto. Esta condición incrementa la importancia de que el diseño eléctrico responda a criterios de confiabilidad, eficiencia energética, facilidad de operación y cumplimiento estricto de la reglamentación técnica vigente.

6. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA EXISTENTE

El proyecto contempla la intervención integral del sistema eléctrico asociado a la infraestructura urbana del Malecón, incluyendo las redes de distribución en baja tensión, sistemas de alumbrado público, iluminación arquitectónica, iluminación interior de módulos comerciales, redes de fuerza, tomacorrientes, sistemas de emergencia, tableros eléctricos, sistemas de puesta a tierra, infraestructura de soporte para luminarias y demás componentes requeridos para garantizar la operación integral del espacio público.

Durante el proceso de revisión técnica desarrollado por la Interventoría se verificó que el diseño inicialmente contratado fue elaborado bajo condiciones normativas, arquitectónicas y funcionales diferentes a las existentes durante la etapa constructiva, situación que hizo indispensable adelantar una actualización integral de la ingeniería eléctrica para adecuarla a la configuración definitiva del proyecto.

Dicha actualización no constituye una modificación aislada de cantidades de obra, sino un proceso completo de reingeniería del sistema eléctrico, mediante el cual fueron revisados los criterios de diseño, las memorias de cálculo, los cuadros de carga, los diagramas unifilares, la coordinación y selectividad de protecciones, el diseño fotométrico, la sectorización de circuitos, la distribución de alimentadores, la localización definitiva de equipos y el cumplimiento de la reglamentación técnica actualmente vigente.

Como resultado de este proceso fue posible definir una infraestructura eléctrica técnicamente más eficiente, mejor distribuida, con mayores condiciones de seguridad operacional, facilidad de mantenimiento, confiabilidad y flexibilidad para futuras intervenciones, optimizando simultáneamente el comportamiento energético de toda la instalación.

Debe resaltarse que la actualización del diseño no estuvo orientada únicamente a modificar cantidades de materiales o sustituir equipos, sino principalmente a garantizar que la totalidad del sistema eléctrico cumpliera las exigencias incorporadas por la actualización del RETIE 2024 y del RETILAP vigente, reglamentaciones que introdujeron nuevos criterios de diseño, protección, eficiencia energética, seguridad eléctrica y desempeño luminotécnico que no podían ser ignorados durante la ejecución del proyecto.

7. MARCO NORMATIVO APLICABLE A LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

Uno de los aspectos más relevantes identificados durante la revisión efectuada por la Interventoría corresponde a que una parte sustancial de las modificaciones introducidas al diseño eléctrico tiene origen directo en la entrada en vigencia de la actualización reglamentaria expedida por el Ministerio de Minas y Energía durante el año 2024.

En particular, la expedición de la Resolución 40117 de 2024 (RETIE) y la Resolución 40150 de 2024 (RETILAP) modificó de manera importante diversos criterios técnicos asociados al diseño, construcción, inspección y puesta en servicio de

instalaciones eléctricas y sistemas de iluminación, incorporando nuevas exigencias relacionadas con seguridad eléctrica, coordinación de protecciones, eficiencia energética, desempeño fotométrico, sistemas de puesta a tierra, protección contra sobretensiones, continuidad del servicio y calidad de las instalaciones.

En consecuencia, los diseños originalmente contratados debieron ser revisados bajo el nuevo marco regulatorio con el fin de garantizar que la infraestructura finalmente construida pudiera ser certificada conforme a la reglamentación vigente al momento de su ejecución.

Desde el punto de vista técnico resulta importante precisar que las instalaciones eléctricas deben cumplir la normatividad vigente al momento de su construcción y puesta en operación, independientemente de la fecha en que hayan sido elaborados los diseños iniciales. Lo anterior obedece al principio de seguridad de las instalaciones eléctricas consagrado por el RETIE, el cual establece que toda infraestructura eléctrica debe garantizar condiciones adecuadas de protección para las personas, los bienes y el medio ambiente.

En ese sentido, la actualización del diseño constituyó una obligación técnica derivada del cambio normativo y no una decisión discrecional orientada únicamente a modificar especificaciones constructivas.

Como consecuencia de dicha actualización fue necesario revisar integralmente aspectos tales como:

- Arquitectura de distribución eléctrica.
- Configuración de tableros de baja tensión.
- Sectorización de alimentadores.
- Coordinación y selectividad de protecciones.
- Dimensionamiento de conductores.
- Protección contra sobretensiones (DPS).
- Sistemas de puesta a tierra.
- Diseño fotométrico.

- Niveles mínimos de iluminancia.
- Uniformidad luminosa.
- Infraestructura para alumbrado público.
- Sistemas de iluminación de emergencia.
- Protección diferencial en zonas húmedas.
- Condiciones de eficiencia energética.

Todos estos aspectos fueron objeto de verificación por parte de la Interventoría durante el análisis técnico del diseño actualizado.

8. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO

La revisión efectuada permitió establecer que la ingeniería definitiva del proyecto corresponde a un rediseño técnicamente estructurado, soportado mediante memorias de cálculo y documentación técnica especializada, y no simplemente a una incorporación de nuevos materiales o incremento de cantidades de obra.

Las modificaciones introducidas obedecen a una nueva concepción del sistema de distribución eléctrica, orientada a mejorar su comportamiento operativo, incrementar los niveles de confiabilidad y facilitar las actividades futuras de operación y mantenimiento.

Dentro de las principales optimizaciones identificadas se destacan:

- Redistribución integral de las cargas eléctricas conforme a la implantación definitiva del proyecto;
- Sectorización funcional de circuitos derivados para reducir áreas afectadas ante fallas;
- Optimización del dimensionamiento de alimentadores conforme a las corrientes reales de diseño;
- Redefinición de la arquitectura de tableros eléctricos de distribución;
- Actualización completa del diseño fotométrico bajo los criterios establecidos en el RETILAP 2024;

- Incorporación de infraestructura específica para iluminación normal, alumbrado público e iluminación de emergencia;
- Fortalecimiento de los sistemas de protección mediante dps, interruptores automáticos y dispositivos diferenciales;
- Ampliación del sistema de puesta a tierra para garantizar condiciones adecuadas de seguridad eléctrica;
- Incorporación de infraestructura eléctrica diseñada específicamente para soportar las condiciones ambientales propias del borde costero.

Todas estas modificaciones presentan coherencia técnica entre sí, responden a una misma filosofía de diseño y se encuentran soportadas mediante documentación técnica revisada por la Interventoría.

En consecuencia, no corresponde analizar cada componente de manera aislada, puesto que la totalidad de los elementos incorporados hacen parte de un único proceso de actualización integral del sistema eléctrico, cuya finalidad es garantizar el cumplimiento de la reglamentación vigente y asegurar la correcta operación de la infraestructura durante toda su vida útil.

9. CRITERIOS DE INGENIERÍA APLICADOS A LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

La revisión técnica efectuada por la Interventoría permitió establecer que la actualización del diseño eléctrico fue desarrollada bajo una metodología de ingeniería soportada en criterios técnicos verificables, orientados a garantizar la seguridad de las instalaciones, la confiabilidad operacional, la eficiencia energética, la continuidad del servicio y el cumplimiento de la reglamentación vigente.

A diferencia del diseño inicialmente concebido, cuya información respondía a una etapa preliminar del proyecto, la ingeniería actualizada incorpora la configuración definitiva de la infraestructura construida, permitiendo desarrollar nuevamente la totalidad de los cálculos eléctricos considerando las condiciones reales de implantación, las distancias efectivas de alimentación, la ubicación final de las

cargas, la arquitectura definitiva del urbanismo y las nuevas exigencias establecidas por la actualización del RETIE y RETILAP 2024.

Durante el proceso de revisión se verificó que la actualización técnica fue desarrollada mediante una secuencia lógica de diseño que comprendió, entre otros aspectos:

- Actualización arquitectónica de la infraestructura.
- Definición de la distribución definitiva de cargas.
- Elaboración de nuevos cuadros de carga.
- Desarrollo de memorias de cálculo.
- Redimensionamiento de alimentadores.
- Revisión de caídas de tensión.
- Coordinación y selectividad de protecciones.
- Verificación de corrientes de cortocircuito.
- Rediseño de tableros eléctricos.
- Actualización del sistema de puesta a tierra.
- Desarrollo del nuevo diseño fotométrico.
- Verificación del cumplimiento integral del RETIE 2024 y RETILAP.

La aplicación de esta metodología permitió que cada elemento incorporado dentro del diseño definitivo no corresponda a decisiones aisladas o incrementos arbitrarios de cantidades de obra, sino al resultado de un proceso integral de ingeniería, soportado mediante criterios técnicos verificables y plenamente documentados.

En consecuencia, la incorporación de nuevos componentes eléctricos debe entenderse como parte de una actualización sistémica de la infraestructura eléctrica y no como modificaciones independientes entre sí.

10. PRINCIPIOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA INCORPORADOS EN EL DISEÑO DEFINITIVO

Uno de los principales objetivos de la actualización del diseño consistió en fortalecer las condiciones de seguridad eléctrica de toda la infraestructura, considerando que el proyecto corresponde a un espacio público con alta afluencia de usuarios y exposición permanente a condiciones ambientales severas propias del borde costero del Distrito de Riohacha.

Desde esta perspectiva, el diseño actualizado incorpora una serie de medidas destinadas a minimizar los riesgos derivados de contactos directos e indirectos, fallas de aislamiento, sobretensiones transitorias, corrientes de falla, descargas atmosféricas, sobrecorrientes y demás fenómenos que pueden comprometer la integridad de las personas, los equipos y la infraestructura.

La revisión adelantada por la Interventoría permitió verificar que dichos criterios fueron incorporados transversalmente en la totalidad del sistema eléctrico mediante la implementación de:

- adecuada coordinación entre dispositivos de protección;
- sectorización de circuitos para limitar la propagación de fallas;
- protección diferencial en zonas húmedas;
- protección contra sobretensiones mediante dispositivos DPS;
- ampliación del sistema de puesta a tierra;
- equipotencialización de estructuras metálicas;
- utilización de materiales certificados;
- selección de envolventes con grados de protección acordes con las condiciones ambientales del proyecto;
- incorporación de sistemas de iluminación de emergencia;
- implementación de infraestructura eléctrica diseñada específicamente para ambientes marino-costeros.

Estas medidas no solamente incrementan la confiabilidad del sistema, sino que constituyen requisitos expresamente contemplados por el RETIE vigente, cuyo objetivo principal consiste en reducir los riesgos eléctricos asociados a instalaciones destinadas al servicio público.

En ese sentido, la actualización del diseño representa una mejora sustancial frente a la solución inicialmente prevista, al incorporar criterios modernos de protección que incrementan significativamente los niveles de seguridad operacional de la infraestructura.

11. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Otro aspecto relevante identificado durante el proceso de revisión corresponde a la optimización energética lograda mediante la actualización del diseño.

La ingeniería desarrollada permitió racionalizar la distribución de cargas, disminuir recorridos innecesarios de alimentadores, optimizar la ubicación de tableros eléctricos y establecer una sectorización más eficiente de los circuitos derivados, reduciendo pérdidas técnicas asociadas al transporte de energía y mejorando el comportamiento general de la red.

El redimensionamiento de conductores se efectuó con fundamento en memorias de cálculo que consideraron simultáneamente la capacidad de conducción de corriente, la regulación de tensión, la longitud efectiva de los circuitos, las condiciones de instalación, la temperatura ambiente, los factores de agrupamiento y las corrientes de cortocircuito previstas para cada tramo de la instalación.

Como resultado de este proceso fue posible seleccionar calibres técnicamente adecuados para cada circuito, eliminando sobredimensionamientos innecesarios sin afectar los márgenes de seguridad establecidos por la reglamentación vigente.

De igual manera, la redistribución de los tableros eléctricos permitió reducir la longitud de numerosos alimentadores principales, favoreciendo una disminución de

pérdidas por efecto Joule, mejorando los perfiles de tensión y aumentando la eficiencia global del sistema de distribución.

En el componente de iluminación, la actualización del diseño fotométrico permitió optimizar la localización de luminarias, alturas de montaje, distribución del flujo luminoso y niveles de iluminancia, garantizando el cumplimiento de los parámetros exigidos por el RETILAP mediante soluciones de mayor eficiencia energética y mejor desempeño operacional.

La incorporación de luminarias LED de alta eficiencia, sistemas autónomos de alimentación fotovoltaica en sectores específicos y dispositivos modernos de protección y control contribuyen igualmente a disminuir el consumo energético, reducir los costos de operación y facilitar las labores futuras de mantenimiento.

En criterio de esta Interventoría, dichas optimizaciones constituyen una aplicación adecuada de los principios de eficiencia energética promovidos por la regulación vigente, sin afectar la funcionalidad, confiabilidad o seguridad de la infraestructura eléctrica del proyecto.

12. CRITERIOS DE CONFIABILIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Uno de los aspectos más relevantes evidenciados durante la revisión técnica realizada por la Interventoría corresponde al fortalecimiento de las condiciones de confiabilidad y mantenibilidad de la infraestructura eléctrica como consecuencia de la actualización integral del diseño.

La configuración inicialmente prevista concentraba una parte importante de la distribución eléctrica en pocos puntos de alimentación y mediante alimentadores de gran capacidad, condición que, aunque técnicamente viable, generaba una mayor dependencia entre los diferentes componentes del sistema y ampliaba el impacto operacional que podría ocasionar una falla localizada.

La ingeniería actualizada adoptó un criterio diferente, basado en la sectorización funcional de la infraestructura eléctrica, mediante el cual la totalidad de las cargas fue redistribuida conforme a la organización definitiva del proyecto, estableciendo circuitos independientes, tableros de distribución adecuadamente dimensionados y alimentadores ajustados a las condiciones reales de operación de cada sector.

Desde el punto de vista de la operación, esta filosofía de diseño permite limitar la afectación de eventuales fallas únicamente al circuito comprometido, evitando interrupciones generalizadas sobre la totalidad del sistema eléctrico y garantizando una mayor continuidad en la prestación del servicio.

Igualmente, la nueva configuración facilita significativamente las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, permitiendo intervenir sectores específicos sin necesidad de suspender la operación de la totalidad de la infraestructura, aspecto particularmente importante en un espacio público destinado al uso permanente de la comunidad.

La redistribución de la infraestructura eléctrica también favorece la identificación de fallas, simplifica las maniobras de aislamiento de circuitos, optimiza la localización de averías y disminuye los tiempos requeridos para la reposición del servicio, incrementando los índices generales de confiabilidad del sistema.

Adicionalmente, la organización modular adoptada durante la actualización del diseño proporciona una mayor flexibilidad para futuras ampliaciones o modificaciones de la infraestructura, permitiendo incorporar nuevas cargas o adecuaciones funcionales sin afectar significativamente la arquitectura principal del sistema eléctrico.

En criterio de la Interventoría, estas condiciones representan una mejora sustancial respecto de la solución inicialmente prevista y se encuentran alineadas con las mejores prácticas de ingeniería para sistemas eléctricos destinados a infraestructura urbana de uso público.

13. INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PROYECTO SOBRE EL DISEÑO ELÉCTRICO

La revisión técnica permitió establecer que uno de los factores determinantes durante el proceso de actualización del diseño corresponde a las particulares condiciones ambientales presentes en el área de intervención.

El proyecto se desarrolla sobre el borde costero del Distrito de Riohacha, ambiente caracterizado por elevados índices de humedad relativa, presencia permanente de aerosol marino, alta concentración de cloruros, material particulado transportado por el viento, radiación solar intensa y condiciones de intemperie prácticamente continuas durante toda la vida útil de la infraestructura.

Estas condiciones ambientales representan un nivel de agresividad considerablemente superior al existente en instalaciones urbanas convencionales, acelerando los procesos de corrosión sobre elementos metálicos, deterioro de componentes eléctricos, degradación de materiales aislantes y envejecimiento prematuro de los equipos cuando estos no son adecuadamente seleccionados.

En consecuencia, la actualización del diseño incorporó especificaciones técnicas compatibles con ambientes altamente corrosivos, definiendo materiales, envolventes, sistemas de canalización, luminarias, tableros eléctricos, dispositivos de protección, conductores y elementos de puesta a tierra con características apropiadas para operar bajo dichas condiciones.

Particular importancia reviste la selección de equipos con grados de protección adecuados frente al ingreso de agua y material particulado, así como la utilización de materiales resistentes a la corrosión y de sistemas constructivos que minimicen el deterioro ocasionado por la exposición permanente al ambiente marino.

La revisión desarrollada por la Interventoría permitió verificar que dichas especificaciones responden directamente a las condiciones particulares del sitio de implantación y constituyen una medida técnicamente necesaria para garantizar la

durabilidad, confiabilidad y sostenibilidad de la infraestructura eléctrica durante su período de servicio.

En consecuencia, la actualización del diseño no solamente responde a exigencias reglamentarias, sino también a las condiciones reales de exposición ambiental propias del proyecto, circunstancia que hace indispensable la utilización de soluciones constructivas compatibles con este tipo de entorno.

14. ANÁLISIS TÉCNICO DEL DISEÑO FOTOMÉTRICO ACTUALIZADO

Uno de los componentes que presentó mayor nivel de actualización durante el desarrollo de la ingeniería corresponde al sistema de iluminación, tanto interior como exterior, cuyo diseño definitivo fue elaborado mediante simulaciones fotométricas ajustadas a la configuración arquitectónica y urbanística finalmente construida.

La revisión adelantada por la Interventoría permitió verificar que el diseño fotométrico actualizado incorpora criterios técnicos orientados a garantizar niveles adecuados de iluminancia, uniformidad, reproducción cromática, control del deslumbramiento, eficiencia energética y confort visual, conforme a las exigencias establecidas por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público —RETILAP 2024—.

El proceso de actualización comprendió la redefinición de alturas de montaje, ubicación de postes, distribución de luminarias, orientación de reflectores, selección de potencias instaladas y redistribución de puntos de iluminación, aspectos que permitieron adaptar el sistema a las condiciones reales de implantación de la infraestructura.

Como resultado de dicho proceso fue posible optimizar la cobertura lumínica de senderos peatonales, plazas, zonas comerciales, áreas de circulación vehicular, espacios de permanencia, módulos de servicios y demás componentes que integran

el proyecto, garantizando condiciones apropiadas de seguridad, accesibilidad y funcionalidad durante la operación nocturna.

La incorporación de nuevas tipologías de luminarias, postes de diferentes alturas, soluciones fotovoltaicas autónomas, sistemas de iluminación hermética, alumbrado de emergencia y estructuras de soporte especializadas responde precisamente a los resultados obtenidos durante el desarrollo del diseño fotométrico y no constituye una modificación arbitraria de las especificaciones inicialmente previstas.

En criterio de la Interventoría, la solución adoptada permite alcanzar un desempeño luminotécnico significativamente superior, fortaleciendo las condiciones de seguridad para peatones y usuarios, mejorando la percepción del espacio público y favoreciendo la sostenibilidad energética del proyecto, todo ello en estricto cumplimiento de los criterios técnicos establecidos por el RETILAP vigente.

15. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

La revisión técnica efectuada por la Interventoría permitió establecer que la actualización del sistema de distribución eléctrica constituye uno de los componentes de mayor impacto dentro del proceso de optimización desarrollado para el proyecto, al involucrar la redefinición integral de la arquitectura eléctrica de baja tensión conforme a la configuración definitiva de la infraestructura, la actualización normativa introducida por el RETIE y RETILAP 2024 y las condiciones reales de operación previstas para el Malecón.

A diferencia del esquema inicialmente concebido, el diseño actualizado responde a una filosofía de distribución descentralizada y sectorizada, desarrollada con fundamento en memorias de cálculo, cuadros de carga, diagramas unifilares, estudios de coordinación y selectividad de protecciones, análisis de demanda y simulaciones fotométricas, permitiendo que cada componente del sistema opere bajo parámetros acordes con las cargas efectivamente instaladas y con la funcionalidad propia de cada sector del proyecto.

La actualización permitió redefinir la capacidad nominal de los tableros eléctricos, la configuración de los circuitos derivados, el dimensionamiento de los alimentadores, la ubicación de los puntos de distribución, la incorporación de nuevos dispositivos de protección, la implementación de sistemas de iluminación de emergencia, la ampliación del sistema de puesta a tierra y la reorganización integral de la infraestructura destinada al alumbrado público e iluminación arquitectónica.

Desde el punto de vista técnico, estas modificaciones no representan alteraciones independientes de la ingeniería originalmente contratada, sino el resultado de un proceso de rediseño integral orientado a optimizar el comportamiento global del sistema eléctrico, mejorar las condiciones de operación y garantizar el cumplimiento de las disposiciones técnicas actualmente vigentes.

La nueva arquitectura de distribución favorece una mayor independencia entre los diferentes sectores funcionales del proyecto, permitiendo que cada circuito opere dentro de las condiciones para las cuales fue diseñado y reduciendo significativamente la posibilidad de que una falla localizada comprometa la continuidad de operación del resto de la infraestructura.

Igualmente, la sectorización implementada mejora la coordinación y selectividad de las protecciones eléctricas, optimiza la administración de las cargas, facilita la identificación de fallas, reduce los tiempos requeridos para labores de mantenimiento y proporciona mayor flexibilidad para futuras ampliaciones o modificaciones del sistema sin afectar la estabilidad de la red principal.

El redimensionamiento de conductores y alimentadores fue realizado con fundamento en análisis técnicos que consideraron, entre otras variables, la capacidad de conducción de corriente, la regulación de tensión, las corrientes de cortocircuito, las condiciones ambientales del proyecto, los factores de demanda, la simultaneidad de cargas, los métodos de instalación y los criterios de coordinación de protecciones, verificándose que la totalidad de los elementos incorporados

responde a parámetros de diseño plenamente sustentados desde el punto de vista de la ingeniería eléctrica.

De igual manera, la actualización del sistema de distribución permitió optimizar el comportamiento energético de la instalación, racionalizando recorridos de alimentación, disminuyendo pérdidas eléctricas, reduciendo caídas de tensión y mejorando el desempeño operacional de la infraestructura, sin comprometer los niveles de seguridad, confiabilidad o capacidad instalada requeridos para el correcto funcionamiento del proyecto.

En criterio de esta Interventoría, la solución finalmente adoptada representa una evolución técnica significativa respecto del diseño inicialmente previsto, al incorporar criterios modernos de distribución eléctrica, fortalecer la seguridad operacional de la instalación y garantizar la compatibilidad del proyecto con el marco normativo actualmente vigente.

16. COMPATIBILIDAD DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA CON EL RETIE 2024 Y EL RETILAP 2024

Uno de los aspectos de mayor relevancia durante el proceso de revisión consistió en verificar que la totalidad de las modificaciones incorporadas al diseño eléctrico mantuvieran una relación directa con las exigencias introducidas por la actualización de la reglamentación técnica nacional en materia de instalaciones eléctricas y sistemas de iluminación.

Como resultado del análisis efectuado, la Interventoría evidenció que una parte sustancial de los ajustes desarrollados por el diseñador eléctrico encuentra su origen en la necesidad de adecuar el proyecto a las nuevas disposiciones contenidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2024 y en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2024.

La actualización normativa introdujo nuevos criterios asociados a la protección de las personas, la coordinación de dispositivos de protección, la seguridad

operacional, la eficiencia energética, el desempeño fotométrico, la confiabilidad de las instalaciones, la continuidad del servicio y la utilización de equipos certificados, aspectos que necesariamente debían ser incorporados al diseño definitivo antes de la ejecución de las obras.

En este contexto, la actualización del sistema eléctrico permitió incorporar soluciones compatibles con los nuevos requerimientos reglamentarios, fortaleciendo aspectos relacionados con la protección contra sobretensiones, la implementación de dispositivos diferenciales en zonas de riesgo, la sectorización funcional de circuitos, la optimización del sistema de puesta a tierra, la adecuada coordinación de protecciones, el empleo de luminarias con características técnicas apropiadas para ambientes altamente agresivos y la actualización integral del diseño fotométrico.

De igual manera, la revisión permitió verificar que la selección de conductores, tableros, equipos de maniobra, luminarias, postes, sistemas de canalización y demás componentes eléctricos fue desarrollada considerando las exigencias técnicas actualmente aplicables, garantizando la compatibilidad de la infraestructura con los procedimientos de certificación exigidos para este tipo de instalaciones.

Debe destacarse que la aplicación del RETIE y del RETILAP no constituye una condición opcional dentro del proceso constructivo, sino un requisito obligatorio para la puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en el territorio nacional. En consecuencia, la actualización de la ingeniería representó una actuación técnicamente necesaria para asegurar que el proyecto pudiera desarrollarse bajo condiciones de legalidad, seguridad y conformidad normativa.

Bajo estas consideraciones, la Interventoría concluye que las modificaciones introducidas al diseño eléctrico no obedecen a decisiones discrecionales o a simples ajustes constructivos, sino a la necesidad objetiva de adecuar el proyecto al marco regulatorio vigente, garantizando la protección de las personas, la confiabilidad de

la infraestructura, la eficiencia del sistema y la sostenibilidad técnica de la inversión pública.

17. PROCEDENCIA TÉCNICA DE LAS MODIFICACIONES INCORPORADAS AL DISEÑO ELÉCTRICO

Como resultado de la revisión integral adelantada sobre la documentación técnica presentada por el diseñador eléctrico, esta Interventoría verificó que las modificaciones incorporadas al proyecto obedecen a un proceso estructurado de actualización de la ingeniería, desarrollado con fundamento en criterios técnicos, normativos y funcionales plenamente sustentados.

El análisis comprendió la evaluación de las memorias de cálculo, cuadros de carga, diagramas unifilares, estudios de coordinación y selectividad de protecciones, diseño fotométrico, planos eléctricos, especificaciones técnicas, criterios de implantación de la infraestructura y demás documentos que hacen parte del diseño definitivo del proyecto.

Producto de dicha revisión fue posible establecer que las modificaciones propuestas presentan consistencia técnica entre todos los componentes del sistema eléctrico, manteniendo coherencia entre las condiciones arquitectónicas finalmente construidas, la distribución definitiva de las cargas, la configuración de la infraestructura urbana y las exigencias incorporadas por la reglamentación técnica vigente.

Se verificó igualmente que la actualización de la ingeniería permitió corregir diferencias existentes entre las condiciones inicialmente previstas durante la etapa de diseño y la configuración definitiva de la obra, ajustando el dimensionamiento de la infraestructura eléctrica a las necesidades reales de operación del proyecto, sin afectar los criterios de seguridad, confiabilidad, eficiencia energética o funcionalidad del sistema.

Desde el punto de vista técnico, las modificaciones analizadas no corresponden a cambios aislados o independientes, sino a un conjunto integral de actuaciones que mantienen relaciones de interdependencia entre sí, razón por la cual la incorporación de nuevos componentes eléctricos debe entenderse como parte de una única solución de ingeniería desarrollada para garantizar el correcto funcionamiento de toda la infraestructura.

En consecuencia, la procedencia de los diferentes componentes eléctricos incorporados encuentra sustento en la necesidad de materializar el diseño definitivo del proyecto bajo condiciones compatibles con la reglamentación vigente, las memorias de cálculo desarrolladas por el diseñador y las condiciones reales de implantación verificadas durante la ejecución de las obras.

La Interventoría considera igualmente que las modificaciones propuestas mantienen criterios adecuados de racionalidad técnica y económica, toda vez que la optimización del sistema eléctrico permitió mejorar el desempeño operacional de la infraestructura mediante soluciones técnicamente más eficientes, sin comprometer los niveles de seguridad, calidad o confiabilidad exigidos para este tipo de instalaciones.

Debe resaltarse que una parte significativa de las modificaciones analizadas deriva directamente de la entrada en vigencia del RETIE 2024 y del RETILAP 2024, reglamentaciones que introdujeron nuevas exigencias para el diseño y construcción de instalaciones eléctricas y sistemas de iluminación. En consecuencia, la actualización de la ingeniería constituyó una actuación necesaria para garantizar que el proyecto pudiera ejecutarse y certificarse conforme al marco normativo actualmente aplicable.

Bajo estas consideraciones, la Interventoría concluye que la totalidad de las modificaciones evaluadas presenta soporte técnico suficiente, se encuentra adecuadamente documentada y responde a criterios objetivos de ingeniería, razón por la cual su incorporación resulta técnicamente procedente.

18. ANÁLISIS SOBRE LA INCIDENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN NORMATIVA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Durante el proceso de revisión técnica se evidenció que uno de los factores con mayor incidencia sobre la actualización del diseño corresponde a la modificación del marco regulatorio aplicable a las instalaciones eléctricas y a los sistemas de iluminación, circunstancia que impactó de manera transversal la concepción inicial de la ingeniería del proyecto.

La expedición de las Resoluciones 40117 de 2024 y 40150 de 2024, mediante las cuales fueron actualizados el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, incorporó nuevos requisitos de obligatorio cumplimiento relacionados con la seguridad eléctrica, la eficiencia energética, la protección de las personas, el desempeño fotométrico, la coordinación de protecciones, la continuidad del servicio y la calidad de los materiales y equipos empleados en este tipo de infraestructura.

Como consecuencia de dicha actualización normativa, el diseño inicialmente elaborado requirió ser revisado de manera integral con el propósito de garantizar que la infraestructura finalmente construida cumpliera las disposiciones vigentes al momento de su ejecución y pudiera ser objeto de certificación conforme a los procedimientos establecidos por la regulación nacional.

La Interventoría verificó que la actualización desarrollada por el diseñador no se limitó a introducir modificaciones puntuales sobre determinados componentes, sino que comprendió una revisión completa de la filosofía de distribución eléctrica, la arquitectura de los tableros, la sectorización de circuitos, el dimensionamiento de conductores, los sistemas de protección, el diseño fotométrico, la infraestructura de alumbrado público, el sistema de puesta a tierra y los demás elementos que integran el sistema eléctrico del proyecto.

En este sentido, puede afirmarse que una proporción ampliamente mayoritaria de los ajustes incorporados al diseño tiene origen directo en la necesidad de armonizar

la ingeniería originalmente concebida con el nuevo marco reglamentario expedido durante la ejecución del contrato. Esta circunstancia constituye un hecho técnico objetivo, verificable mediante la comparación entre la documentación inicialmente contratada y el diseño definitivo desarrollado conforme a la reglamentación vigente.

Por lo anterior, la Interventoría considera que las modificaciones analizadas no deben interpretarse como variaciones discrecionales del alcance técnico inicialmente previsto, sino como actuaciones de ingeniería indispensables para garantizar el cumplimiento de las normas de obligatorio cumplimiento que regulan actualmente el diseño y construcción de instalaciones eléctricas en Colombia.

CONCLUSIONES

Como resultado de la revisión integral efectuada sobre la documentación técnica del proyecto, esta Interventoría concluye que la actualización del diseño eléctrico se encuentra plenamente sustentada desde el punto de vista de la ingeniería y responde a criterios objetivos derivados tanto de la evolución del proyecto como de la necesidad de cumplir la reglamentación técnica vigente.

Se verificó que la solución definitiva incorpora una arquitectura de distribución eléctrica técnicamente más eficiente, segura, confiable y funcional, soportada mediante memorias de cálculo, cuadros de carga, diagramas unifilares, estudios fotométricos, análisis de coordinación de protecciones y demás documentos que respaldan cada una de las decisiones adoptadas durante el proceso de actualización.De igual manera, se constató que la totalidad de los componentes incorporados mantiene coherencia técnica entre sí, conformando un sistema eléctrico integral cuya operación depende del funcionamiento articulado de todos sus elementos, razón por la cual las modificaciones propuestas deben analizarse como parte de una única solución de ingeniería y no como actuaciones independientes.

La Interventoría verificó además que la actualización incorpora mejoras sustanciales en materia de seguridad eléctrica, eficiencia energética, mantenibilidad, confiabilidad operacional, continuidad del servicio, protección contra fallas, desempeño luminotécnico y adaptación de la infraestructura a las condiciones ambientales propias del entorno marino-costero donde se desarrolla el proyecto.Finalmente, se concluye que la actualización del diseño constituye una respuesta técnica necesaria frente a la entrada en vigencia del RETIE 2024 y del RETILAP 2024, reglamentaciones que modificaron de manera significativa los criterios aplicables al diseño y construcción de instalaciones eléctricas, circunstancia que justifica técnicamente la incorporación de las modificaciones evaluadas y garantiza que la infraestructura pueda ser ejecutada, certificada y puesta en operación conforme a las exigencias normativas actualmente vigentes.

CONCEPTO TÉCNICO DEFINITIVO

Con fundamento en la revisión integral de la documentación técnica presentada por el Contratista, conformada por las memorias de cálculo eléctricas, cuadros de carga, diagramas unifilares, diseños fotométricos, planos eléctricos, especificaciones técnicas, criterios de selección de materiales y demás soportes de ingeniería que hacen parte de la actualización del diseño, esta Interventoría concluye que las modificaciones propuestas al componente eléctrico se encuentran plenamente justificadas desde el punto de vista técnico, normativo, funcional y constructivo.

Del análisis efectuado se evidenció que la actualización del diseño no corresponde a una modificación aislada de cantidades de obra ni a la incorporación discrecional de nuevos elementos dentro del alcance contractual. Por el contrario, obedece al proceso de consolidación de la ingeniería de detalle y, de manera predominante, a la necesidad de armonizar el proyecto con las disposiciones establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, actualizado mediante Resolución 40117 de 2024, y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, actualizado mediante Resolución 40150 de 2024, normativa que introdujo nuevos criterios de obligatorio cumplimiento para el diseño, construcción y puesta en servicio de instalaciones eléctricas y sistemas de alumbrado público.

La revisión técnica permitió verificar que la arquitectura definitiva del sistema eléctrico responde adecuadamente a las condiciones reales de implantación del proyecto, incorporando criterios de sectorización de cargas, coordinación y selectividad de protecciones, optimización de alimentadores, actualización del sistema de alumbrado, fortalecimiento de los sistemas de puesta a tierra, incorporación de dispositivos de protección, adecuación de la infraestructura de distribución y selección de materiales compatibles con las condiciones ambientales propias del borde marino del Distrito de Riohacha.

De igual forma, se constató que la totalidad de los elementos incorporados se encuentran respaldados por memorias de cálculo, simulaciones fotométricas, estudios de demanda, análisis de capacidad de conducción de corriente, regulación de tensión, coordinación de protecciones y demás documentos técnicos que sustentan la configuración definitiva del sistema eléctrico. En consecuencia, los ajustes realizados obedecen a decisiones propias de la ingeniería de diseño y no a incrementos injustificados de obra, garantizando que cada componente responda a requerimientos técnicos plenamente verificables.

Debe resaltarse que una parte sustancial de las modificaciones incorporadas encuentra su origen en la actualización de la reglamentación técnica nacional. La entrada en vigencia del RETIE 2024 y del RETILAP 2024 hizo necesaria la revisión de prácticamente la totalidad del componente eléctrico del proyecto, obligando a redefinir criterios de diseño, selección de equipos, niveles de protección, configuraciones de distribución, diseños fotométricos y especificaciones técnicas, con el propósito de asegurar la conformidad regulatoria de la infraestructura antes de su puesta en operación.

Desde el punto de vista de la ingeniería, las soluciones adoptadas representan una optimización integral del sistema eléctrico, permitiendo mejorar la seguridad de las personas, incrementar la confiabilidad operacional de la infraestructura, facilitar las labores de operación y mantenimiento, optimizar la eficiencia energética, fortalecer la continuidad del servicio y garantizar una mayor durabilidad de los equipos frente a las condiciones ambientales altamente agresivas características del entorno costero donde se desarrolla el proyecto.

En virtud de lo anterior, y una vez analizados los antecedentes técnicos, la documentación de soporte, los criterios de diseño, las memorias de cálculo y la reglamentación vigente, la Interventoría considera técnica, funcional y normativamente procedente la incorporación de los ítems objeto de evaluación, por cuanto estos constituyen actuaciones necesarias para materializar la configuración definitiva del sistema eléctrico conforme a los diseños actualizados y garantizar el

cumplimiento de las exigencias establecidas en el RETIE 2024, el RETILAP 2024, la NTC 2050 y las demás normas técnicas aplicables.

En consecuencia, esta Interventoría emite CONCEPTO TÉCNICO FAVORABLE respecto de la actualización del componente eléctrico del proyecto y otorga su aval técnico para la incorporación de los ítems evaluados, al evidenciar que los mismos son producto de un proceso de optimización de ingeniería debidamente sustentado, técnicamente necesario para la correcta ejecución del proyecto y orientado a garantizar una infraestructura eléctrica segura, confiable, eficiente, mantenible y plenamente conforme con la normativa técnica vigente.

Finalmente, esta Interventoría deja constancia de que las conclusiones aquí consignadas fueron emitidas con fundamento en criterios exclusivamente técnicos y de ingeniería, derivados de la revisión de la documentación especializada que soporta la actualización del diseño eléctrico, constituyendo el presente concepto el respaldo técnico para la implementación de las modificaciones propuestas dentro del desarrollo del proyecto.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL.

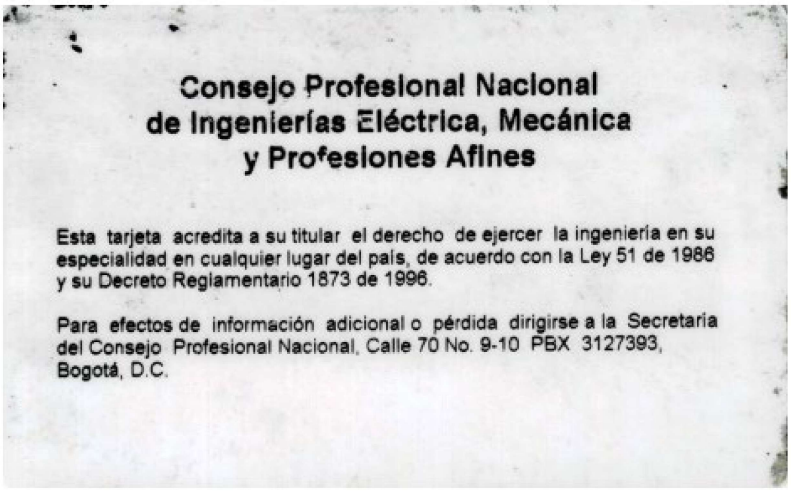
Yo, AUGUSTO RAFAEL BERRIO TEHERAN, Ingeniero eléctrico, identificado profesionalmente con Matrícula Profesional No. AT205-130501, manifiesto bajo la gravedad del juramento que el presente concepto técnico fue elaborado conforme a los principios científicos, técnicos y éticos que rigen el ejercicio de la profesión, con fundamento en la revisión del diseño eléctrico y luminotécnico del proyecto, la documentación técnica suministrada y los conocimientos especializados propios de la ingeniería eléctrica.

El presente concepto refleja exclusivamente mi criterio técnico profesional y se emite bajo mi responsabilidad, de conformidad con las disposiciones legales que regulan el ejercicio de la profesión y con estricta observancia de los principios de objetividad, independencia, idoneidad y responsabilidad profesional.



Augusto Rafael Berrio Teheran
Ingeniero Electricista
Especialista en Gerencia Energética
Matricula No. AT205-130501


Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines
Titular
AUGUSTO RAFAEL
BERRIO TEHERAN
D.I
92.543.539
Ingeniero
ELECTRICISTA
Matrícula
AT205-130501
Resol. Secc.
1/2018
Fecha de Exp
31/01/2018


Consejo Profesional Nacional
de Ingenierías Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines
Esta tarjeta acredita a su titular el derecho de ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996.
Para efectos de información adicional o pérdida dirigirse a la Secretaría del Consejo Profesional Nacional, Calle 70 No. 9-10 PBX 3127393, Bogotá, D.C.

Referencia: .

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERíAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONES AFINES, EN VIRTUD DE LO ESTABLECIDO POR LA LEY 51 DE 1986 Y EL DECRETO 1873 DE 1996

HACE CONSTAR QUE:

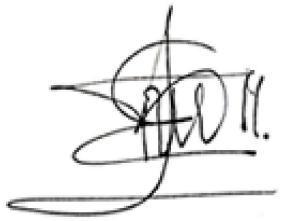
1. El Ingeniero **AUGUSTO RAFAEL BERRIO TEHERAN**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. **92543539** de **Sincelejo (Sucre)**, se encuentra registrado ante el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, como Ingeniero **ELECTRICISTA** con Matrícula No. **AT205-130501** expedida por el Consejo Profesional Seccional de **ATLÁNTICO** mediante resolución No. **AT-1 de 2018** el día **31** de **Enero** de **2018** y confirmada por el Consejo Profesional Nacional según Resolución No. **CPN-11 de 2018**.

2. La matrícula profesional No. **AT205-130501**, del citado ingeniero se encuentra Vigente y no se registran Sanciones a la fecha.

Esta constancia se expide por solicitud del interesado. La vigencia de la presente certificación es de Seis (6) meses a partir de la fecha de expedición.

Dada en la ciudad de Bogotá D.C., a los Diecisiete (17) días del mes de Julio de Dos Mil Veintiséis (2026)

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines
Código de Validación:**999901956692. Vence el 17-Enero-2027**
Entre a www.consejoprofesional.org.co y a la opción 'Validar Certificado' para verificar su validez



DIEGO ESCOBAR SÁNCHEZ
Secretario Ejecutivo