



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA LA CRETA

LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE SAMBORONDÓN

CONSIDERANDO:

QUE, el artículo 31 de la Constitución de la República, dispone que las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y sus espacios públicos, bajos los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de esta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía;

QUE, el literal 15) del Art. 66 de la Constitución de la República dispone que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental;

QUE, la Constitución de la República del Ecuador en su artículo 238 consagra la autonomía de los gobiernos autónomos descentralizados, al igual que la determina el artículo 5 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización;

QUE, el artículo 238 de la Constitución de la República del Ecuador establece que los gobiernos autónomos descentralizados gozarán de autonomía política, administrativa y financiera, y se regirán por los principios de solidaridad, subsidiariedad, equidad, interterritorial, integración y participación ciudadana; y, que constituyen gobiernos autónomos descentralizados las juntas parroquiales rurales, los concejos municipales, los concejos metropolitanos, los concejos provinciales y los concejos regionales;

QUE, el artículo 240 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que los gobiernos autónomos descentralizados de las regiones, distritos metropolitanos, provincias y cantones tendrán facultades legislativas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales;

QUE, la Constitución de la República del Ecuador en su artículo 241 determina que al Planificación garantizará el Ordenamiento Territorial y será obligatoria en todos los Gobiernos Autónomos Descentralizados;

QUE, el numeral 1 de artículo 264 de la Carta Magna, dentro de las competencias exclusivas de los gobiernos municipales, establece planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso del suelo urbano y rural;

QUE, la Constitución de la República otorga el carácter de ley orgánica, entre otras aquellas que regulen la organización, competencias, facultades y funcionamiento de los gobiernos autónomos descentralizados;

QUE, en el Suplemento del Registro Oficial No. 303 del martes 19 de octubre de 2010 se publicó el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD que establece la organización político-administrativa del estado ecuatoriano en el territorio: el régimen



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRIETA

de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial;

QUE, en el Suplemento del Registro Oficial No. 166 se publicó la Ley Orgánica Reformatoria al Código Orgánico de Organización territorial, Autonomía y Descentralización, se señala en Disposiciones Generales: DECIMO SEXTA.- “los órganos legislativos de los gobiernos autónomos descentralizados deberá codificar y actualizar toda normativa en el primer mes de cada año y dispondrá su publicación en su gaceta oficial y en el dominio WEB de cada institución”;

QUE, el literal h) del artículo 4 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, establece como uno de los fines de los gobiernos autónomos descentralizados, la obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias;

QUE, el artículo 5 de mismo cuerpo legal, establece que la autonomía política, administrativa y financiera de los gobiernos autónomos descentralizados comprende el derecho y la capacidad efectiva de estos niveles de gobierno para regirse mediante normas y órganos de gobierno propios, en sus respectivas circunscripciones territoriales, bajo su responsabilidad, sin intervención de otro nivel de gobierno y en beneficio de sus habitantes;

QUE, el artículo 7 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización tiene como facultad normativa para el pleno ejercicio de sus competencias y las facultades que de manera concurrente podrán asumir, se reconoce a los consejos regionales y provinciales, concejos metropolitanos y municipales, la capacidad para dictar normas de carácter general, a través de ordenanzas, acuerdos y resoluciones, aplicables dentro de su circunscripción territorial; El ejercicio de esta facultad se circunscribirá al ámbito territorial y a las competencias de cada nivel de gobierno, y observará lo previsto en la Constitución y la Ley;

QUE, el artículo 54 ibídem, señala que son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal entre otras: a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales; b) Diseñar e implementar políticas de promoción y construcción de equidad e inclusión en su territorio, en el marco de sus competencias constitucionales y legales; c) Establecer el régimen del uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización parcelación, lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales; i) Implementar el derecho al hábitat y a la vivienda y desarrollar planes y programas de vivienda de interés social en el territorio cantonal; o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres; y t) Las demás establecidas en la ley;



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA ORETA

QUE, el artículo 55 del antes mencionado cuerpo legal, que son competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal, entre otras las de a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco del a interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad; b) Ejercer el control sobre el uso del suelo y ocupación del suelo en el cantón;

QUE, los literales a) w), y x) del artículo 57 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, refiriéndose a las atribuciones del Concejo Municipal, en su orden establecen: a) El ejercicio de la facultad normativa en las materias de competencia del gobierno autónomo descentralizado municipal, mediante la expedición de ordenanzas cantonales, acuerdos y resoluciones; w) expedir la ordenanza de construcciones que comprenda las especificaciones y normas técnicas y legales por las cuales deba reglarse en el cantón la construcción, reparación, transformación y demolición de edificios y de sus instalaciones; y, x) Regular y controlar, mediante la normativa cantonal correspondiente, el uso de suelo en el territorio del cantón, de conformidad con las leyes sobre la materia, y establecer el régimen urbanístico de la tierra;

QUE, de conformidad con los literales d) y e) del art. 60 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, entre las atribuciones que tiene el alcalde, en el ámbito de sus competencias del gobierno autónomo descentralizado municipal, esta de presentar proyectos de ordenanzas al Concejo Municipal, y la facultad privativa de denunciar proyectos de ordenanzas tributarias que creen, modifiquen, exoneren o supriman tributos;

QUE, en el Suplemento del Registro Oficial No. 790 del 05 de julio del 2016, se publicó la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, que tiene por objeto fijar los principios y reglas generales que rigen el ejercicio de las competencias de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo urbano y rural, dentro de los cuales se define el derecho a edificar, que es de carácter público y consiste en la capacidad de utilizar y construir en un suelo determinado de acuerdo con las normas urbanísticas y la edificabilidad asignada por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal, concedido a través de la aprobación definitiva del permiso de construcción, siempre que se hayan cumplido las obligaciones urbanísticas establecidas en el planeamiento urbanístico municipal, las normas nacionales sobre construcción y los estándares de prevención de riesgos naturales y antrópicos establecidos por el ente rector nacional;

QUE, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, establece en su Art. 8 el derecho a edificar, señalándose que es de carácter público y consiste en la capacidad de utilizar y construir en un suelo determinado de acuerdo con las normas urbanísticas y la edificabilidad asignada por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal;

QUE, en la Gaceta Oficial se aprobó la el 11 de febrero del 2022 la Reforma Parcial a la Ordenanza que actualiza integralmente el plan de desarrollo y ordenamiento territorial e instituye el plan de uso y gestión de suelo del Cantón Samborondón y su alineación al plan nacional de desarrollo creando oportunidades 2021-2025



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

QUE, La I. Municipalidad de Samborondón debe contar con una legislación actualizada, que regule los procesos de urbanización y de edificación dentro del perímetro urbano del Cantón, que le permita ejercer a cabalidad el mandato legal de control de las urbanizaciones y de las construcciones.

QUE, es necesario ampliar y desarrollar soluciones urbanísticas diferentes, exclusivas y armónicas ante el constante y acelerado crecimiento urbano del cantón, fundamentalmente en ciudadelas y urbanizaciones que no cuentan con sus propios Reglamentos Internos, que permitan particularizadamente establecer sus normas de edificaciones.

QUE, vista la situación presentada, la actual administración municipal dispuso la urgente revisión y estudio de la normativa aplicable en la zona de promoción inmediata y desarrollo urbanístico, ubicada en el sector de SABANILLA, en un área de 48,10 hectáreas (481.048,86 m²) de terreno aproximadamente, donde se proyecta el desarrollo, dentro de las coordenadas que constan en el Anexo No.1 -Plano del Polígono de Intervención Territorial.

QUE, esta Ordenanza sirva de plataforma para la formulación y ejecución del Plan Maestro Sectorial- de Desarrollo ZONA ISLA CRETA, como el elemento que determine y regule la normativa específica bajo cuyo esquema se ejecuten los desarrollos urbanísticos dentro de dicho territorio, por lo que es necesario y conveniente la promulgación de la presente ordenanza, cuyo alcance normativo se sustenta o complementa con el Plano del Polígono de Intervención Territorial.

QUE, con **Informe Técnico #453-DERU-2026** de fecha 27 de mayo de 2026, la Arq. Liliana Guerrero Aguirre, Mgr., Directora de Edificaciones y Regulación Urbana, informa al señor Alcalde Ing. Juan José Yúnez Nowak, sobre el **"...PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA**.

El Desarrollo Urbanístico de la Zona ISLA CRETA tiene como principal objetivo consolidar un nuevo concepto urbanístico que responda a las características particulares del sector. Su ubicación, distante de la ciudad consolidada y rodeada por el río Babahoyo, permite generar un entorno de tranquilidad y contacto con la naturaleza, ofreciendo condiciones óptimas para un desarrollo urbano integral y sostenible.

El Plan Maestro comprende un área total de 481.048,86 m², distribuida en dos etapas de ejecución: la primera, con una superficie de 255.866,75 m², y la segunda, con 225.182,11 m². Esta planificación busca garantizar un crecimiento ordenado y funcional del proyecto, acorde con las necesidades actuales y futuras del territorio.

En este contexto, el Plan Maestro contempla mejorar las condiciones de habitabilidad del espacio urbano, priorizando la integración con el entorno natural y tomando como referencia la demanda de suelo derivada del crecimiento poblacional, así como de las actividades productivas, recreativas y complementarias. Para ello, se propone un esquema integral de uso de suelo que permita regular de manera sostenible el crecimiento del sector.



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

Además de las disposiciones generales, la presente ordenanza establece normas específicas relacionadas con las condiciones de edificabilidad, habitabilidad, constructibilidad y regulación de los usos de suelo, con el propósito de asegurar un desarrollo armónico y equilibrado.

El Plan Maestro será aplicado dentro del PIT (Plano del Polígono de Intervención Territorial), el cual contempla distintas zonas de clasificación destinadas a garantizar una distribución coherente y equilibrada de los usos de suelo, en armonía con el entorno y la ubicación estratégica del desarrollo. De esta manera, se promueve un crecimiento urbano ordenado, sostenible y funcional del territorio

De esta manera, el Plan Maestro busca garantizar que las edificaciones a desarrollarse cumplan con los requisitos mínimos de diseño, calidad, funcionalidad y estética arquitectónica, en concordancia con el propósito de cada edificación y con las normativas técnicas vigentes. Asimismo, se prioriza el cumplimiento de condiciones de seguridad, resistencia estructural y protección contra incendios, así como la eficiencia de los procesos constructivos a emplearse.

A su vez, las propuestas arquitectónicas deberán integrarse armónicamente con el entorno, considerando aspectos como alturas permitidas, accesos y salidas vehiculares, y las características propias de la zona. De igual manera, se promoverán soluciones técnicas adecuadas a las condiciones climáticas, geológicas y ambientales del sector, fomentando un desarrollo urbano sostenible y coherente con el medio natural.

Este "PLAN MAESTRO SECTORIAL DE DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA" consta de:

*Seis (6) Capítulos
Cuarenta y un (41) Artículos
Dos (2) Disposiciones Generales
Una (1) Disposición Derogatoria
Seis (6) Disposiciones Finales
Catorce (14) Anexos..."*

Que, con Oficio No. 619-AJ--IMCS-2026 de fecha junio 17 de 2026, el Ab. Carlos Limongi Hanna, Procurador Síndico Municipal, se dirige al Ing. Juan José Yúnez Nowak, Alcalde del Cantón Samborondón, para manifestarle su pronunciamiento jurídico sobre el **"PLAN MAESTRO SECTORIAL DE DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA"**, indicando: *"...En atención al Oficio #453-DERU-2026, de fecha 27 de mayo del 2026, suscrito por la Arquitecta Liliana Guerrero Aguirre, Mgtr., en su calidad de Directora de Edificaciones y Regulación Urbana, quien solicita a Usted y por su intermedio al Concejo Cantonal, la aprobación del "PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA", propuesta que se desarrollará sobre el Lote de terreno ubicado en el Sector ISLA CRETA (Ahora ISLA GRAMINEA, actualmente lote de terreno denominado "ISLA GRAMINEA", ubicado en el Sector Sabanilla, en la Parroquia Rural Samborondón, del cantón Samborondón.*



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

PRONUNCIAMIENTO LEGAL.- En virtud de lo referido y en consideración a las disposiciones constantes en la Constitución de la República del Ecuador, a lo establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización; y, acogiendo el informe técnico favorable de la Directora de Edificaciones y Regulación Urbana, esta Asesoría Jurídica, en razón de los antecedentes de hecho y de derecho, considera procedente que el Concejo Municipal, conozca y apruebe mediante Ordenanza el **"PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA"**, propuesta que se desarrollará sobre el Lote de terreno ubicado en el Sector. ISLA CRETA (Ahora ISLA GRAMINEA), actualmente lote de terreno denominado "ISLA GRAMÍNEA", ubicado en el Sector Sabanilla, en la Parroquia Rural Samborondón, del cantón Samborondón; conforme al proyecto presentado mediante informe técnico #453-DERU-2026, suscrito por la Directora de Edificaciones y Regulación Urbana..."

En ejercicio de las facultades establecidas en el artículo 240 de la Constitución de la República del Ecuador y artículos 7 y 57 letra a) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autónoma y Descentralización COOTAD.

EXPIDE:

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Art. 1.- Objeto. - Los planes maestros sectoriales tienen por objeto la regulación urbanística y de gestión de suelo detallada para los polígonos de intervención territorial (PIT) en suelo urbano y en suelo rural de expansión urbana; es por ello que la presente ordenanza busca realizar un control adecuado y eficiente del uso y ocupación del suelo en el Cantón Samborondón en un Polígono de Intervención Territorial determinado, para poder desarrollar un crecimiento armónico de acuerdo con la planificación, y propender al buen vivir de acuerdo con un correcto manejo del uso y la ocupación del suelo.

Este documento constituye un instrumento complementario de planificación, el cual en cumplimiento a lo establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) y en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS), detalla y complementa los contenidos normativos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial y Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) del Cantón, en lo referente a los lineamientos y procedimientos en cuanto a la aplicación de las normas generales.



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA Creta

El Plan Maestro Sectorial del Desarrollo Urbanístico, Zona ISLA Creta, constituye el esquema director que establece las condiciones de ordenamiento bajo las cuales se deberán circunscribir todos los proyectos de desarrollos urbanísticos a ser implantados en el PIT que constituye un área de 481.048,86 metros cuadrados, incorporando así un desarrollo planificado en el Nuevo Samborondón.

Las disposiciones de esta Ordenanza son de observancia general y de orden público e interés social, a las que deberán sujetarse las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas o privadas.

Art. 2.- Ámbito de aplicación. - La presente Ordenanza será aplicada dentro del PIT (Anexo No.1 Plano del Polígono de Intervención Territorial). Las normas de esta Ordenanza, por su carácter de especial y de ámbito geográfico definido prevalecerá sobre cualquier otra existente o que se expida con carácter general. Para la aplicación de esta Ordenanza se tomará en cuenta con carácter obligatorio el contenido de cualquier división o revisión posterior de macrolotes y lotes que responda al diseño definitivo del Proyecto.

Art. 3.- Contenidos. - A más de las regulaciones de carácter general, esta ordenanza establece normas respecto a las condiciones de edificabilidad y de habitabilidad, constructibilidad o condiciones de los usos de suelo.

El Plan Maestro Sectorial de Desarrollo Urbanístico, contempla acciones destinadas a mejorar las condiciones de habitabilidad del espacio urbano, considerando el entorno en el que se encuentra. El Polígono de Intervención Territorial se normará y tendrá regulaciones orientadas a controlar el fraccionamiento de lotes, las normas de edificación urbana entre otras.

Art. 4.- Documentos complementarios. - Para la aplicación e interpretación de esta ordenanza se tomará en cuenta el contenido de los documentos y planos con carácter obligatorio que se detallan a continuación:

1. **Plano del Polígono de Intervención Territorial (PIT):** Mapa que muestra la ubicación del PIT.
2. **Plano del Levantamiento con coordenadas:** El plano de levantamiento con coordenadas, son dibujos que muestran las coordenadas de la isla, así como también las mensuras y áreas.
3. **Plano de Subzonas:** Mapa que muestra las diferentes subzonas creadas dentro del PIT y sus etapas.
4. **Plano de Etapas:** Plano que muestra las fases o etapas de desarrollo del proyecto urbanístico.
5. **Plano de Lotes y Manzanas:** Plano que muestra el anteproyecto urbanístico a desarrollarse con sus cuadros de uso de suelo por etapas 1 y 2.
6. **Subzonas Características:** Matriz que describe las características de cada subzona dentro del PIT.
7. **Cuadro de Compatibilidad de Usos Específicos:** Matriz de texto y/o diagramas que regulan los usos en cada subzona.
8. **Condiciones de Edificabilidad:** Matriz de texto y/o diagramas que regulan los aspectos



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

- de los edificios. Las condiciones varían de acuerdo con las subzonas del Plan Maestro.
9. **Norma de Estacionamientos:** Esta norma establece los requisitos que deben tener las plazas de estacionamiento vehicular.
 10. **Estándares de Vías:** Matriz de dibujos, especificaciones y dimensiones que ensambla las diversas vías vehiculares o peatonales. En ella se definen y especifican las aceras, canteros y arbolado.
 11. **Tipología de Retiros:** Esquema de retiros para edificaciones.

CAPÍTULO II

Sección Primera

Régimen Urbanístico del Territorio

Art. 5.- Del Plan Maestro y sus zonas de Clasificación. - El Desarrollo Urbanístico de la Zona ISLA CRETA que está comprendido en el PIT, tiene como principal objetivo desarrollar un nuevo concepto urbanístico, al estar distante de la ciudad consolidada y debido a ser una isla bordeada por el río Babahoyo, logrando un ambiente de completa tranquilidad. El Plan Maestro tiene un área de 481.048,86 metros cuadrados, el cual se divide en dos etapas; la primera de 255.866,75 m² y la segunda de 225.182,11 m².

El PIT contendrá las siguientes zonas de clasificación con el objetivo de asegurar una distribución equilibrada y coherente de los usos de suelo en armonía con el sector y ubicación del desarrollo, promoviendo un desarrollo ordenado, sostenible y funcional del territorio.

Las Zonas del PIT se describen a continuación:

1. **Zona de Equipamiento Urbano (ZEU):** Son espacios destinados a la ubicación de infraestructura y servicios esenciales para el funcionamiento y bienestar de la comunidad. Estas zonas están diseñadas para poder albergar equipamientos o servicios que satisfagan las necesidades colectivas pudiendo ser públicas o privadas. Ejemplo de ellos son plantas de tratamiento, subestaciones eléctricas, canchas deportivas, áreas de recreación, parques, paradas de buses o servicio de transporte, entre otros.
2. **Zona Urbana Residencial (ZUR):** Área que permite el desarrollo prioritario de uso residencial, es decir para la construcción única de viviendas tanto unifamiliares (casas) o multifamiliares (departamentos o unidades residenciales)
3. **Zona Especial de Protección (ZEP):** Espacios definidos y protegidos por las normativas específicas debido a su importancia siendo esta ambiental, ecológica o por riesgos de inundación. Esta ZEP son suelos de restringidos al margen del Río Babahoyo; es considera una franja de conservación de al menos 15 metros desde la línea de alta marea. Las normas específicas de ocupación, edificabilidad y uso estarán definidas en esta ordenanza en su capítulo correspondiente.

Art. 6.- De las Subzonas. - La subclasificación de los destinos de usos del suelo, ocupación y edificabilidad está determinada por polígonos de menor tamaño denominados "Subzonas" las cuales se encuentran contenidas en polígonos de mayor tamaño denominados PIT.



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

Las subzonas corresponden a variaciones del uso general que se generan de la relación entre los usos específicos y podrán tener una normativa de ocupación y edificabilidad básica y específica máxima distintas entre sí, dependiendo de las características particulares de cada territorio enmarcado en la subzona. Estas subzonas podrán variar su nivel e intensidad de carácter físico y de su uso.

La edificabilidad es la capacidad de aprovechamiento constructivo atribuida al suelo por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD). La capacidad de aprovechamiento constructivo atribuida al suelo será regulada mediante la asignación de:

1. La edificabilidad general máxima: Es la edificabilidad total asignada a un PIT.
2. La edificabilidad específica máxima: Es la edificabilidad asignada a un determinado predio de forma detallada. La edificabilidad específica que no haya sido definida en el plan de uso y gestión de suelo será determinada mediante el desarrollo del correspondiente plan.

Art. 7.- Subzonas Clasificación. - Para las consideraciones del Plan Maestro se establece que en el sector ISLA CRETA, está concebida en subzonas. Cuando su continuidad es subdividida se forman las diversas categorías de zonificación. Estas categorías incluyen estándares que promueve una diversidad similar a asentamiento orgánicamente evolucionados. Los estándares (son parámetros) que reflejan las sucesivas zonas de comunidades, tal clasificación corresponde a:

1. **Subzona Urbana Residencial ZUR-1:** Área que permite el desarrollo de uso residencial Unifamiliar.
2. **Subzona Urbana Residencial ZUR-2:** Área que permite el desarrollo de uso residencial Multifamiliar.
3. **Subzona Mixta Residencial ZMR-1:** Área que permite el desarrollo de uso residencial Unifamiliar y Comercio Menor.

Sección Segunda

Ordenamiento Físico Espacial

Art. 8.- De los usos. - Esta propuesta de zonificación se categoriza en varios tipos: Uso principal, Uso complementario, Uso Restringido, Uso prohibido. Estas cuatro categorías son aplicables a edificios y lotes bajo propiedad privada.

Para describir el alcance de lo señalado, se presenta el siguiente glosario de términos vinculados a este tema:

1. **Uso principal.** Es el uso específico permitido en la totalidad de una zona, es decir el uso predominante que define la naturaleza y uso principal del área.
2. **Uso complementario.** Es aquel que contribuye al adecuado funcionamiento del uso principal, permitiéndose en aquellas áreas que se señale de forma específica, siendo compatible con el uso principal, sin interferir con el propósito primordial.
3. **Uso restringido.** Es aquel que no es requerido para el adecuado funcionamiento del uso



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CHETA

principal, pero que se permite bajo determinadas condiciones.

4. **Uso prohibido.** Es aquel que no es compatible con el uso principal o complementario, y no es permitido en una determinada zona. Los usos que no estén previstos como principales, complementarios o restringidos se encuentran prohibidos.

Art. 9.- Características de cada subzona. – se describen las características comunes que se encuentran en cada subzona en el Anexo No. 6 de esta ordenanza, las mismas que se relacionan a la clasificación descrita en el Art. 7 y que son tres:

- a) Subzona Urbana Residencial ZUR - 1
- b) Subzona Urbana Residencial ZUR - 2
- c) Subzona Mixta Residencial ZMR-1

CAPÍTULO III

Sección Primera

Normas Generales

Art. 10.- Línea de construcción. - Toda edificación que se realice frente a una vía o espacio público deberá ajustarse a la línea de construcción o fábrica establecida por norma y que para cada caso determinará la Dirección de Edificaciones y Regulación Urbana del GADM, en cumplimiento de la ley.

Art. 11.- Cerramientos. - Los cerramientos perimetrales deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

Altura 3.00 metros en los laterales y posteriores. Si colindan con cuerpos de agua no aplica la altura mínima y se podrá optar por cerramientos bajos de no más de 1.10 metros.

La altura del cerramiento será tomada desde el nivel de acera más alto frente a su lote. Los cerramientos frontales no son permitidos. No podrá tener elementos adicionales ni decorativos ni de protección de seguridad como cercos eléctricos. Los materiales y acabados utilizados en los cerramientos deberán garantizar la durabilidad, resistencia sísmica y estética acorde del plan maestro y seguridad para los residentes y visitantes.

Art. 12.- Salientes y voladizos. - A partir de la línea de construcción hacia el exterior se admitirá elementos salientes o en voladizo en la siguiente condición:

Sin propiciar registro de vista a los vecinos, en las fachadas frontales de los edificios con retiros se admitirá voladizo de las plantas altas de hasta un 40 % del retiro medido a partir de la línea de construcción.

Art. 13.- Agua de Lluvias. - El agua de lluvias provenientes de cubierta, azoteas, terrazas y patios descubiertos, deberá contar con un sistema de recolección canalizado en todo su recorrido hasta



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ZONA CRIETA

el sistema de drenaje público sin afectar a propiedades privadas vecinas o vía pública. No se permitirá que el agua lluvia se vierta sobre propiedades ajenas vecinas.

El agua de lluvia no podrá verterse directamente sobre los terrenos o edificaciones de propiedad de terceros, ni sobre espacios o vías de uso público.

Art. 14.- Separación entre Edificaciones. - Toda edificación debe guardar una distancia con respecto a las edificaciones vecinas, por razones de privacidad, seguridad sísmica, contra incendios o por condiciones de iluminación y ventilación naturales de los ambientes que la conforman; salvo adosamientos permitidos en las obras menores (ver anexo 9).

Los garajes podrán adosarse al lindero vecino solo en la subzona ZUR-1 con una altura máxima de 3.00 metros no sobrepasando la altura del cerramiento lateral.

Art. 15.- Registro de vista. - A efectos de impedir los registros de vista a los vecinos, las aberturas o ventanas que tengan las edificaciones en sus plantas altas y hacia retiros laterales y posteriores menores a 4.00 metros deberán tener un antepecho de mínimo 1,80 metros de altura y/o deberán contar con elementos arquitectónicos que impidan la visibilidad de estos.

Art. 16.- Sótanos y semisótanos. - Todos los edificios podrán contar con sótanos o pisos que estén totalmente bajo el nivel de la rasante de la acera ó del terreno y estos podrán ser construidos ocupando todo el solar correspondiente. No podrán ser utilizados como espacio habitable y no contarán como una planta más en relación con la normativa de altura de los edificios.

Si estos pisos están construidos parcialmente bajo el nivel de la rasante de la acera ó terreno se los considera semisótanos, pero su altura no podrá sobrepasar 1,50 metros sobre el nivel de la acera, tampoco podrán ser habitables ni se contarán como una planta más del edificio y respetarán los mismos retiros de la edificación.

Art. 17.- Autorización para Construcciones de Altura. - Para edificaciones que se encuentren en las zonas de influencia de aeropuertos o corredores aéreos será obligatorio obtener la autorización de la Dirección de Aviación Civil (DAC).

Art. 18.- De las antenas de telecomunicaciones. - Se determina como infraestructura esencial para la transmisión de señal de radio, televisión, telefonía móvil e internet. Estas estructuras pueden tener diferentes formas, diseños y tamaños dependiendo de la función, la tecnología utilizada y las normativas urbanísticas de la zona. La instalación de antenas de telecomunicaciones estará regulada por las normativas del GAD vigentes que buscan garantizar la seguridad, el correcto funcionamiento de los servicios y de minimizar el impacto ambiental y visual; esta infraestructura no podrá instalarse en los ACM. (Ver. Anexo 6 / Ubicación Equipamiento)

Art. 19.- Obras Menores. - Son obras de construcción de menor complejidad que requiere de la aprobación de la Dirección de Edificaciones y son:

Obra complementaria de hasta 36m² de construcción desarrollada en un solo nivel cumpliendo los retiros especificados en el Anexo 9 de esta ordenanza.



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

Las obras menores podrán adosarse siempre y cuando no superen la altura del cerramiento lateral o posterior y con la debida autorización de él o los vecinos mediante una carta notariada y con reconocimientos de firmas.

Obras exteriores a una edificación tales como: camineras, cerramientos de medianerías, fuentes de agua, piscinas, cubiertas para garajes, canchas deportivas.

Para la construcción de piscinas esta deberán tener un retiro mínimo de 1,50 metros del lindero o linderos vecinos.

Sección Segunda

De la Edificación, Requisitos, y Clasificación

Art. 20.- De las edificaciones y sus requisitos. - Las edificaciones deben de cumplir con requisitos mínimos de diseño, calidad, funcionalidad y estética arquitectónica, acorde con el propósito de la edificación, con el logro de condiciones de seguridad, resistencia estructural al fuego, eficiencia del proceso constructivo a emplearse acorde con el cumplimiento de las normativas técnicas.

En las edificaciones se respetará el entorno, en lo referente a la altura, acceso y salida de vehículos, integrándose a las características de la zona. En las edificaciones, se propondrán soluciones técnicas apropiadas a las características del clima, del suelo y del medio ambiente en general; debiéndose tomar en cuenta el desarrollo de la zona.

Art. 21.- Parámetros. - Los parámetros urbanísticos y edificatorios de los predios urbanos deben estar definidos en el Plan Urbano o Reglamento Interno. Los Certificados de Parámetros deben consignar la siguiente información como mínimo.

1. Mapa de Zonificación
2. Sección de vías actuales y, en su caso, de vías previstas en el Plan Urbano de la Localidad.
3. Usos de suelo permitidos.
4. Coeficientes de edificación COS y CUS
5. Porcentaje mínimo de área cedidas municipales (ACM)
6. Altura de edificación expresada en metros o CUS
7. Retiros
8. Área de lote normativo, aplicable a la subdivisión de lotes.
9. Densidad expresada en habitantes por hectáreas o en área mínima de las unidades que conformarán la edificación.
10. Exigencias de estacionamientos para cada uno de los usos permitidos
11. Áreas de riesgo o de protección que pudieran afectarlo.
12. Condiciones particulares u otros.

Art. 22.- De las clasificaciones. - En atención a la forma de ocupación del lote, las edificaciones se clasifican en:



- a. **Edificaciones aisladas (con retiros).** Se admitirán en las subzonas que así lo indiquen en lotes medianeros y esquineros, de al menos quince metros (15ml.) de frente respectivamente, y que tengan más de cuatrocientos cincuenta metros cuadrados (450m²) de área (lote mínimo), siempre estos retiros deberán ser medidos desde la línea de lindero hacia el inicio de la construcción.
- b. **Edificaciones adosadas (sin retiros).** Se admitirán en las subzonas que así lo indiquen con las condicionantes mínimas establecidas.
- c. **Edificaciones tipo torre.** - Se permitirán en las subzonas que así se lo indiquen y en los solares que cuenten con las dimensiones mínimas al respecto establecidas. (Ver Anexo 8)

Sección Tercera

De las Condiciones de Edificabilidad

Art. 23.- Indicadores fundamentales. - Están constituidos por la Densidad Neta, el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) y el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS). Tales indicadores establecen máximos de edificabilidad admisibles, no debiéndose considerar como mínimos exigibles. (Ver Anexo No.9)

Los indicadores de altura y retiros no restringirán la aplicación de los fundamentales como el COS y el CUS.

Art. 24.- Indicadores de edificabilidad. - Las condiciones de edificabilidad constan en el cuadro condiciones de edificabilidad, anexo e inherente a esta Ordenanza y se desarrollan en atención a los siguientes indicadores: Anexo No. 9

24.1.- Densidad poblacional. - Permite cuantificar la utilización urbanística del suelo, para lo que se establecerá el número de habitantes u ocupantes permanentes de una edificación, multiplicando el área del lote o solar por la densidad neta establecida para la correspondiente subzona.

24.2.- Intensidad de edificación:

- a) Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), correspondiente a la relación entre el área máxima de implantación de la edificación y el área de lote; y,
- b) Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS), correspondiente a la relación entre el área de construcción y el área del lote; para el cálculo de este componente no se considerará la parte edificada hacia el subsuelo (sótanos y semi sótanos), ni las destinadas a estacionamientos.

24.3.- Altura de la edificación. - Corresponden a los establecidos para cada subzona en el cuadro de normas de edificación. (Anexo 9). Para la estimación de tal altura no se tomará en consideración:



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA NEGRITA

- a) Las instalaciones técnicas y/o de servicios generales dispuestos sobre la cubierta, tales como caja de escaleras y/o ascensores, depósitos de agua, cuartos de máquinas, etc.
- b) El volumen conformado por los planos de una cubierta inclinada.

24.4.- Retiros. – Ver Anexo No. 9 (Condiciones de Edificabilidad)

24.5.- Plazas de estacionamiento: Se determinarán espacios para estacionamiento vehicular, en los proyectos urbanos y de edificaciones en función del número de lotes y ocupantes de esta, tal como se indica en los cuadros de Anexos No.10

La dimensión mínima que deberá tener cada espacio de aparcamiento será la siguiente dentro de edificaciones:

1. Vehículo liviano, será no menor a 2.50 x 5.00 metros (frente x fondo)
2. Vehículo unipersonal moto, será no menor a 1.20 x 2.40 metros (frente y fondo)
3. Estacionamiento Preferencial para vehículos 2.50 x 5.00 metros más franja de transferencia de 1.20m de ancho

La dimensión mínima que deberá tener cada espacio de aparcamiento en vías será la siguiente:

1. Vehículo liviano, será no menor a 2.50 x 5.00 metros (frente x fondo)
2. Vehículo unipersonal moto, será no menor a 1.20 x 2.20 metros (frente y fondo)
3. Estacionamiento Preferencial para vehículos 2.50 x 5.00 metros más franja de transferencia de 1.20m de ancho

Para satisfacer los requerimientos de espacios de estacionamiento vehicular, los edificios podrán contar con pisos subterráneos, los mismos que pueden ocupar la totalidad de los solares correspondientes, sin rebasar sus líneas de lindero. Adicionalmente los parqueos necesarios podrán ser subsanados en un edificio independiente de parqueos siempre y cuando se contemple en él, los estacionamientos necesarios para su funcionamiento.

Art. 24.6.- Accesibilidad para minusválidos. - Con el objeto de facilitar la accesibilidad y desplazamiento de personas con discapacidad, todo edificio residencial de departamentos deberá cumplir con los requisitos indispensables por norma, para personas de movilidad reducida.

CAPÍTULO IV

Sección Primera

Desarrollos Urbanísticos

Art. 25.- Definición. - Considérese desarrollo urbanístico todo proceso que tenga por objeto



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

propiciar el uso u ocupación del suelo a través de la construcción de obras de infraestructura urbanística, edificaciones, o el fraccionamiento de lotes.

Art. 26.- Autorización. - Todo proceso de desarrollo urbanístico deberá sujetarse previamente a la autorización del GADM, de conformidad con las normas técnicas y procedimientos vigentes determinados en las Ordenanzas relacionadas con la materia. Este deberá cumplir los procedimientos de aprobación de Anteproyecto Urbanístico y Proyecto, respectivamente. El mismo contendrá las memorias técnicas y obras de infraestructura de soporte para garantizar la funcionalidad del desarrollo urbano.

Para ello deberá también contar con la aprobación del Reglamento Interno que contendrá las normas que regulen la convivencia y el uso de los espacios; así como también los parámetros y normas de edificación, cumpliendo con las disposiciones legales vigentes.

Art. 27.- El fraccionamiento primario. - Es un término utilizado en el ámbito de la planificación urbana y la parcelación. Se refiere al primer proceso de división de un terreno en varias parcelas más pequeñas con el fin de desarrollarlas o urbanizarlas para algún uso.

El Plan Maestro Sectorial Del Desarrollo Urbanístico de La ZONA DENOMINADA ISLA CRETA, es un macrolote del cual nacerán lotes resultantes del rediseño parcelario establecido en el Plan Maestro. Bajo ningún concepto un solar derivado del proceso de urbanización podrá fraccionarse en terrenos de menor tamaño al área mínima establecida en el presente documento (ver anexo 8 – características de lote mínimo).

El fraccionamiento se podrá realizar siempre y cuando los lotes resultantes presenten los informes de factibilidad de servicios básicos, así como también cumplan las normas de área, frente, densidades establecidas en este documento y tenga acceso a una vía de acceso vehicular.

Sobre la fusión y división en las subzonas ZUR-1 y ZUR-2 será factible siempre y cuando se realice con el fin de unir tres o más lotes, a efectos de que el resultado final de la fusión- división sea un número inferior de lotes a la fusión inicial, incrementando siempre su área y frente inicial.

Art. 28.- Franja de protección. - Constituye una franja de retiro para proteger los elementos naturales. Por su importancia o utilidad funcional, requieren de condiciones especiales de uso de suelo para su preservación y mantenimiento.

Se establece la siguiente franja de protección en atención a las condiciones de vulnerabilidad por eventualidades de riesgo.

Es por ello por lo que en las riberas del río Babahoyo deberá respetarse una franja de terreno de 15 metros desde la línea de alta marea. Estas Franjas se entienden de propiedad privada, pero con una afectación.

En esta franja se podrá desarrollar obras de mejoramiento, recreación, deportivas entre otras (ver anexo 6 – 7 y 8). En el caso de que se desarrollen proyectos de Áreas Cedidas al Municipio (ACM) como parques o áreas deportivas, estas podrán ser computables dentro del porcentaje de equipamientos o áreas verdes según corresponda.

Art. 29.- Porcentajes de uso de suelo. - Los porcentajes de usos del suelo admitidos son los siguientes:



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA VERDE

- a) Para las áreas vendibles será menor o igual al sesenta y cinco por ciento (65%) del total del área que comprende el PIT.
- b) Para uso vial. - que comprende las vías vehiculares y/o peatonales, además de los estacionamientos vehiculares que no sean de propiedad particular, serán destinada una superficie entre el quince por ciento (15%) y el veinticinco por ciento (25%) del área del PIT, incluyendo todas las vías de dominio público y de dominio privado de uso público que existan y que se esperan que existan en este sector.
- c) Se entregará como mínimo el quince por ciento (15%) calculado del área útil urbanizable del terreno o predio a urbanizar en calidad de áreas verdes y equipamiento comunitario, de acuerdo con lo establecido por la planificación municipal, destinando exclusivamente para áreas verdes al menos el cincuenta por ciento de la superficie entregada.

Art. 30.- Desarrollo por etapas. - Las obras de urbanización e infraestructura, así como los usos de suelo y los equipamientos, se pueden implementar en forma independiente o por etapas, llegando gradualmente a alcanzar niveles de urbanización completa.

Para el efecto, los porcentajes mencionados en el artículo anterior deberán ser aplicados a la totalidad del Plan Maestro, pudiendo cada etapa variar dichos porcentajes.

Art. 31.- Obtención del porcentaje. - Estos porcentajes se obtendrán con relación al área total del PIT.

Cuando una o varias vías correspondientes a la estructura vial general atraviesen total o parcialmente el área a urbanizarse, se imputará dicha área afectada a los porcentajes señalados en los artículos anteriores, ya sea que la obra la ejecute total o parcialmente el promotor y/o urbanizador, como cualquier institución pública, directamente o por delegación, concesión o cualquier otra modalidad.

Art. 32.- Aprovechamiento Urbanístico del Suelo: Para la determinación del aprovechamiento urbanístico de un proyecto urbano bajo las prescripciones del presente Plan Maestro Sectorial se entenderá a las siguientes disposiciones:

1.- En los desarrollos urbanísticos de tipo residencial que requieran la habilitación de espacios, vías, parques, equipamiento urbano comunal, así como equipamiento de instalaciones de infraestructura básica como plantas de tratamiento, subestaciones entre otros se imputará tales espacios como áreas de cesión gratuita (ACM), de esta obligación se exceptúan los proyectos residenciales sometidos a proyectos de Régimen de Propiedad Horizontal, en los que dichos espacios constituyen áreas comunes privadas para los copropietarios.

2.- El o los Propietarios y/o los desarrolladores inmobiliarios estarán obligados a otorgar espacios o áreas necesarias para la implementación del equipamiento de los servicios básicos, como Agua Potable, Alcantarillado Pluvial y Sanitarios, Telefonía, Electricidad y cualquier otro servicio necesario para el desarrollo del sector. Estos espacios no están obligados a ubicarse dentro de los límites del PIT de esta ordenanza, sin embargo, deberá presentar y sustentar la ubicación de los mismos, o cumplir con las factibilidades de las empresas prestadoras de los servicios para cualquier proyecto dentro del PIT.



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DE LA CIUDAD DE SAMBORONDÓN

Art. 33.- Áreas verdes. - Los espacios verdes serán implementados por el Promotor de acuerdo con los diseños aprobados y con especificaciones en cuanto a los espacios a utilizarse. De igual forma, se deberá proveer las instalaciones necesarias para el mantenimiento. Hasta que no sea entregada la obra urbanística al GADM de forma total por parte del propietario o promotor, el mantenimiento de las áreas verdes y vías correrá por la cuenta del promotor y/o propietario.

Art. 34.- Áreas vendibles. - Las áreas vendibles están constituidas por los lotes urbanizados que forman parte de los desarrollos urbanísticos a ser ejecutados de acuerdo con el Plan Maestro de Sectorial, incluyéndose aquellos que, conforme regulaciones, se puedan incorporar posteriormente.

Art. 35.- Los espacios recreativos o contemplativos podrán ser de propiedad privada y en este evento, serán considerados como parte del porcentaje del área comunal vendible.

Art. 36.- La vialidad secundaria. - Las vías secundarias, que son las vías interiores de los desarrollos urbanísticos, podrán ser vehiculares y peatonales, y la dimensión de su sección será en función de los requerimientos de la demanda de tráfico a que van a estar sometidas. Todas las vías contemplarán en su diseño la separación de las calzadas y la protección del tráfico peatonal. (Ver Anexo No. 10 Estándar de vías)

Art. 37.- El equipamiento comunal, que corresponde a las áreas verdes, plazas, parques, campos recreativos, podrá integrarse o no con el equipamiento comunal vendible, pero deberán quedar claramente identificados los lotes que corresponden a cada uno de ellos siempre y cuando se cumpla con los porcentajes establecidos en el COOTAD.

Sección Segunda

De la infraestructura

Art. 38.- La infraestructura. - Para hacer posible la implementación urbanística en las parcelaciones y/o macrolotes, y lotes del sector del PIT, requiere que a su vez posea las siguientes obras de infraestructura básicas:

- a) El sistema eléctrico
- b) Las redes de voz, datos o de comunicación, o el sistema que permita el servicio
- c) El sistema de agua potable
- d) La canalización de las aguas lluvias.
- e) El tratamiento de aguas servidas PTARD y su canalización.
- f) Centro de Acopio de Desechos no peligrosos

Art. 39.- De las obras de infraestructura. - Los desarrollos urbanísticos a promoverse y ejecutarse en el PIT del Plan Maestro Sectorial, deberán sujetarse a las disposiciones técnicas que sobre la materia el I. Municipio de Samborondón requiera para cada caso, especificadas que sobre la materia se adjuntan, y que básicamente son las siguientes:

- a) **Del sistema eléctrico:** El proyecto de la provisión y distribución de energía eléctrica, con



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETAL

- la ubicación de las acometidas respectivas, serán aprobadas por la Municipalidad del cantón y el ente regulador correspondiente.
- b) **De las redes de Voz y Datos:** El proyecto de la provisión de redes, con la ubicación de las acometidas respectivas, serán aprobadas por la Municipalidad del Cantón y el ente regulador correspondiente. También se admitirá la presentación de sistemas que no requieren redes, debiendo prever los espacios respectivos.
 - c) **Del abastecimiento de agua potable:** El establecimiento del caudal de agua potable requerido para los desarrollos residenciales y/o comerciales, y más consideraciones técnicas, serán aprobados por la Municipalidad del Cantón y por el ente regulador del servicio.
 - d) **Del drenaje de aguas lluvias:** Cada desarrollo urbanístico deberá tener un sistema interno e independiente de aguas lluvias, para lo cual se sujetará a lo que se establece en el diseño, y aprobado por el Municipio y por el ente regulador del servicio.
 - e) **De las aguas servidas:** Cada desarrollo urbanístico deberá conectarse a un sistema interno o externo de recolección de aguas servidas, las cuales deberán recibir tratamiento adecuado antes de evacuarlas al río o reutilizarlas, o a los diseños sustentados y refrendados por un ingeniero especialista responsable. Los procedimientos técnicos se sujetarán a las disposiciones que sobre la materia imparta la Municipalidad del Cantón y el ente regulador correspondiente.

Art. 40.- A la aprobación del Plan Maestro Sectorial de Desarrollo Urbanístico de la ISLA CRETAL, así como también a la aprobación de los fraccionamientos que generen vías, ACM áreas verdes, o cada uno de los desarrollos urbanísticos, las vías y ACM áreas verdes pasan a ser bienes de dominio público; salvo que constituyan área común o de circulación dentro de un régimen de propiedad horizontal o sean consideradas privados.

CAPÍTULO V

GLOSARIO DE TERMINOS

Art. 41.- Para la interpretación y aplicación de la presente Ordenanza, este artículo provee definiciones para términos que son técnicos por su naturaleza o que pudieran no reflejar el uso común del término. Si un término no es definido en esta ordenanza, se utilizará el uso corriente. Estas definiciones se basan en la ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo y la Real Academia de la Lengua.

Área: Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.

Desarrollo urbanístico: Comprende el conjunto de políticas, decisiones y actuaciones, tanto de actores públicos como privados, encaminados a generar mejores condiciones y oportunidades para el disfrute pleno y equitativo de los espacios, bienes y servicios de las ciudades.

Edificabilidad: Se refiere al volumen edificable o capacidad de aprovechamiento constructivo atribuida al suelo por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal o metropolitano.



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN



PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CBETA

Espacio Público: Son espacios de la ciudad donde todas las personas tienen derecho a estar y circular libremente, diseñados y construidos con fines y usos sociales recreacionales o de descanso, en los que ocurren actividades colectivas materiales o simbólicas de intercambio y diálogo entre los miembros de la comunidad.

Fraccionamiento, partición o subdivisión: Son los procesos mediante los cuales un predio se subdivide en varios predios a través de una autorización del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal o metropolitano, que viabiliza el registro e individualización de predios, solares o lotes resultantes, los cuales pueden tener distintos condicionamientos y obligaciones en función de lo previsto en el respectivo plan de uso y gestión de suelo.

Infraestructura: Se refiere a las redes, espacios e instalaciones principalmente públicas necesarias para el adecuado funcionamiento de la ciudad y el territorio, relacionadas con la movilidad de personas y bienes, así como con la provisión de servicios básicos.

Lote: Parcela procedente de la división de un terreno destinado a la edificación.

Norma urbanística: Se refiere a aquellas que regulan el uso, la edificabilidad, las formas de ocupación del suelo y los derechos y obligaciones derivados del mismo y son de cumplimiento obligatorio para la actuación urbanística.

Parque: En una población, espacio que se dedica a praderas, jardines y arbolado, con ornamentos diversos, para el esparcimiento de sus habitantes.

Planeamiento urbanístico: Es el conjunto de instrumentos, disposiciones técnicas y normativas que determinan la organización espacial del uso y la ocupación del suelo urbano y rural, así como los derechos y obligaciones derivados de los mismos.

Plaza: Lugar ancho y espacioso dentro de un poblado, al que suelen afluir varias calles.

Solar o Solares: Porción de terreno donde se ha edificado o que se destina a edificar.

Urbanización: Es el conjunto de obras de dotación de infraestructuras, equipamientos y espacio público.

CAPÍTULO VI: DE LAS DISPOSICIONES

DISPOSICIONES GENERALES

PRIMERA. - Los proyectos urbanísticos que se desarrollen dentro de este PIT, deberán presentar junto con el proyecto respectivo según las normas del GADM vigentes los Reglamentos internos que no podrán contradecir lo establecido en esta Ordenanza.

SEGUNDA. - Las disposiciones de esta Ordenanza, por su el carácter especial y específica, prevalecerán sobre aquellas generales contenidas en la Codificación de la Ordenanza de Parcelaciones y Urbanizaciones del cantón Samborondón y sus reformatorias o la ordenanza vigente que regule la materia.

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

DISPOSICIONES DEROGATORIA

ÚNICA. - Derogase todas las disposiciones municipales de carácter general, particular o especial en la parte que se opongan a la presente ordenanza.

DISPOSICIONES FINALES

PRIMERA. - El Plan Maestro Sectorial de Desarrollo Urbanístico de La ISLA CRETA, constituye el esquema director que establece las condiciones de ordenamiento bajo las cuales se circunscribirán todos los proyectos.

SEGUNDA. - Para efectos de su ordenamiento territorial del sector de la ISLA CRETA, se lo ha dividido en zonas, conforme lo señalado en los estándares de desarrollo del Plan Regulador en los cuales se desarrollarán conjuntos habitacionales, áreas de recreación y otras, permitiendo que cada unidad mantenga condiciones selectivas, privilegiando que no produzcan impacto ambiental negativo.

TERCERA. - El Plan Maestro representa el marco físico espacial en el que se va a desarrollar el proyecto integral, con condiciones ambientales adecuadas, capaz de brindar solución a los requerimientos de viviendas de calidad, seguridad y comodidad, logrando un ambiente de completa tranquilidad, rodeado de naturaleza.

CUARTA. - Las políticas y normativas ambientales municipales se ajustarán a la Ordenanza Municipal correspondiente y deben alinearse con las políticas nacionales de protección ambiental.

QUINTA. - Forman parte hábil de esta ordenanza todos los anexos indicados en los artículos que anteceden.

SEXTA. - VIGENCIA.- La presente ordenanza entrará en vigencia a partir de la aprobación del Concejo Municipal, sin perjuicio de su publicación en la gaceta municipal, el dominio web institucional www.samborondon.gob.ec; y, en el Registro Oficial; al tenor de señalado en el artículo 324 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

Dada en la Sala de Sesiones del Concejo Municipal de Samborondón a los veinticinco días del mes de Junio del año 2026.


Ing. Juan José Yúnez Nowak
ALCALDE DE LA CIUDAD
SAMBORONDÓN




Ab. Walter Tamayo Arana
SECRETARIO MUNICIPAL



ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

CERTIFICO: Que el **PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA**, fue discutido y aprobado en primer y segundo definitivo debate, por el I. Concejo Municipal de Samborondón, en las sesiones ordinarias **23/2026 y 24/2026** realizadas los días **18 de junio de 2026 y 25 de junio de 2026**, en su orden, tal como lo determina el Art. 322 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización vigente.- **Samborondón, Junio 25 de 2026.**

Ab. Walter Tamayo Arana

SECRETARIO GENERAL MUNICIPAL



SECRETARÍA MUNICIPAL: Envíese el **PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA**, al señor Alcalde de la Ciudad de Samborondón, para que de conformidad con lo dispuesto en el Art. 322 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización vigente.- **Samborondón, Julio 01 de 2026.**

Ab. Walter Tamayo Arana

SECRETARIO GENERAL MUNICIPAL



ALCALDÍA MUNICIPAL.- Por cumplir con todos los requisitos legales y de conformidad con lo que determina el Art. 322 y 324 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización, **SANCIONO** la presente Ordenanza Municipal, la cual entrará en vigencia a partir de su aprobación por parte del Concejo Municipal, sin perjuicio de su publicación en la gaceta municipal, dominio web institucional www.samborondon.gob.ec y, Registro Oficial.- **Samborondón, Julio 08 de 2026.**

Ing. Juan José Yúnez Nowak

ALCALDE DE LA CIUDAD DE SAMBORONDÓN



SECRETARÍA MUNICIPAL.- Sancionó y ordenó la promulgación a través de su publicación en la Gaceta Oficial Municipal, en la página web institucional www.samborondon.gob.ec; y, Registro Oficial, el Ing. Juan José Yúnez Nowak, Alcalde de la Ciudad de Samborondón, en la fecha que se indica.- **LO CERTIFICO.- Samborondón, Julio 08 de 2026.**

Ab. Walter Tamayo Arana

SECRETARIO GENERAL MUNICIPAL





ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

ANEXOS

1. PLANO UBICACIÓN DEL POLIGONO DE INTERVENCION TERRITORIAL
2. PLANO LEVANTAMIENTO CON COORDENADAS
3. PLANO TOPOGRAFÍA
4. PLANO DE SUBZONAS - MAPA DE ZONIFICACION CON CUADRO DE USOS.
5. PLANO DE ETAPAS
6. PLANO DE LOTES Y MANZANAS / EQUIPAMIENTOS
7. CARACTERISTICAS DE LAS SUBZONAS
8. COMPATIBILIDAD DE USOS ESPECIFICOS
9. CONDICIONES DE EDIFICABILIDAD
10. NORMA DE ESTACIONAMIENTOS
11. ESTANDARES DE VIAS TIPO 1 -2 Y 3
12. TIPOLOGIA DE RETIROS
13. RENDERS Y VOLUMETRIAS
14. ESTUDIOS



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN SAMBORONDÓN
SECRETARÍA GENERAL
Que la presente Ordenanza fue publicada en
Registro Oficial de fecha
Jueves 30/ Julio/ 2026
LO CERTIFICA:

Ab. Walter Tamayo Arana
SECRETARIO MUNICIPAL

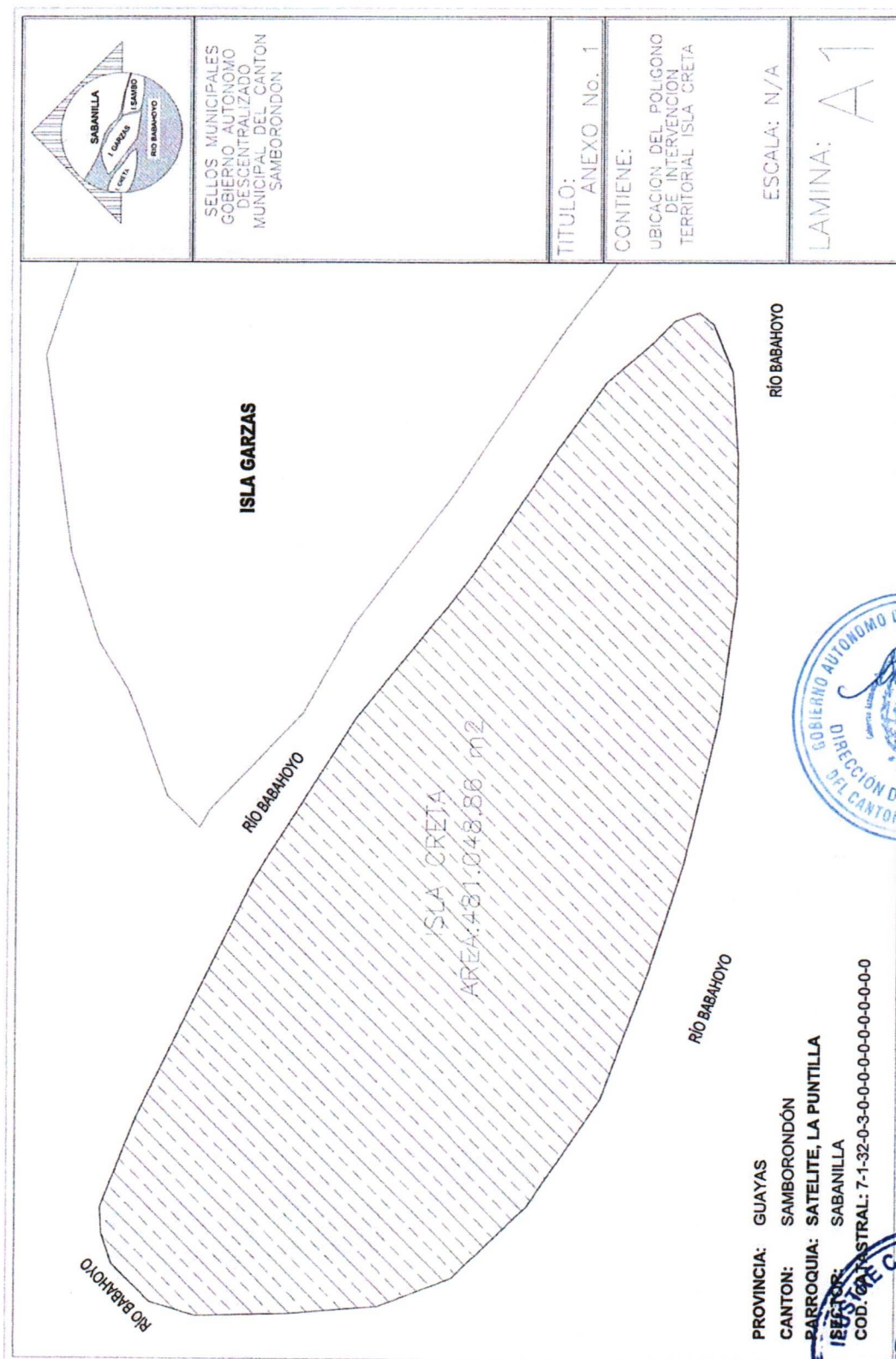




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

1.- PLANO UBICACIÓN DEL POLIGONO DE INTERVENCION TERRITORIAL

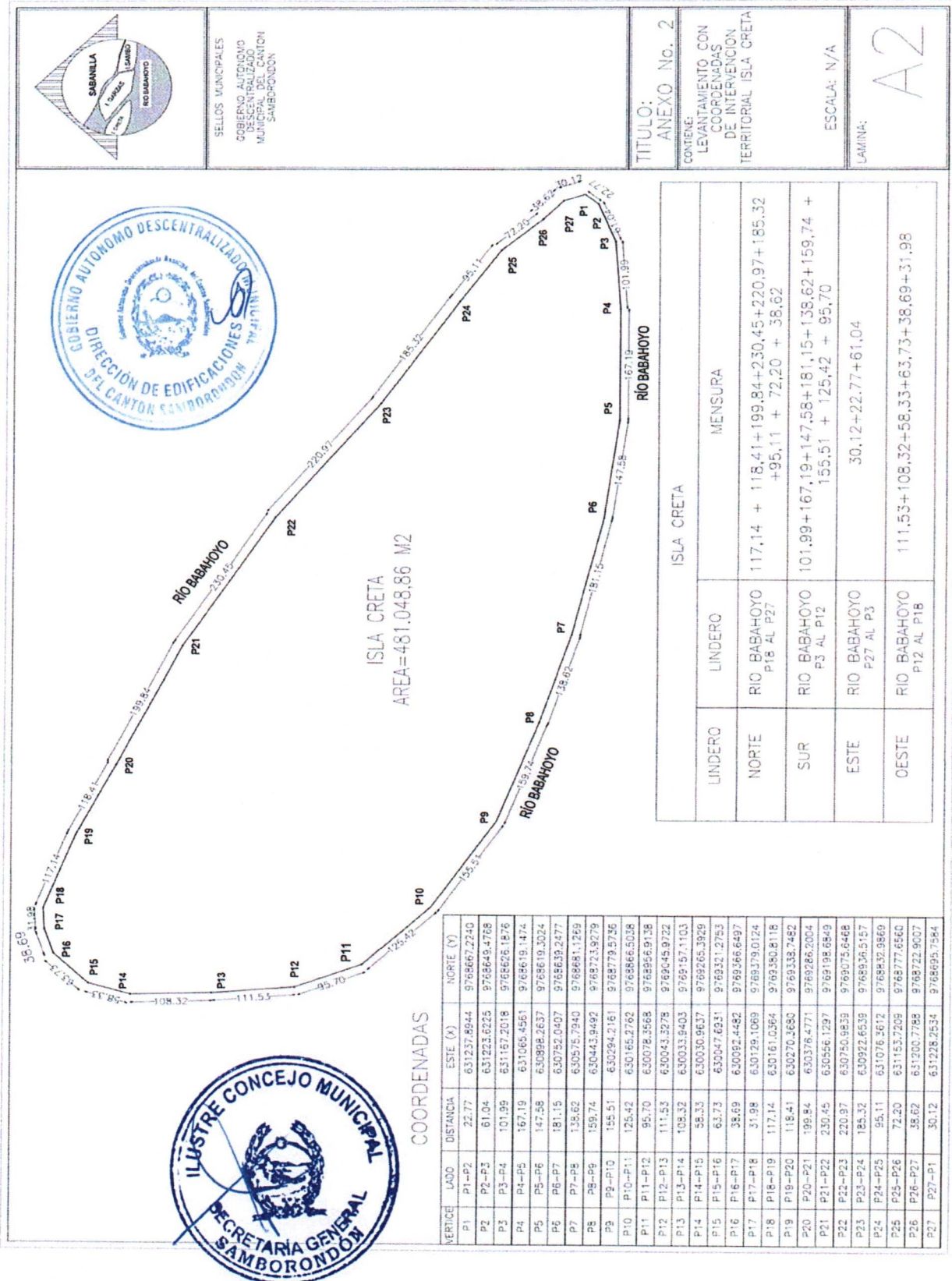




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBOROMBÓN

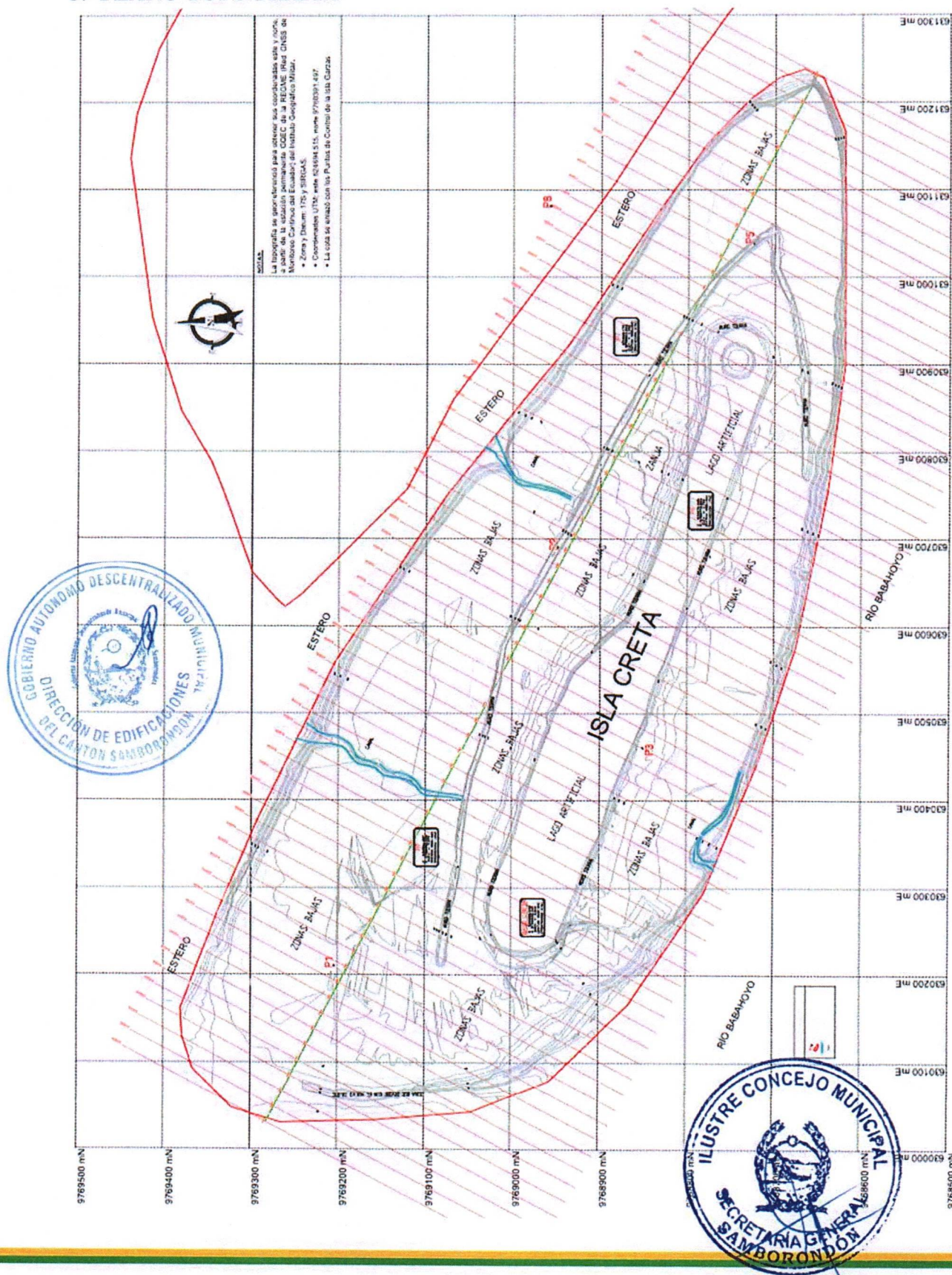
PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

2.- PLANO LEVANTAMIENTO CON COORDENADAS





3.- PLANO TOPOGRAFÍA

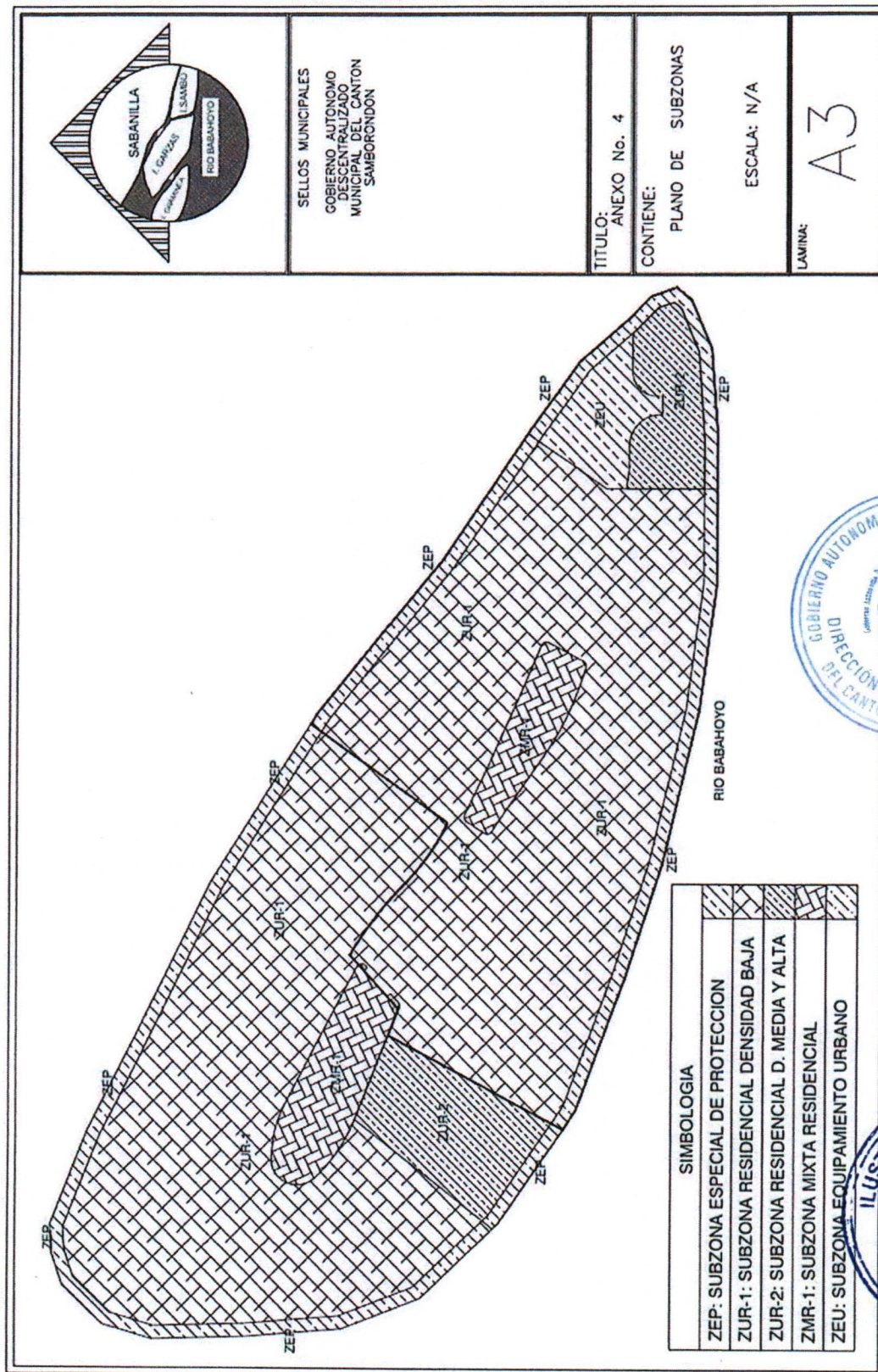




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBOROMBÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

4.- PLANO DE SUBZONAS - MAPA DE ZONIFICACION

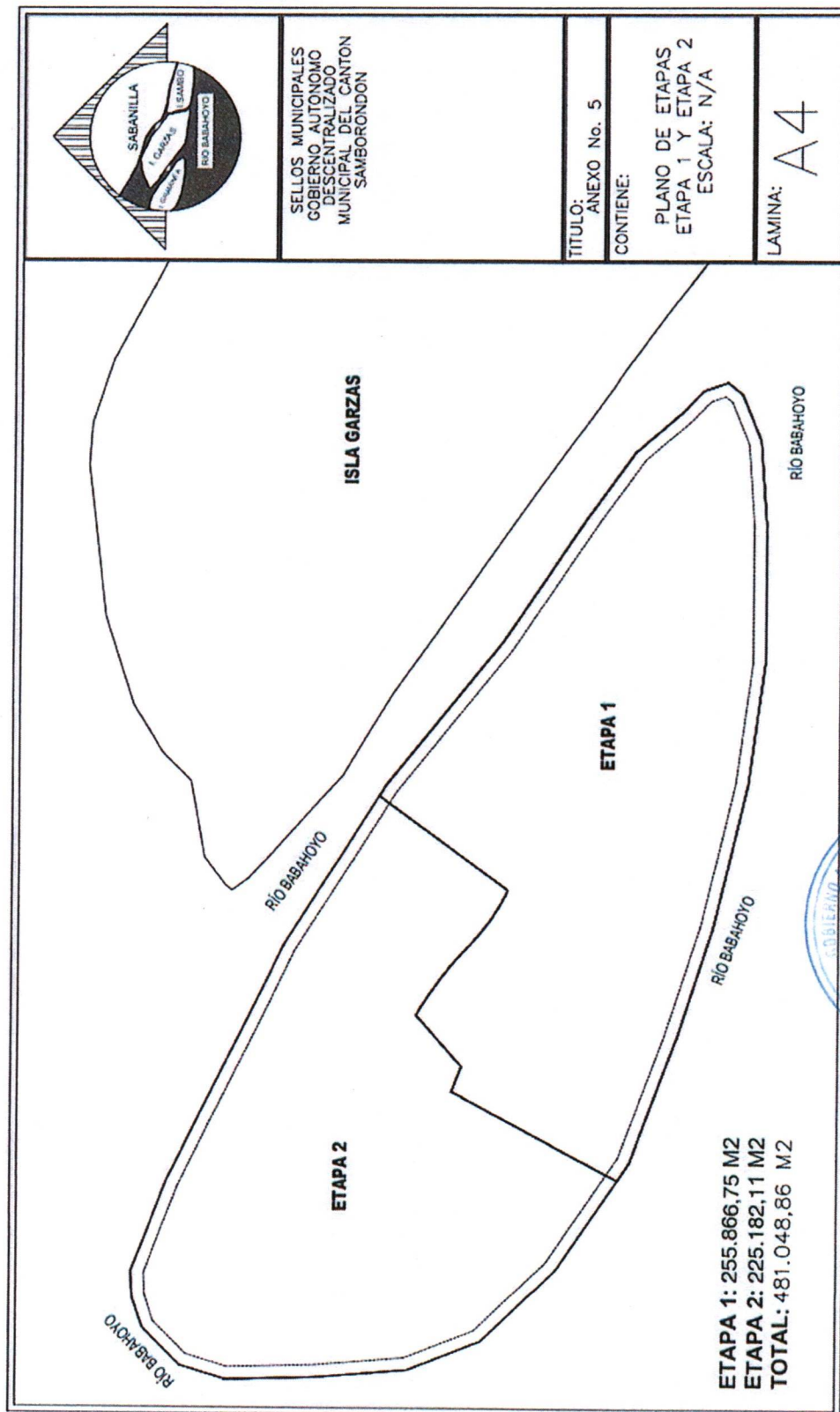




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

5.- PLANO DE ETAPAS

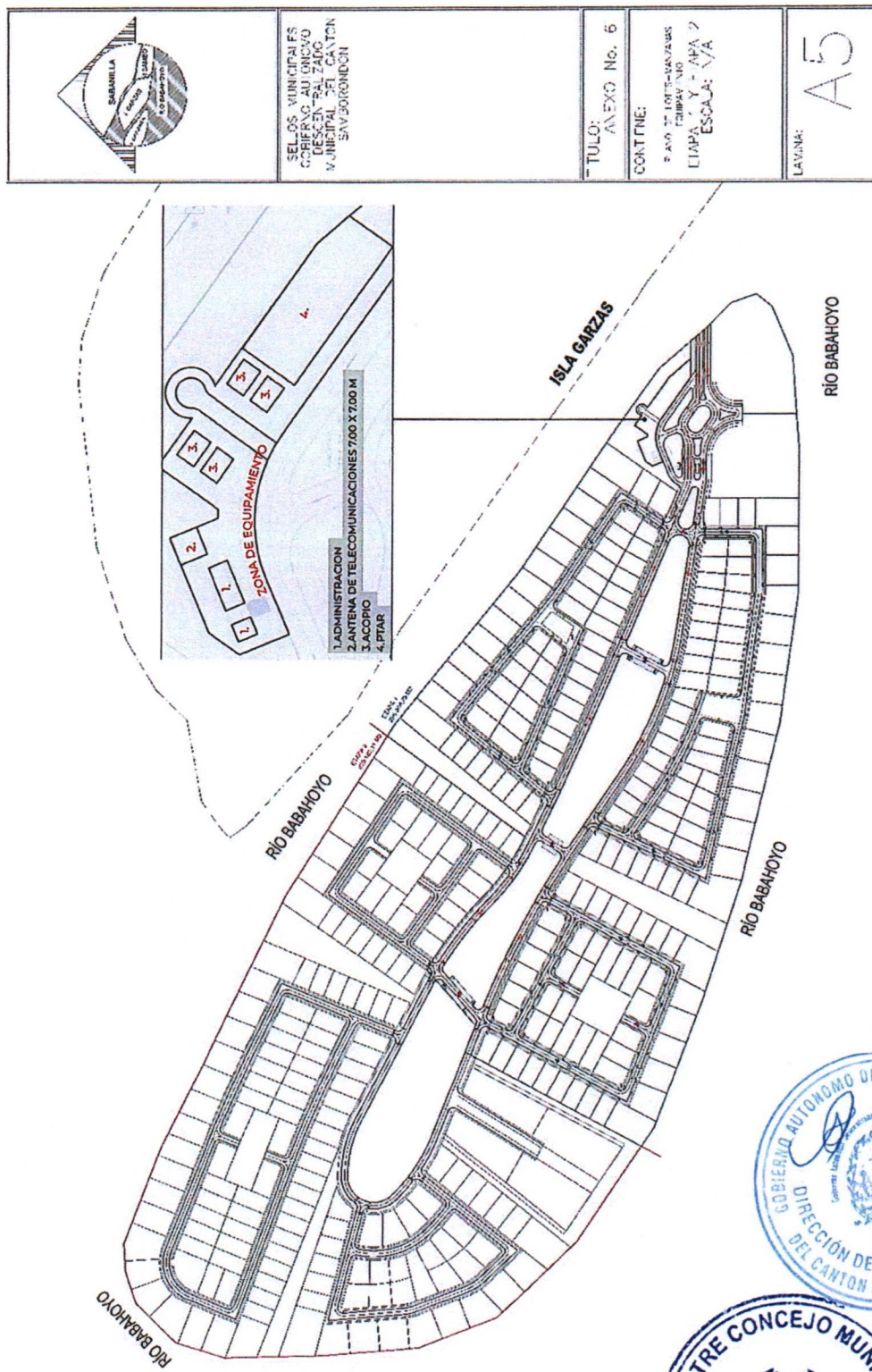




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

6.- PLANO LOTES - MANZANAS - EQUIPAMIENTO





7.- CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBZONAS

CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBZONAS								
PIT	EDIF. GENERAL MÁXIMA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	USO GENERAL	PRINCIPAL	USOS ESPECÍFICOS		
						COMPLEMENTARIO	RESTRINGIDO	PROHIBIDO
PIT-IGM	20.0	ZUR - 1	SUBZONA RESIDENCIAL: SON AQUELLAS ZONAS QUE SE PUEDEN CONSTRUIR SOLUCIONES HABITACIONALES DE BAJA DENSIDAD	DESARROLLO HABITACIONAL DE BAJA DENSIDAD, CON UNIDADES UNIFAMILIARES	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR	PARQUES, CASA CLUB, GARITAS DE INGRESO DE SEGURIDAD Y CONTROL, CANCHAS DEPORTIVAS, ADMINISTRACIÓN, -VÍAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO	EQUIPAMIENTO: PTARD - AGUA POTABLE-SUBESTACIÓN ELÉCTRICA-CENTRO DE ACOPIO DE DESECHOS NO PELIGROSOS, ANTENAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO NOTA: RESTRICCIÓN APROBACIÓN DE LAS ENTIDADES CORRESPONDIENTES	INDUSTRIAL, BODEGAS, COMERCIO, SERVICIOS, OFICINAS, TALLERES, CONSULTORIOS, EDUCATIVOS
		ZUR - 2	SUBZONA RESIDENCIAL: SON AQUELLAS ZONAS QUE SE PUEDEN CONSTRUIR SOLUCIONES HABITACIONALES DE MEDIA Y ALTA DENSIDAD	DESARROLLO HABITACIONAL DE MEDIA Y ALTA DENSIDAD, CON UNIDADES MULTIFAMILIARES	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR	PARQUES, CASA CLUB, GARITAS DE INGRESO DE SEGURIDAD Y CONTROL, CANCHAS DEPORTIVAS, ADMINISTRACIÓN -VÍAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO	EQUIPAMIENTO: PTARD - AGUA POTABLE-SUBESTACIÓN ELÉCTRICA-CENTRO DE ACOPIO DE DESECHOS NO PELIGROSOS, ANTENAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO NOTA: RESTRICCIÓN APROBACIÓN DE LAS ENTIDADES CORRESPONDIENTES	INDUSTRIAL, BODEGAS, COMERCIO, SERVICIOS, OFICINAS, TALLERES, CONSULTORIOS, EDUCATIVOS
		ZMR-1	SUBZONA MIXTA RESIDENCIAL	DESARROLLO HABITACIONAL DE BAJA DENSIDAD, CON UNIDADES UNIFAMILIARES - COMERCIO AL POR MENOR	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR - COMERCIAL MENOR - PARQUES -CASA CLUB - CANCHAS DFEPORTIVAS	GARITAS DE INGRESO DE SEGURIDAD Y CONTROL, ADMINISTRACIÓN -VÍAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO	EQUIPAMIENTO: PTARD - AGUA POTABLE-SUBESTACIÓN ELÉCTRICA-CENTRO DE ACOPIO DE DESECHOS NO PELIGROSOS, ANTENAS Y OTRAS NECESARIAS PARA EL SOPORTE URBANO NOTA: RESTRICCIÓN APROBACIÓN DE LAS ENTIDADES CORRESPONDIENTES	INDUSTRIAL, BODEGAS, COMERCIO AL POR MAYOR, SERVICIOS, OFICINAS, TALLERES, CONSULTORIOS, EDUCATIVOS
		ZEU	EQUIPAMIENTO URBANO	DESTINADA EXCLUSIVAMENTE A LA COLOCACIÓN Y DESARROLLO DE EQUIPAMIENTOS TÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA URBANA ESENCIALES PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA CIUDAD COMO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS, REDES DE TELECOMUNICACIONES - GARITAS DE INGRESO DE SEGURIDAD- ADMINISTRACIÓN - ETC.	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y POTABLE, SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, CENTROS DE ACOPIO DE DESECHOS NO PELIGROSOS - TELECOMUNICACIONES - ANTENAS - GARITAS CONTROL DE ACCESO - TALLERES	ÁREAS DE CONTROL Y SEGURIDAD- ÁREAS VERDES O RECREATIVAS - ADMINISTRACIÓN- ESTACIONAMIENTOS- VÍAS	N/A	VIVIENDAS, INDUSTRIAL, BODEGAS, COMERCIO AL POR MAYOR, SERVICIOS, OFICINAS, TALLERES, CONSULTORIOS, EDUCATIVOS
		ZEP	SUBZONA ESPECIAL DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN - CONTEMPLACION - ÁREAS VERDES	PERGOLAS- POOL HOUSE (ABIERTAS SOLO COLUMNAS Y CUBIERTAS) - PISIGNAS /JACUZZI- CERRAMIENTOS BAJO	VÍAS DE ACCESO PARA LLEGAR A LA ISLA, PUENTES, RAMPAS Y MUELLES CON LOS PERMISOS PERTINENTES	EDIFICACIONES RESIDENCIALES PRINCIPALES, BODEGAS, COMERCIO, TALLERES, EDUCACIÓN, INDUSTRIAS, SALU D,ETC



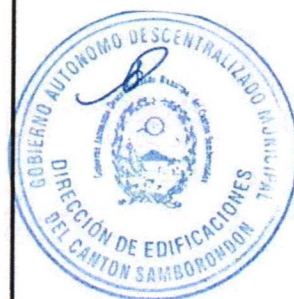


8.- COMPATIBILIDAD DE USOS ESPECIFICOS

COMPATIBILIDAD DE USOS ESPECÍFICOS								
COD.	DESCRIPCION DE USOS	ZUR - 1		ZUR - 2		ZM-1	ZEU	ZEP
		RESIDENCIAL		RESIDENCIAL				
		UNIFAMILIAR	MULTIFAMILIAR	UNIFAMILIAR	MULTIFAMILIAR			
RESIDENCIAL Y AMENIDADES								
100								
101	RESIDENCIAL CASAS BAJA DENSIDAD	X		X				
102	RESIDENCIAL DEPARTAMENTOS DENSIDAD MEDIA Y ALTA			X				
103	AMENIDADES: GIMNASIOS	X		X		X		
104	PÉRGOLAS ABIERTAS (UNICAMENTE COLUMNAS Y CUBIERTA)	X		X		X		X
105	PÉRGOLAS CERRADAS	X		X		X		
106	AMENIDADES :PISCINAS	X		X		X		X
107	AMENIDADES: SPAS Y SAUNAS	X		X		X		
108	AMENIDADES: BBQ	X		X		X		X
109	COMPLEMENTARIOS PARA USO EXCLUSIVO DE LA RESIDENCIA	X		X				
110	HABITACIÓN DE PISCINA O POOL HOUSE	X		X		X		
200		EQUIPAMIENTOS Y OTROS						
201	PLAZAS	X		X		X	X	
202	PARQUES - AREA VERDE	X		X		X	X	X
203	CANCHAS DEPORTIVAS	X		X		X	X	X
204	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTARDS)	X		X		X	X	
205	CENTRO DE ACOPIO	X		X		X	X	
206	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS						X	
207	CASA CLUB	X		X		X	X	
208	ADMINISTRACIÓN	X		X		X	X	
209	MALECÓN/CAMINERAS DE PISO FLEXIBLE/PASAMANOS/REJAS BAJAS	X		X		X	X	X
300		COMERCIO AL POR MENOR						
301	CAFETERÍA					X		
302	MINIMARKET					X		
303	HELADERÍA					X		
304	PANADERÍA / PASTELERÍA					X		
305	FARMACIA					X		

NOTA: x = permitido

NOTA: x = permitido





PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

9.- CONDICIONES DE EDIFICABILIDAD

CONDICIONES DE EDIFICABILIDAD																																
CONDICIONES DE ORDENAMIENTO					CONDICIONES DE EDIFICACIÓN																											
EN LÍNEA DE LINDERO			TIPO DE EDIFICACIÓN		CARACTERÍSTICAS DE LOTE			DENSIDAD NETA	INTENSIDAD DE LA EDIFICACIÓN			RETIRO MÍNIMO																				
ZONIF. SUBZONA	CON SOPORTAL	SIN SOPORTAL	AISLADA	ADOSADA	TIPO TORRE	ÁREA M2	FRENTE ML	SUBDIVIDIR	HAB./HA	COS	ALTURA ML	ALTURA No. PISOS	A EDIFICACIÓN PRINCIPAL						ANEXOS MENORES													
													FRONTAL A EDIFICACIÓN PRINCIPAL ML						LATERAL ML		ALEROS		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A RESIDENCIA PRINCIPAL AL RIO ML		LATERAL ML		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A LINEA DE AL.MAREA	
													FRONTAL A EDIFICACIÓN PRINCIPAL ML						LATERAL ML		ALEROS		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A RESIDENCIA PRINCIPAL AL RIO ML		LATERAL ML		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A LINEA DE AL.MAREA	
													FRONTAL A EDIFICACIÓN PRINCIPAL ML						LATERAL ML		ALEROS		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A RESIDENCIA PRINCIPAL AL RIO ML		LATERAL ML		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A LINEA DE AL.MAREA	
													FRONTAL A EDIFICACIÓN PRINCIPAL ML						LATERAL ML		ALEROS		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A RESIDENCIA PRINCIPAL AL RIO ML		LATERAL ML		POSTERIOR LOTES INTERIORES QUE NO DAN AL RIO ML		POSTERIOR A LINEA DE AL.MAREA	
ZUR - 1	NO	SI	SI	NO	NO	450,00	15,00	SI*	140 HAB./HA	0,80	2,0	9,5	2 PISOS	2,00	5,00	2,00	1,00 ml max.	5,00	15,00ml de L. alta Marea (ZEP)	1,50	1,50	3,00ml de L. alta Marea										
ZUR - 2	NO	SI	SI	NO	SI	2.000,00	30,00	SI*	1.500 HAB./HA	0,80	10,0	50	12 PISOS	2,00	5,00	2,00	1,00 ml max.	5,00	15,00ml de L. alta Marea (ZEP)	1,50	1,50	3,00ml de L. alta Marea										
ZMR-1	NO	SI	SI	NO	NO	450,00	15,00	SI*	140 HAB./HA	0,80	2,0	9	2 PISOS	2,00	5,00	2,00	1,00 ml max.	5,00	N/A	1,50	1,50	N/A										
ZEU	NO	SI	SI	NO	NO	100,00	8,00	SI*	N/A	0,80	1,0	4	1 PISO	N/A	5,00	2,00	1,00 ml max.	5,00	15,00ml de L. alta Marea (ZEP)	1,50	1,50	3,00ml de L. alta Marea										
ZEP	NO	SI	SI	NO	NO	N/A	N/A	SI*	N/A	0,80	1,0	4	1 PISO	N/A	5,00	2,00	1,00 ml max.	N/A	N/A	N/A	N/A	3,00ml de L. alta Marea										

NOTA 1: TERRENOS ESQUINEROS A VÍAS TENDRÁN DOS FRENTE Y LOS OTROS LADOS SERÁN CONSIDERADOS COMO POSTERIORES CON EXCEPCIÓN CUANDO DAN AL RÍO (SE NORMARA LOS RETIROS EN LOS REGLAMENTOS INTERNOS)

NOTA 2: TERRENOS MULTIFAMILIARES SE CONSIDERA EL RETIRO FRONTAL HACIA LAS VÍAS

NOTA 3: RETIRO HACIA EL RÍO SERÁ LA FRANJA DE LOS 15 METROS PARA LAS EDIFICACIONES PRINCIPALES (ZONA ZEP)

NOTA 4: PARA ANEXOS SE DEBERÁ RETIRAR DE LA LÍNEA DE ALTA MAREA 3,00 ML A EDIFICACIONES MENORES COMO PERGOLAS - PISCINAS - JACUZZI (CONSTRUCCIONES ABIERTAS / COLUMNAS Y CUBIERTAS)

NOTA 5: LAS PISCINAS QUE ESTÉN DENTRO DEL ZEP DEBERÁN HACER LAS INGENIERÍAS NECESARIAS PARA SALVAGUARDAR EL BORDE DE LA ISLA Y DEBERÁN RESPETAR LOS 3M DE RETIRO DE LA LÍNEA DE ALTA MAREA

* SE PERMITE FUSIÓN - DIVISIÓN SIEMPRE Y CUANDO LOS LOTES RESULTANTES INCREMENTEN SUS ÁREAS Y FRENTE MÍNIMOS NIDUALES

VER ANEXO NO. 11: TIPOLOGÍA DE RETIROS





10.-NORMA DE ESTACIONAMIENTOS

NORMA DE ESTACIONAMIENTOS					ESTACIONAMIENTO PREFERENCIAL EMBARAZADAS - ADULTO MAYOR
CÓDIGO	USO ESPECÍFICO	ESTACIONAMIENTO MÍNIMO	ESTACIONAMIENTO VISITANTES MÍNIMOS	ESTACIONAMIENTO DISCAPACIDAD O MOVILIDAD REDUCIDA	
100		EDIFICACIONES RESIDENCIALES UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES			
101	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR	2 und.	NO EXIGIBLE	NO EXIGIBLE	NO EXIGIBLE
102	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR: 1 y 2 dormitorios menor o igual a 90 m ²	1 und.	25% ADICIONAL DEL CÁLCULO RESULTANTE DENTRO DEL PROYECTO O LOTE PRIVADO	el 2% de las plazas resultantes - mínimo 1	NO EXIGIBLE
103	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR: 2 y 3 dormitorios mayores a 90 m ²	2 und.			
200		ZONA MIXTA RESIDENCIAL			
201	MIXTA RESIDENCIAL (ZMR-1) SOLO PARA LOCAL COMERCIAL	1/c12m ²	NO APLICA	el 2% de las plazas resultantes - mínimo 1	1und. Por c/25 und.

NOTA: DIMENSIONES MÍNIMAS

VEHÍCULO LIVIANO: A=2.50m X L=5.00m

MOTO: A=1.20m X L= 2.40m

NOTA: DIMENSIONES MÍNIMAS EN ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS

VEHÍCULO LIVIANO: A=2.50m X L=5.00m

MOTO: A=1.20m X L= 2.20m

NOTA: DIMENSIONES MÍNIMAS ESTACIONAMIENTOS PREFERENCIALES

VEHÍCULO LIVIANO: A=2.50m X L=5.00m FRANJA DE TRANSFERENCIA 1.20m

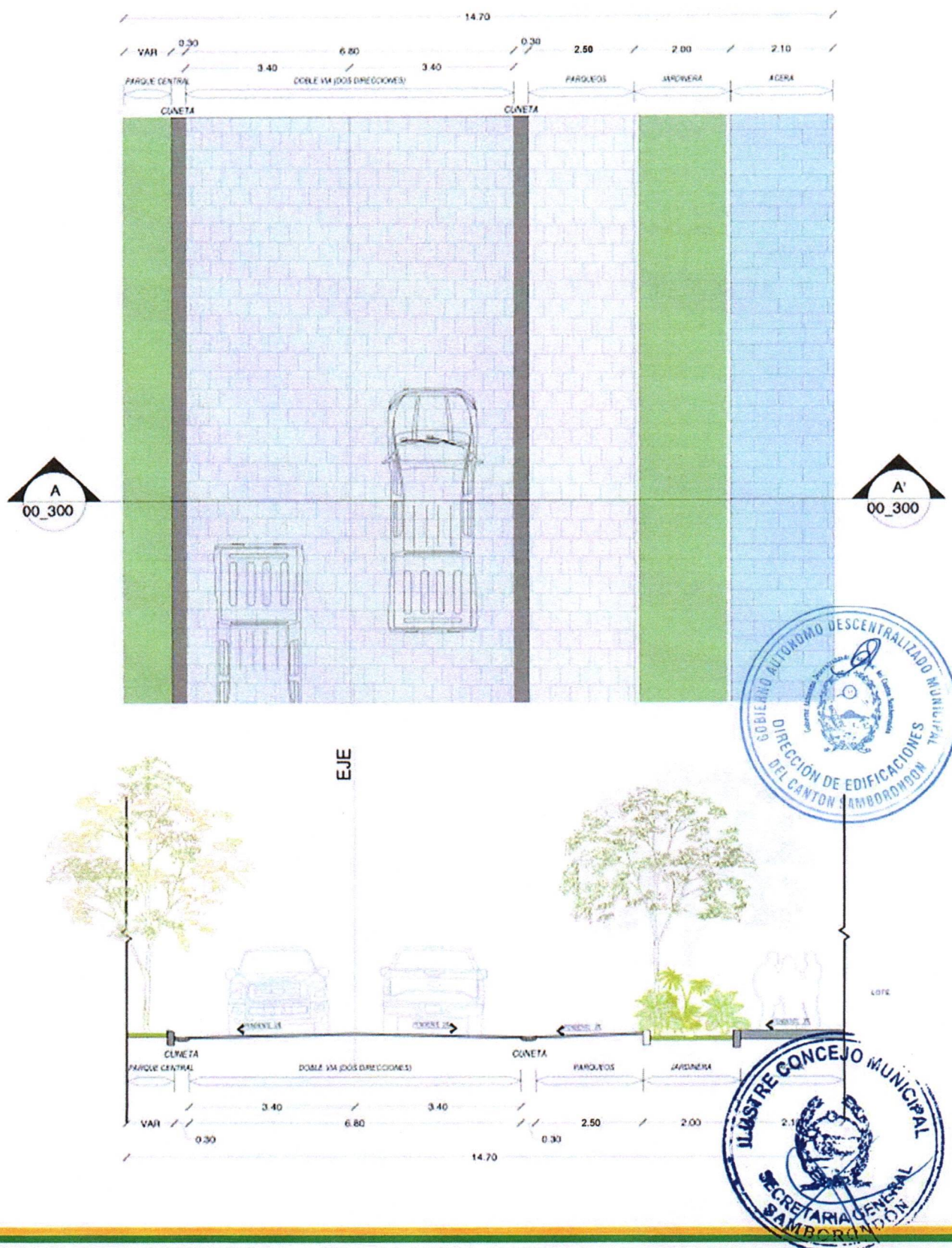




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

11.-ESTANDARES DE VIAS TIPO 1 -2 Y 3 (TIPO 1)

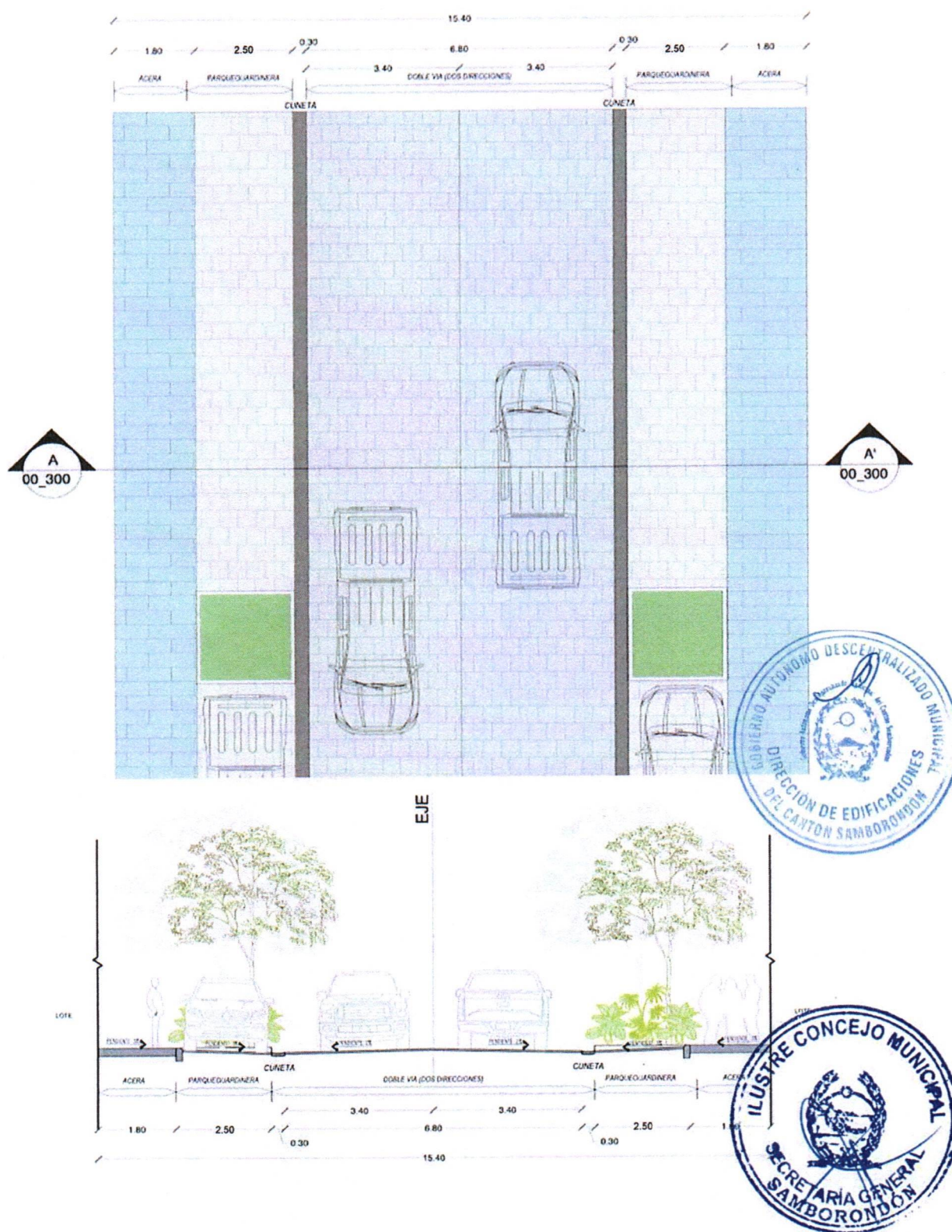




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

TIPO 2

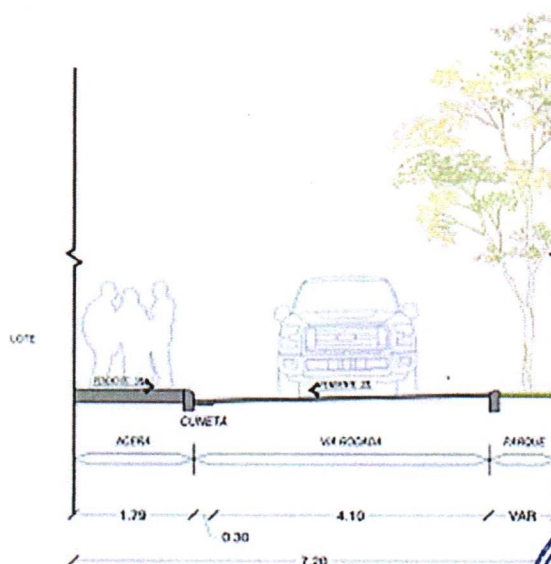
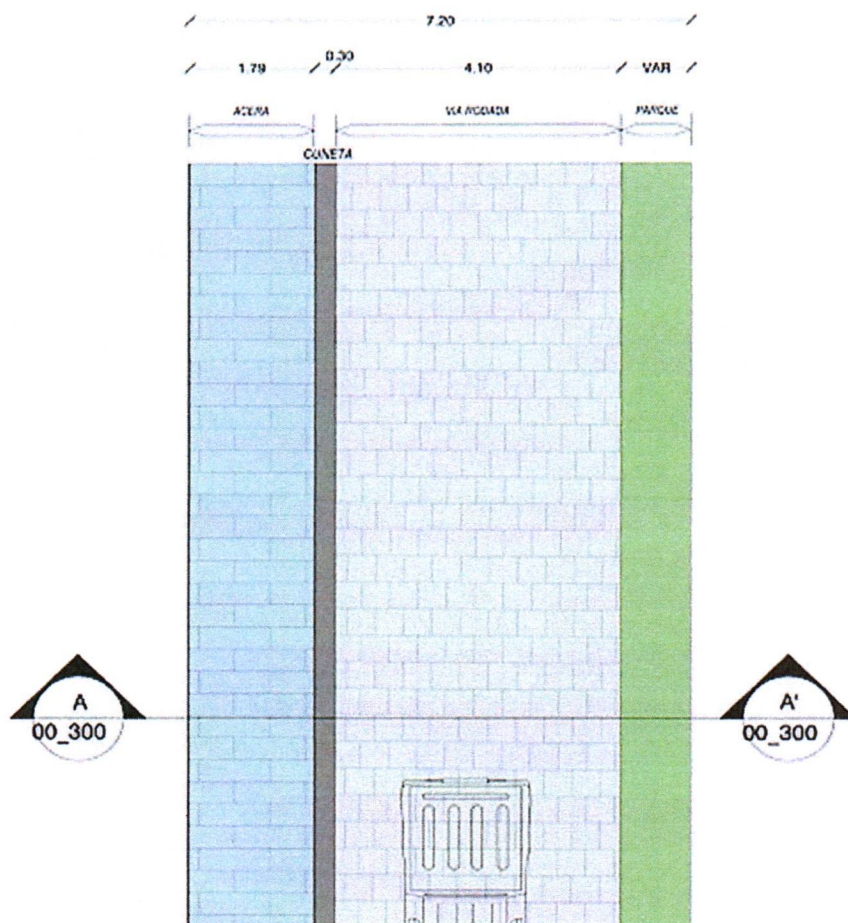




ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

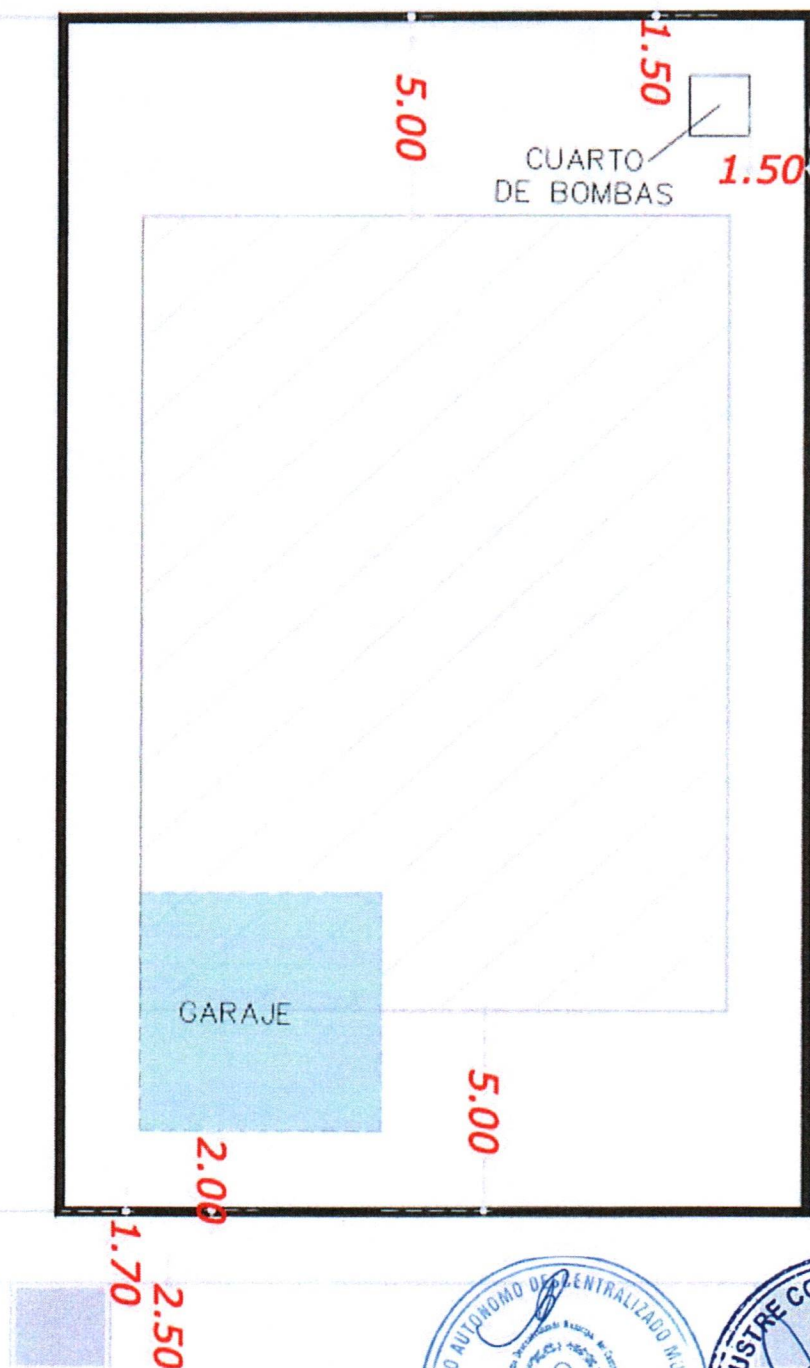
PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

TIPO 3





12.-TIPOLOGIA DE RETIROS





ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

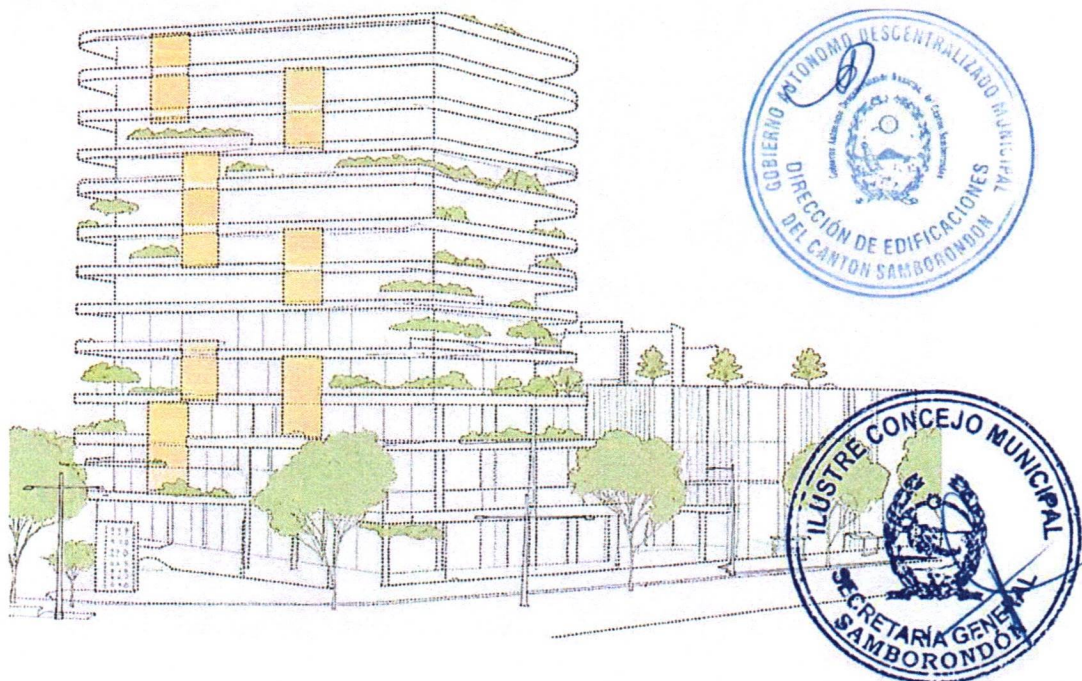
PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

13.-RENDERS / VOLUMETRIAS

13.1 Volumetría Isla Creta



13.2.- Volumetría Edificios





ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

13.3 Render Isla Creta 1 y 2





ILUSTRE MUNICIPALIDAD
DE LA CIUDAD DE
SAMBORONDÓN

PLAN MAESTRO SECTORIAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO DE LA ZONA DENOMINADA ISLA CRETA

13.4 Render Panorámico



14.- ESTUDIOS TECNICOS

14.1 Geotécnico

14.2 Riesgos Naturales

14.3 Isla Puente





URBANIZACIÓN ISLA CRETA



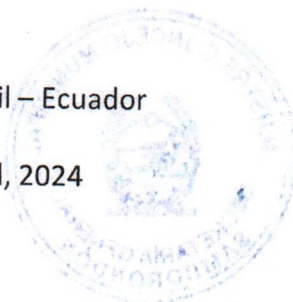
INFORME GEOTÉCNICO

SOLICITADO POR:
RSA Bienes Raíces



Guayaquil – Ecuador

Abril, 2024



FERNANDO JOSE
WILLINGWORTH PENA

Contenido

1. Antecedentes y Objetivos	3
2. Proceso de Investigación Geotécnica.....	4
2.1. Campaña realizada.....	5
2.2. Procedimiento de ejecución de sondeos.....	6
2.2.1. Piezocone Penetration Test (CPTu).....	6
2.2.2. Piezocone Penetration Test (CPTu) sobre agua.....	7
3. Caracterización Geotécnica.....	9
3.1. Metodología de clasificación del suelo con CPTu	9
3.2. Descripción de series estratigráficas	10
4. Análisis de Licuación.....	13
5. Alternativas de Cimentación.....	15
5.1. Capacidad Geotécnica (q_{ult}) y Admisible (q_{adm})	16
5.2. Asentamiento primario y secundario del suelo	21
5.3. Velocidad de Asentamiento.....	22
5.4. Control de asentamientos y metodología constructiva.....	24
5.4.1. Metodología de movimiento de tierras.....	25
6. Análisis de Pavimento	26
6.1. Caracterización de la sub-rasante	26
6.2. Diseño de sección típica de Pavimento Semi-flexible	26
6.2.1. Colocación de bordes de confinamiento	28
7. Análisis de equilibrio límite	29
7.1. Análisis de estabilidad estático y pseudo-estático	30
8. Conclusiones y Recomendaciones	34



1. Antecedentes y Objetivos

Se ha solicitado a Subterra la ejecución de un estudio integral de cimentaciones para el proyecto de desarrollo y construcción de Isla Creta, proyecto que se encuentra ubicado frente a Ciudad Celeste, en el Nuevo Samborondón. El área del predio en el que se desarrollará el proyecto es de 43.6 hectáreas (polígono rojo de la Figura 1), el lindero del proyecto está supeditado al borde natural del islote, y se tiene previsto construir un dique en la zona nor-este del islote, que conectará el proyecto con el sector del Hospital Santiago. Transversalmente a este dique, se construirá un ducto que permitirá el flujo del agua.

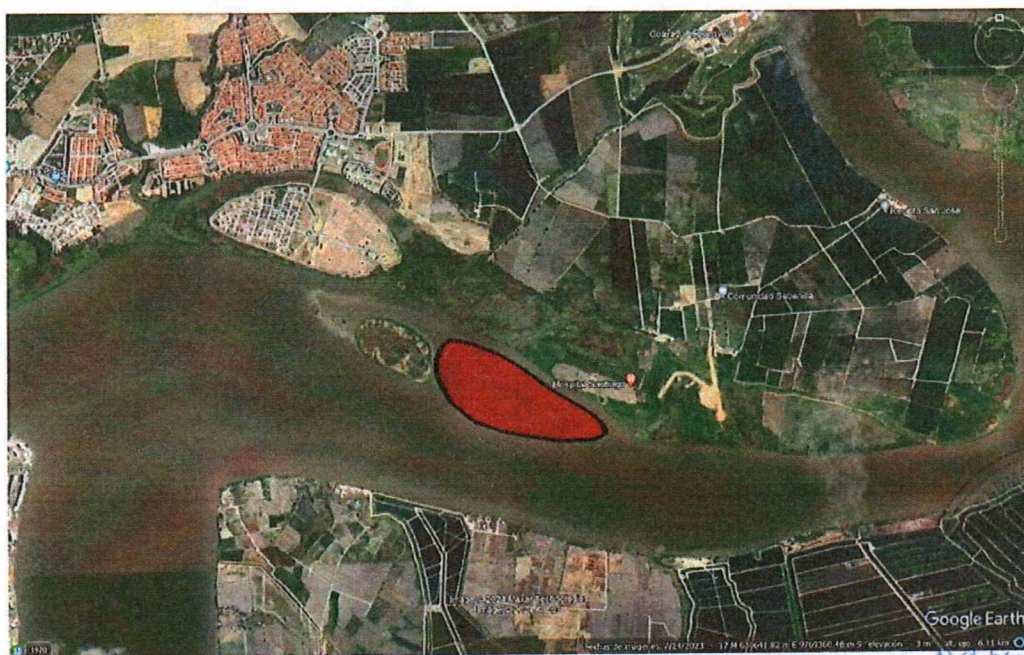


Figura 1. Ubicación de zona de estudio

Según el levantamiento topográfico proporcionado, el terreno actual es relativamente llano, entre las cotas +1.8 m y +2.5 m, a excepción de un lago de aprox. 3 hectáreas ubicado hacia el centro-sur, que se encuentra alrededor de la cota +1.2 m. Actualmente, gran parte del terreno se encuentra inundado, no solo en la zona del lago, sino en los alrededores. La cota más baja del lado del dique que se proyecta construir es aproximadamente -2.0 m, mientras que la cota de proyecto planificada según la información proporcionada, es +4.5 m. Por lo tanto, en la zona del dique, se construirá un relleno de hasta 6.5 m de espesor, y dentro del islote, la altura de relleno será de hasta 3.5 m.

Al momento no se ha proporcionado el proyecto arquitectónico, pero el informe está orientado principalmente al análisis de movimiento de tierras, es decir, a los efectos geotécnicos de la conformación de las plataformas de relleno; a saber: magnitud y tiempo de asentamientos, así como las recomendaciones de mejoramiento masivo del terreno con el fin de mitigar los efectos en las estructuras. Se contempla además la construcción de viviendas y condominios de hasta 2 pisos altos,

medida en laboratorio a partir de muestras idealmente inalteradas, al modificar el estado tenso deformacional del suelo debido a la extracción de la muestra y modificación de sus condiciones anisotrópicas, la alterabilidad del cilindro de suelo es ineludible y en consecuencia esta resistencia es frecuentemente subestimada en laboratorio.

Una alternativa para evitar este inconveniente consiste en estimar el s_u a partir del CPT, empleando la resistencia a la penetración q_t y un factor N_{kt} . Este s_u estimado representa una resistencia pico (máxima) para una dirección de carga semejante a la de un ensayo de corte simple. El N_{kt} es un parámetro que depende de la sensibilidad del suelo, y de otros factores. Robertson (2010) estima el N_{kt} empleando el F_r (véase Anexo A), y se ha verificado a partir de una extensa base de datos que la estimación del s_u mediante esta metodología proporciona valores menos conservadores y mejor ajustados a las mediciones in situ de la resistencia al corte, que las mediciones en muestras de laboratorio.

2.1. Campaña realizada

Para la investigación geotécnica de este proyecto, se ha planteado la ejecución de una exhaustiva campaña de sondeos CPTu en todos los sectores accesibles, especialmente hacia el sur en tierra seca, y hacia el perímetro norte, sobre agua. Estos CPTs han sido complementados con perforaciones con recuperación de muestras, realizadas en el sector norte. De esta manera se optimizan los tiempos de análisis, el presupuesto requerido y se potencia la riqueza de datos de los modelos geotécnicos considerados.

Dado que actualmente gran parte del proyecto se encuentra inundado, se ha priorizado la ejecución de sondeos en los sectores secos situados hacia el sur, sector en el que se realizaron 6 sondeos CPTu. Dado que hacia el norte y centro del proyecto, no había acceso por tierra, se bordeó el islote hacia el lado norte, escogiendo 3 puntos estratégicos para identificar las propiedades geotécnicas, tanto con sondeos in-situ como con muestreo de laboratorio.

En caso de que la estratigrafía identificada en las zonas sur y norte hubiese diferido significativamente, hubiere sido necesario planificar la ejecución de al menos 5 sondeos adicionales en la zona central, cuando ya fuere accesible el terreno. Sin embargo, como se constatará en la Sección 3, la estratigrafía detectada es homogénea, por lo que durante las fases constructivas, se tiene previsto confirmar la estratigrafía y constatar los análisis con 2 sondeos adicionales. La profundidad de los CPTu fue variable entre 35 y 40 m, y las perforaciones tuvieron una profundidad de hasta 48 m (medidos desde el nivel de la plataforma). Estos sondeos fueron realizados entre el 10 de febrero y el 5 de marzo, como lo indica la Tabla 1.

Además, en la Figura 2 se muestra el terreno con la implantación aproximada de los sondeos ejecutados. Luego de que se comience a realizar el movimiento de tierras del proyecto, según las recomendaciones de este informe, se completará la campaña de exploración con 2 sondeos adicionales que serán ubicados en la zona central del islote, luego de lo cual se ajustarán las soluciones de mejoramiento, en caso de ser necesario.



y la construcción del dique en la zona nor-este. Además, se requiere el diseño de una sección típica de pavimento, para la circulación de vehículos livianos.

Por lo tanto, se ha considerado que las descargas principales y los asentamientos generados, corresponderán principalmente a la conformación de las plataformas de relleno, y a la transmisión de esfuerzos de los sistemas de cimentación de las viviendas, que estarán conformados por zapatas.

En el presente informe se sintetizan los resultados obtenidos de la investigación de campo y los análisis efectuados para los sistemas de cimentación de las viviendas. Se especifica el procedimiento de la investigación realizada, la estratigrafía del sitio, las propiedades geotécnicas y los análisis de capacidad y asentamientos de la cimentación superficial. Se ha evaluado la magnitud de asentamientos producidos por colocación del material de relleno de la plataforma que se conformará dentro del islote y en el sector del dique, así como el tiempo de generación de los mismos, y la susceptibilidad a licuación del perfil geotécnico. Junto con este informe se proporcionarán los siguientes anexos:

Anexo A: Ensayos CPT, estratigrafía y propiedades geotécnicas

Anexo B: Ensayos de disipación u_2

Anexo C: Análisis de potencial de licuación de suelos

Anexo D: Análisis de capacidad y asentamiento de cimentación superficial

Anexo E: Plano constructivo esquemático de movimiento de tierras y pavimentos

Anexo F: Registro de perforaciones



2. Proceso de Investigación Geotécnica

Como parte de la geotecnia convencional, generalmente se emplean métodos de perforación con los que se obtiene muestras alteradas con cuchara partida o muestras inalteradas con tubo Shelby según la norma ASTM D1587. Durante la perforación se realiza el ensayo de penetración estándar (SPT), ejecutado según la norma ASTM D1586, el mismo que permite caracterizar in situ la resistencia a la compresión del suelo. A partir del ensayo SPT, y realizando ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas, se determinan propiedades físicas y algunos parámetros geotécnicos relevantes, tales como la resistencia al esfuerzo cortante de las arcillas, la razón de preconsolidación, el ángulo de fricción de las arenas, etc.

Como parte de la investigación geotécnica, en las últimas décadas también se realiza el ensayo de penetración con piezocono (CPTu por sus siglas en inglés), en cumplimiento de la norma ASTM D5778. El sondeo consiste en la ejecución de una perforación en la que se desplaza una punta cónica a una velocidad constante de 2.0 cm/s registrando digitalmente cada 1.0 cm, tres lecturas independientes: resistencia de la punta del cono (q_t), fricción lateral (f_s) y presión intersticial dinámica (u_2). A partir de estas lecturas, se estima in situ diferentes propiedades geotécnicas y se puede evaluar el comportamiento del suelo. Durante el CPTu además se puede detener la penetración en estratos arcillosos para realizar ensayos de disipación u_2 y evaluar la permeabilidad y la velocidad de asentamiento.

Ahora bien, el principal parámetro geotécnico de resistencia estimado a partir del CPT en suelos cohesivos es la resistencia al esfuerzo cortante no drenado (s_u). Aunque esta propiedad puede ser



Tabla 1. Información de sondeos

Sondeo	Fecha	Prof. (m)	Coordenadas (WGS84 UTM 17S)	
			X	Y
CPT-1	10-feb-24	34.88	630268	9768834
CPT-2	21-feb-24	36.55	630254	9768934
CPT-3	22-feb-24	35.79	630822	9768639
CPT-4	23-feb-24	35.37	630940	9768629
CPT-5	24-feb-24	34.55	630589	9768688
CPT-6	25-feb-24	39.47	630350	9768774
CPT-7	29-feb-24	38.30	631209	9768759
CPT-8	03-mar-24	37.50	630272	9769312
CPT-9	05-mar-24	37.40	630751	9769067
P-1	27-feb-24	38.3	631211	9768757
P-2	02-mar-24	47.5	630272	9769315

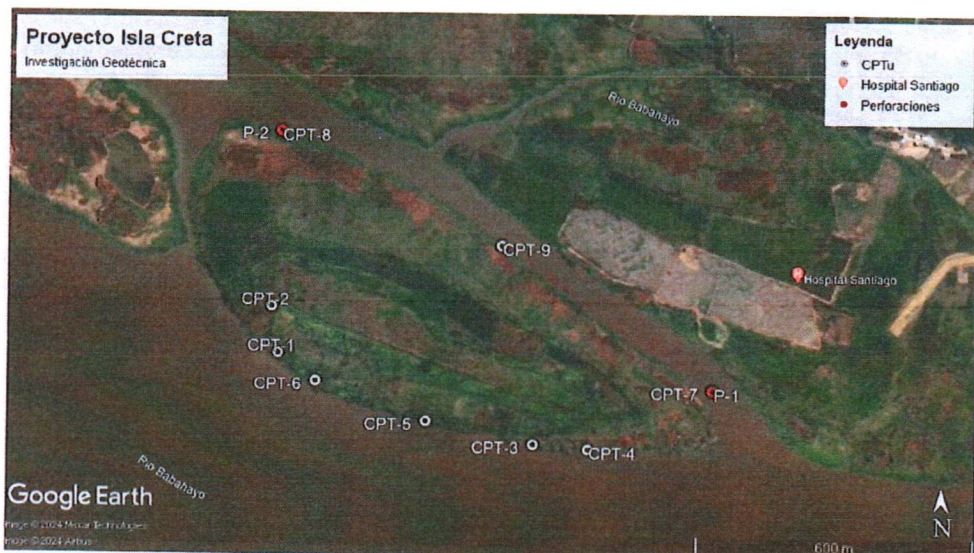


Figura 2. Ubicación de los sondeos

2.2. Procedimiento de ejecución de sondeos

2.2.1. Piezocone Penetration Test (CPTu)

Para el ensayo CPTu se utilizó un penetrómetro de compresión electrónico con punta de cono. Este tiene 10 cm² y 150 cm² de área de punta y de fricción, respectivamente, además de extensómetros calibrados e independientes que permiten obtener las mediciones indicadas. Para introducir el cono, se empleó el equipo Pagani TG63 de 15 toneladas de capacidad de empuje, con un sistema



hidráulico, con el fin de empujar el cono a la velocidad constante necesaria. Este equipo fue anclado a las capas superficiales del terreno con varas helicoidales que permitieron alcanzar la capacidad de reacción necesaria, en los ocho CPTs que se realizaron.

Posteriormente, se tomaron las mediciones del CPT cada 10 mm y fueron receptadas por el sistema de adquisición de datos TGA07-B. Este es un sistema de pantalla táctil que grafica en tiempo real las mediciones del ensayo. A partir de las lecturas obtenidas, se puede estimar in situ las diferentes propiedades geotécnicas y se evalúa el comportamiento del suelo. Los ensayos CPTu se realizan hasta encontrar rechazo y este puede darse por carga excesiva en los sensores, falla del anclaje, rebote/pandeo de barras, límite de capacidad de extracción del sistema de barras, inclinación del sondeo o capacidad hidráulica del equipo. En la mayoría de los puntos explorados, se alcanzó un lente areno-limoso o limo-arenoso con significativa resistencia a la penetración.

Antes de la ejecución de los CPTu, se colocó un filtro poroso de bronce justamente detrás de la punta del cono (posición u_2), el mismo que fue saturado previamente con aceite de silicona. Cuando el cono es desplazado por medio del penetrómetro, se genera una expansión de cavidad esférica en el suelo circundante.

En todos los CPTs se realizaron ensayos de disipación de presión de poros. Para esto, se detuvo el avance del cono, especialmente en estratos arcillosos, para medir la disipación de presión de poros u_2 a una profundidad específica, en función del tiempo. Así, se obtiene una cuarta medición independiente del comportamiento del suelo: el t_{50} , que es el tiempo necesario para la disipación de un 50% de la presión intersticial in situ; esto permite evaluar la permeabilidad y la velocidad de asentamiento.

2.2.2. Piezocone Penetration Test (CPTu) sobre agua

Para estos CPTs se siguió similar procedimiento que el descrito en los CPTs en tierra, con tres diferencias significativas: se requirió de la construcción de una obra metálica falsa cimentada en pilotes tubulares; el penetrómetro empleado fue un equipo Geomil Fox 200; y se requiere de un doble sistema de encamisado, el primero colocado previo a la penetración del cono para confinar lateralmente el sistema de tuberías y así restringir el pandeo provocado por la ausencia de suelo hasta el lecho marino, y el segundo implementado luego de penetrar hasta un estrato arcillo-limoso de consistencia firme a rígida, con el fin de limitar aún más el pandeo para la penetración en los estratos de rechazo.

Los pilotes tubulares tuvieron una sección aproximada de 60 cm de diámetro y fueron situados en el perímetro de una plataforma de aproximadamente 65 m²; estos elementos fueron hincados haciendo uso de una grúa de 80 t y un martillo vibratorio. Posteriormente se armó la plataforma metálica, y se izó el equipo Geomil Fox 200 mediante la grúa.

El penetrómetro queda fijo a la plataforma y este sistema de cimentación aporta con la capacidad de reacción necesaria para realizar el sondeo. Similar a los trabajos en tierra, estos sondeos se realizan hasta encontrar rechazo, el mismo que estos casos puede darse principalmente por el rebote/pandeo de barras, carga excesiva en los sensores, e inclinación del sondeo.



2.2.3. Perforaciones sobre agua

El método de perforación convencional consiste en un procedimiento de percusión y lavado, con el fin de obtener muestras alteradas con cuchara partida o muestras inalteradas con tubo Shelby según la norma ASTM D1587. Durante la perforación se realiza el ensayo de penetración estándar (SPT), ejecutado según la norma ASTM D1586, el mismo que permite caracterizar in situ la resistencia a la compresión del suelo.

A partir del ensayo SPT, y realizando ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas, se determinan las propiedades físicas y algunos parámetros geotécnicos relevantes del suelo. Luego de armar la plataforma metálica, como se indicó en la sección 2.2.2, el procedimiento general llevado a cabo en las 2 perforaciones realizadas, es el siguiente:

1. El punto del sondeo es ubicado, con precisión de un GPS de bolsillo. La máquina perforadora es nivelada en 3 sentidos, para reducir desviaciones en el pozo.
2. El muestreo del suelo puede ser conforme a ASTM D1586 (Cuchara partida – ensayo de penetración estándar) o ASTM D1587 (Tubos Shelby – introducción de tubos de pared delgada), dependiendo de su consistencia/densidad y naturaleza (granular o cohesivo).
 - a. ASTM D1586: Muestreo por cuchara partida conforme al ensayo de penetración estándar.
 - i. Una vez que se perfora hasta la profundidad de muestreo deseada, se saca la tubería de perforación y se introduce la cuchara partida.
 - ii. La energía de impacto es proporcionada por un martillo tipo safety, que es acoplado al inicio de la tubería.
 - iii. Entre la tubería y el martillo se anexa una varilla de perforación de 50 cm de longitud, que tiene adheridos los acelerómetros y strain gauges para la medición de energía de impacto conforme ASTM D4366.
 - iv. Se registra el número de golpes necesarios para introducir la cuchara partida en 3 incrementos de 15cm cada uno.
 - v. Una vez culminado el ensayo se describe la muestra obtenida y se almacena.
 - b. ASTM D1587: Muestreo por tubos de pared delgada (Shelby)
 - i. Una vez que se perfora hasta la profundidad de muestreo deseada, se saca la tubería de perforación y se introduce el tubo de pared delgada.
 - ii. Se hace contacto con el material y tubo Shelby es empujado 50 cm. Antes de retirar el tubo la muestra es cortada.
 - iii. El material recuperado en el muestreador es descrito en campo y sellado con parafina para conservar su humedad.
3. Un registro de campo es llevado in situ donde se indica información relevante de la perforación como: Fecha de inicio y fin, metodología de perforación usada, profundidad y tipo de muestreador utilizado, descripción visual del material recuperado, profundidad de revestimiento.



3. Caracterización Geotécnica

Se han realizado principalmente ensayos CPTu para la caracterización del sitio, y la información fue complementada con 2 perforaciones con recuperación de muestra. Con las muestras que se obtuvieron y los ensayos de clasificación realizados en laboratorio, se clasificó el suelo según su composición granulométrica y plasticidad (Clasificación SUCS), obteniendo en general un conjunto de valores de clasificación y de resistencia cada metro. Sin embargo, en los ensayos CPTu, se miden 3 valores de resistencia cada centímetro: q_t , f_s y u_2 , una mayor frecuencia de recolección de datos que permite evaluar la variabilidad geotécnica con una mejor resolución.

3.1. Metodología de clasificación del suelo con CPTu

Al interpretar los datos del ensayo CPTu, se emplean las gráficas de Robertson (2009) para caracterizar el tipo de suelo a través del Soil Behavior Type Number (SBTn). Otros indicadores son el índice de material de cono (I_c), la resistencia de punta (q_t), la presión intersticial (u_2) y la razón de fricción ($R_f = f_s/q_t$). Cuando el I_c es menor a 2.6, Q_{tn} es mayor a 20, F_r es menor al 1% y B_q tiende a cero, el suelo presenta propiedades granulares y comportamiento drenado, mientras que si los indicadores se encuentran en el dominio complementario al indicado, el suelo será arcilloso con comportamiento no drenado. Los valores de I_c y Q_{tn} cercanos a estas fronteras, tienden a comportarse de manera parcialmente drenada. Además, los pares ordenados F_r - Q_{tn} relativamente altos, representan materiales con comportamiento dilatante, mientras que pares ordenados de baja magnitud, representan material en estado contractivo.

Siguiendo estas consideraciones, se determina el perfil estratigráfico según el comportamiento de la masa de suelo, y no necesariamente según sus propiedades físico-geométricas, como ocurre al realizar ensayos de clasificación de suelos mediante granulometrías y límites de Atterberg. Mientras que una clasificación de suelos consecuente con propiedades físicas, permite tener una idea del tamaño de las partículas de suelo y sus características de consistencia y humedad, con la clasificación conductual de suelo a través de la metodología empleada, es posible inferir si el suelo se comporta de forma drenada o no drenada, y si ante esfuerzos cortantes responde de forma contractiva o dilatante, como se observa en la Figura 3.

Desde esta perspectiva SBTn, los suelos con mediciones ubicadas en las regiones 1, 2, 3, 4 y 9, se comportan principalmente de manera cohesiva, mientras que los suelos con SBTn 5, 6, 7 y 8, exhiben comportamiento granular. El SBTn 1 aplica a suelos sensitivos, y los SBTn 8 y 9 corresponden a suelos competentes sobreconsolidados o con indicios de cementación. Luego de clasificar el suelo y estimar la variación estratigráfica, se estiman los parámetros geotécnicos a partir de las lecturas normalizadas del CPT y considerando el criterio SBTn. Para los suelos granulares se estiman generalmente parámetros drenados, mientras que para los suelos finos se estiman principalmente parámetros no drenados aplicables al estado del suelo durante la penetración.



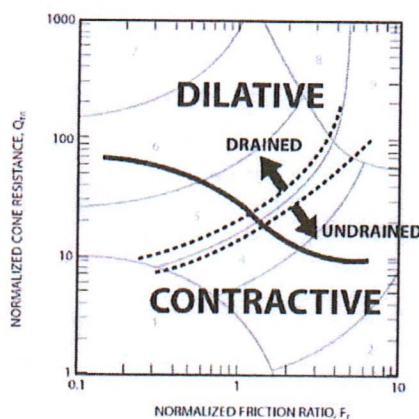


Figura 3. Estados del suelo ante solicitaciones de corte y drenaje, según mediciones normalizadas del CPTu

Se muestra la tendencia del comportamiento observada en cada ensayo CPTu en el Anexo A. Además, en las Figuras 4 y 5 se han superpuesto las mediciones normalizadas, la estratigrafía inferida empleando el SBTn, y la estimación de algunas propiedades geotécnicas de resistencia al corte e historia de esfuerzos, para los sondeos realizados en la zona sur, y para los sondeos realizados en el sector norte, respectivamente. La resistencia al esfuerzo cortante no drenado en condición máxima ($s_{u\ peak}$, o s_u), y la tasa de preconsolidación (OCR) constituyen los parámetros principales de resistencia e historia de esfuerzos que han sido estimados para los suelos cohesivos, mientras que la densidad relativa (D_r), ángulo de fricción (ϕ) y el parámetro de estado (ψ) son los principales parámetros estimados para suelos granulares.

3.2. Descripción de series estratigráficas

En general, la estratigrafía del sitio está compuesta por un estrato de series arcillosas de consistencia variable entre muy blanda y blanda, de 3 m de espesor, que yace sobre un potente depósito de series limo arenosas de 7 m de espesor. Desde los 9-10 m de profundidad, medidos desde el nivel de terreno natural, se ha identificado una capa de 2 a 4 m de espesor de arenas de compacidad variable entre suelta y media, y según las perforaciones, entre el 15 y 40% del contenido de finos.

A continuación, se ha identificado un potente estrato de suelos finos arcillosos de alrededor de 20 m de espesor, con una consistencia que se incrementa ligeramente entre firme y rígida, con valores de s_u estimados generalmente entre 50 y 100 kPa, y un umbral inferior de OCR que disminuye entre 2 y 1. Dentro de este potente estrato se han detectado intercalaciones areno-limosas de compacidad suelta a profundidades variables, especialmente alrededor de los 20 y 26 m de profundidad. Finalmente, alrededor de los 37 m de profundidad, en la mayoría de los sondeos se ha identificado un lente de arena limosa de compacidad densa, donde han concluido los CPTs. En los CPT1 y 2, a profundidades de 35 y 36 m respectivamente, no se identificó este estrato.



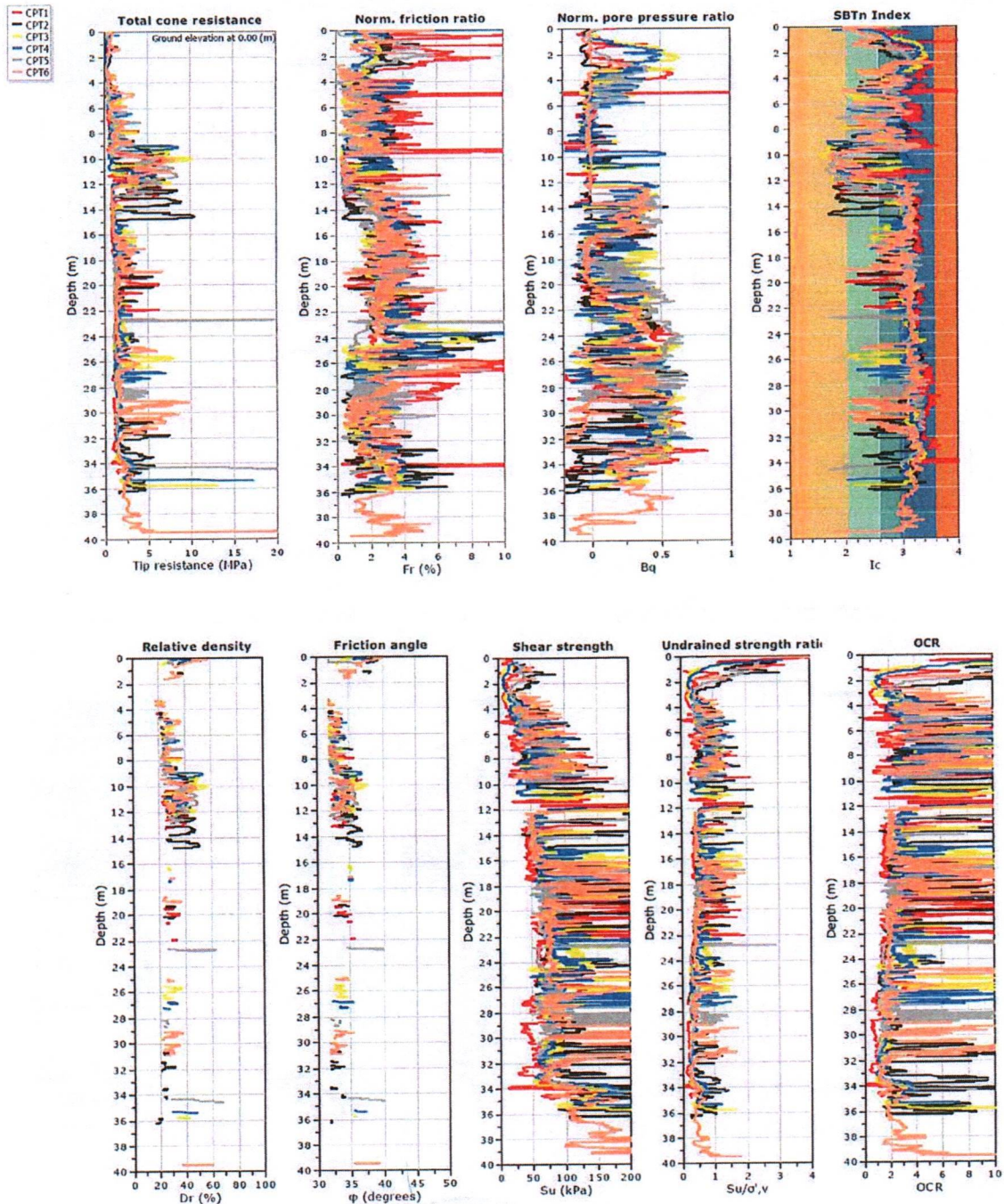


Figura 4. Superposición de mediciones y estimaciones de parámetros geotécnicos (zona sur)



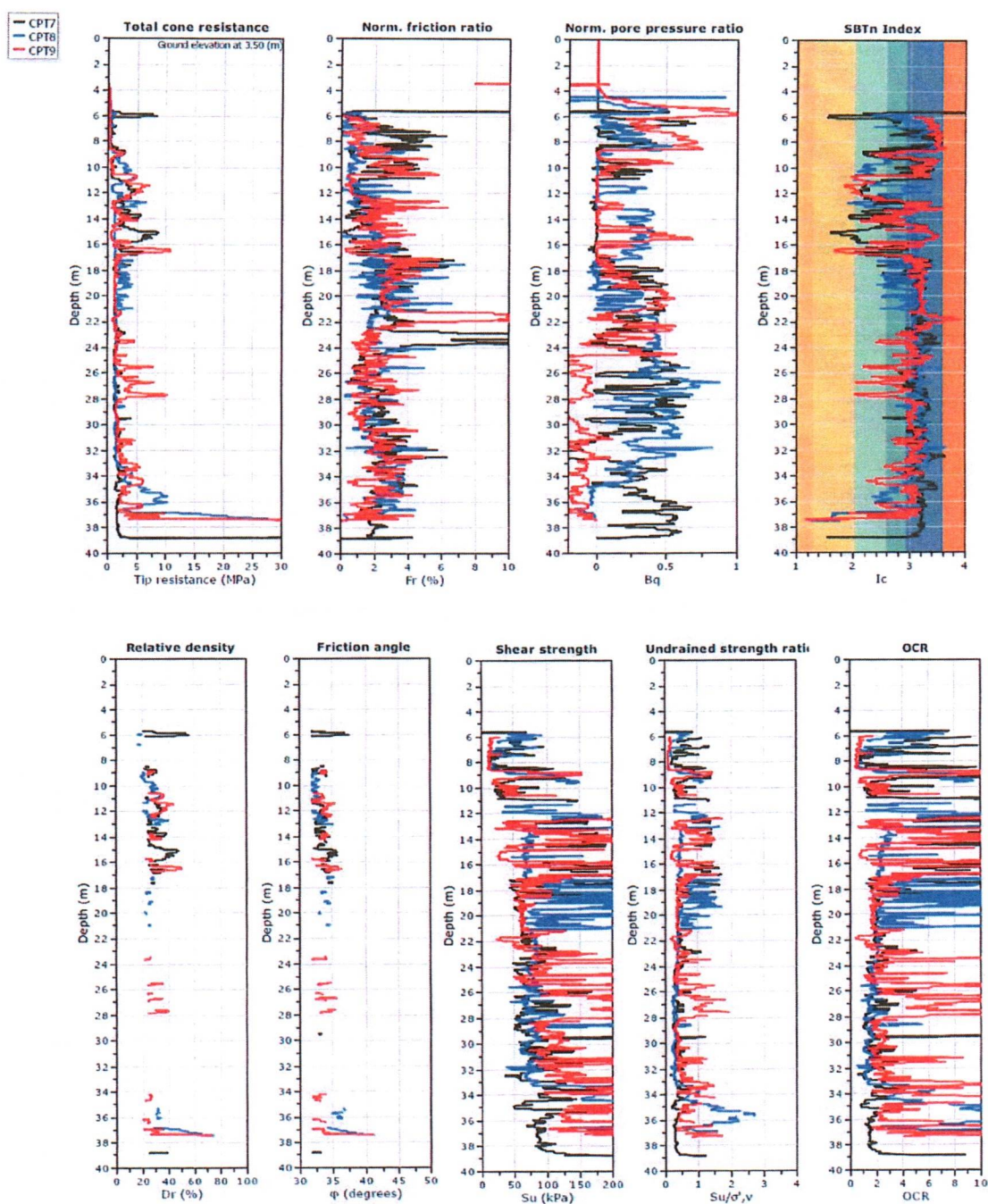


Figura 5. Superposición de mediciones y estimaciones de parámetros geotécnicos (zona norte)



En las capas arcillosas de consistencia blanda identificadas superficialmente, se han medido valores de q_t (resistencia a la penetración) generalmente entre 0.1 y 0.35 MPa, mientras que los valores de F_r se encuentran entre el 3 y 8 %. A partir de las mediciones reportadas en estos estratos, se han estimado valores de s_u (peak) generalmente entre 8 y 20 kPa y un umbral inferior de 1 de OCR. Debido a la baja consistencia y espesor de este estrato, adicional a las pendientes pronunciadas que se han detectado según la topografía en el sector de la ribera, se anticipa que este estrato no solo controlará los estados límites de falla y servicio, sino también la solución de estabilidad.

En los diferentes estratos arcillosos en los que se estimaron valores de c_{vh} (coeficiente de consolidación radial), se han reportados valores generalmente entre 100 y 900 $m^2/año$, por lo que se puede inferir que el comportamiento es parcialmente drenado debido a la influencia de las capas limosas, detectadas muy frecuentemente en esta matriz de suelos finos. Este rango estimado, adicional a las frecuentes intercalaciones limo-arenosas detectadas, permiten inferir que aunque se produzca una magnitud alta de asentamientos en algunos sectores, el tiempo de generación de los mismos será relativamente reducido.

A una profundidad variable entre 9 y 14 m, en la mayoría de los sondeos se ha identificado un lente de arenas limosas de alrededor de entre 2 y 4 m de espesor, con una compacidad variable entre suelta y media. Se midieron valores de q_t de entre 5 y 10 MPa, a partir de los cual se estimaron valores de D_r entre 20 y 50%, y un parámetro de estado (ψ) de entre 0 y -0.10, que equivale a un comportamiento contractivo, y que podría ser susceptible a licuación.

4. Análisis de Licuación

Durante un sismo, ciertos suelos, especialmente las arenas y limos de baja plasticidad, generan exceso de presión de poros debido a que la carga sísmica es producida en condiciones no drenadas, reduciendo el esfuerzo efectivo y generando consecuentemente pérdida de resistencia. Este efecto en el suelo es conocido como licuación y puede evidenciarse con un potencial de deformaciones limitadas (movilidad cíclica) o con un potencial ilimitado de deformaciones (licuación de flujo). Los suelos arenosos y limosos con un índice de material I_c menor a 2.6 son mayormente susceptibles a licuación.

Se ha realizado un análisis de licuación con el programa *CLiq* para un escenario de magnitud $M_w = 7.5$ y una aceleración máxima PGA consecuente con el estudio probabilístico empleado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), con demanda espectral del 10% de excedencia en 50 años (periodo de retorno de 475 años), que corresponde a 0.40 g para la zona del proyecto. Adicionalmente, se determina el potencial de licuación (LPI) y el número de severidad (LSN) a través de varios métodos.

En el Anexo C se detalla un resumen del análisis, mientras que en la Figura 6 se muestra el número de severidad de licuación (LSN) y en la Figura 7 se indica la estimación de asentamientos verticales post-licuación, según los sondeos realizados. Los métodos utilizados se fundamentan en Seed & Idriss (1971), Robertson & Wride (1998), Youd et al. (2001), NCEER (2001), Zhang et al. (2002), Robertson (2009), Idriss & Boulanger (2008), Moss et al. (2006) y Boulanger & Idriss (2014).



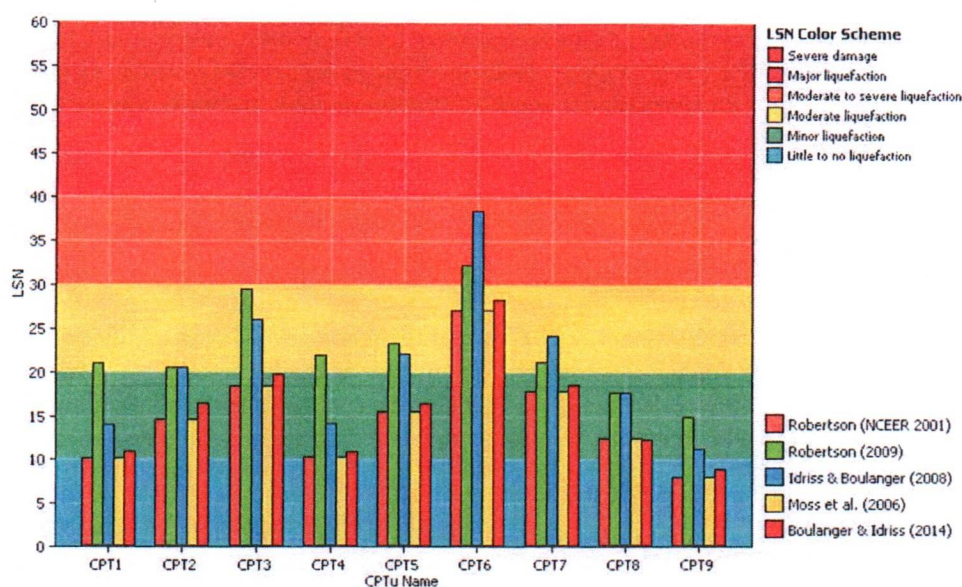


Figura 6. Numero de severidad de licuación (LSN) calculado a través de varios métodos

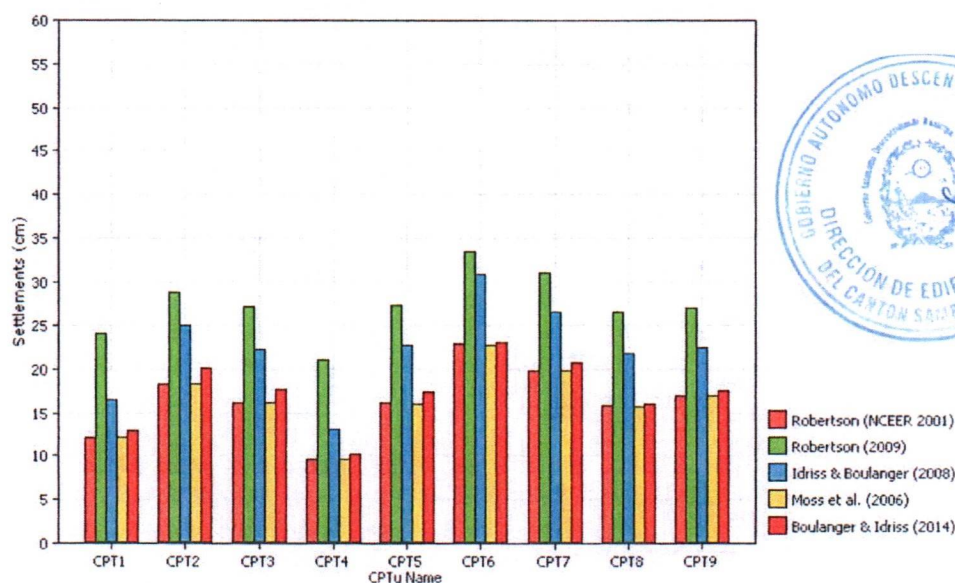


Figura 7. Asentamientos verticales post-licuación estimados a través de varios métodos

De acuerdo al análisis a través de varios métodos, se concluye que el factor de daño asociado a licuación para una cimentación superficial, considerando un escenario de magnitud 7.5 con aceleración máxima de terreno PGA de 0.40 g, es en general entre menor y moderado. Se han detectado capas limo-arenosas licuables, especialmente de 9 a 13 m de profundidad y en menor medida en las capas suprayacentes, pero el efecto superficial de licuación en cimentaciones generalmente se disipa en las capas suprayacentes de suelos finos arcillosos. CPT6 es el único

sondeo en el que el LSN estimado es moderado a severo, y esto se debe a una mayor presencia de intercalaciones limosas en los estratos superficiales. En el Anexo D se muestra que el FS contra licuación es menor a 1 en esos estratos arenosos indicados, mientras que en la Figura 8 se muestra el CPT6, donde el FS es menor a 1 en el estrato arenoso situado de 9 a 12 m, pero se observa también la predominancia de intercalaciones con bajo FS en los estratos suprayacentes.

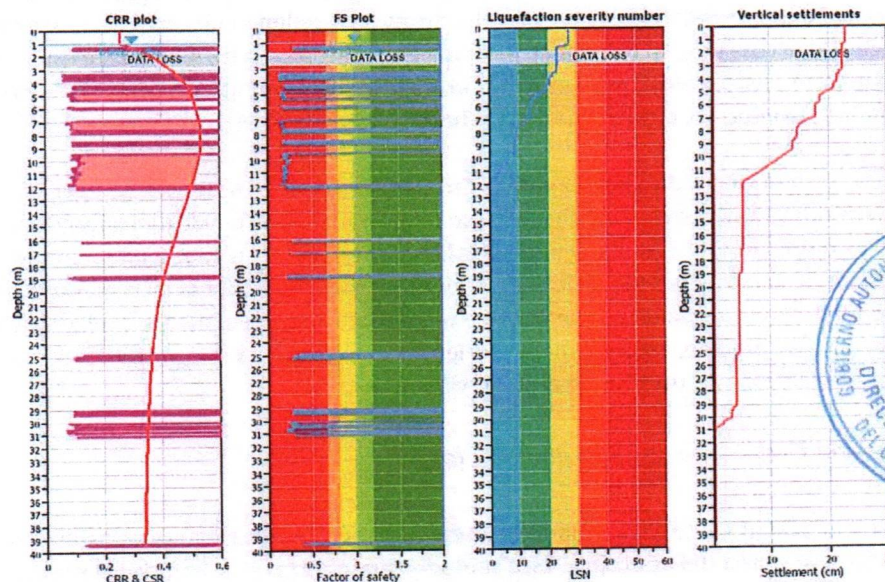


Figura 8. Variación del FS contra licuación en función de la profundidad, para CPT-6

Finalmente, los asentamientos verticales post-licuación sin considerar esfuerzos cortantes son de aproximadamente 10 a 25 cm, salvo en CPT6 donde superarían los 30 cm. Este particular será considerado en las recomendaciones de cimentación, puesto que aun cuando se cumplan los estados límites estáticos, resulta relevante satisfacer la demanda sísmica asumida. Por lo tanto, una buena alternativa de mitigación sería evitar la construcción de sistemas de cimentación de zapatas aisladas, incluso para viviendas de un piso alto.

5. Alternativas de Cimentación

Aunque no se ha proporcionado al momento un proyecto arquitectónico, se ha asumido que las principales edificaciones que se van a construir serán viviendas o condominios de hasta 2 pisos altos. Para esto, se ha considerado un estado de carga correspondiente a luces máximas de 5 m, asumiendo 1 t/m^2 por piso y 0.5 t/m^2 para la cubierta.

Por lo tanto, la descarga máxima preliminarmente asumida sería de 63 t, a partir de la cual se produciría una transferencia de esfuerzo a nivel de desplante de la cimentación de entre 8.3 y 12.5 t/m^2 considerando zapatas corridas en 1 dirección con ancho entre 1.5 y 1 m, respectivamente, y de entre 4.9 y 6.9 t/m^2 considerando zapatas corridas en 2 direcciones con ancho entre 1.5 y 1 m, respectivamente. Si se consideran edificaciones de 1 piso alto, la descarga máxima preliminarmente asumida sería de 38 t, a partir de la cual se produciría una transferencia de esfuerzo a nivel de desplante de entre 4.9 y 6.9 t/m^2 .

desplante de la cimentación de entre 5.0 y 7.5 t/m² considerando zapatas corridas en 1 dirección con ancho entre 1.5 y 1 m, respectivamente; y de entre 2.9 y 4.1 t/m² considerando zapatas corridas en 2 direcciones con ancho entre 1.5 y 1 m, respectivamente. El nivel de cargas estructurales y la distribución de cargas de servicio deberán finalmente ser definidas por el especialista estructural.

El nivel del terreno se encuentra entre las cotas +1.00 m y +2.50 m, incluyendo la zona del lago central. Por lo tanto, se deberán conformar plataformas de relleno con un espesor máximo de 3.5 m, para alcanzar la cota de piso terminado indicada en el anteproyecto, 4.5 m. Este espesor máximo de relleno deberá ser conformado en el sector del lago central, mientras que en la mayor parte del islote, se deberá conformar una plataforma de hasta 2.00 m de espesor.

Por lo tanto, se han realizado análisis paramétricos de cimentación directa con zapatas corridas, para las viviendas y condominios de hasta 1 piso alto. Se estimó la capacidad geotécnica del suelo hasta una profundidad de 1.5 veces el ancho de la cimentación, empleando un factor de seguridad (FS) estático de 3; luego se estimaron los asentamientos generados por el incremento de esfuerzos en el suelo según la descarga estimada de la cimentación. Un procedimiento similar se siguió para las plataformas de relleno, especialmente orientado a revisar la magnitud de asentamientos producidos por la descarga transferida al suelo virgen.

5.1. Capacidad Geotécnica (q_{ult}) y Admisible (q_{adm})

Se calcula la capacidad geotécnica usando un método directo a partir de una relación empírica con la resistencia a la punta del cono (q_t). Esta metodología directa está basada en curvas esfuerzo-desplazamiento normalizado (s/B) y fue propuesta en su concepto más amplio por Fellenius y Altaee (1994). Para estimar preliminarmente la capacidad de carga de las zapatas sin considerar el relleno, se ha considerado el mínimo valor estimado para un ancho variable entre 1 y 3 m. Por otro lado, para estimar la capacidad de las plataformas de relleno, se ha considerado el mínimo valor para anchos variables entre 15 y 20 m.

Zapatas corridas

$$\text{CPT1: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.28 \cdot 0.21 \text{ MPa} = 60 \text{ kPa (ver Anexo E)}$$

$$\text{CPT2: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.22 \cdot 0.57 \text{ MPa} = 125 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT3: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.26 \cdot 0.13 \text{ MPa} = 35 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT4: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.22 \cdot 0.18 \text{ MPa} = 40 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT5: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.24 \cdot 0.40 \text{ MPa} = 95 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT6: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.22 \cdot 0.52 \text{ MPa} = 115 \text{ kPa}$$

Plataforma de relleno

$$\text{CPT1: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 0.50 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa (ver Anexo E)}$$



$$\text{CPT2: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 0.85 \text{ MPa} = 170 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT3: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 0.75 \text{ MPa} = 150 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT4: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 0.80 \text{ MPa} = 160 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT7: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 0.55 \text{ MPa} = 110 \text{ kPa}$$

$$\text{CPT7: } q_{ult} = R_k \cdot q_t = 0.20 \cdot 1.05 \text{ MPa} = 210 \text{ kPa}$$



R_k varía entre 0.16 para arenas, 0.20 para suelos mixtos o 0.30 para arcillas y q_t se promedia desde la profundidad de interés hasta un máximo de 1.5 B para las zapatas corridas, y 1.3 para las plataformas de relleno. Posteriormente, se determina la capacidad admisible del sistema de cimentación con un FS de 3 considerando la menor de las estimaciones realizadas. La estimación obtenida considera el material actualmente existente en las peores condiciones posibles, sin colocación de relleno. Considerando que para la concepción de este proyecto, se requiere de la conformación de plataformas de relleno, este valor simplemente refleja las condiciones geotécnicas actuales, de manera referencial como un umbral inferior de capacidad.

$$q_{adm} = q_{ult} / FS = 12 \text{ kPa}$$

Para la estimación de la capacidad de las plataformas de relleno, q_t es promediado desde la superficie de investigación hasta un máximo de 1.3 B. Se determina la capacidad admisible para un FS de 2 considerando la menor de las estimaciones, para un ancho mínimo de 7 m.

$$q_{adm} = q_{ult} / FS = 50 \text{ kPa}$$

Cabe indicar que a menor ancho de influencia, menor es la capacidad estimada, por lo que en caso de que se generaran círculos de falla menores al indicado, la capacidad admisible sería aún menor. Con el fin de que no se produzcan fallas en áreas de menor influencia, se recomienda la colocación de entre dos y tres capas de geomallas triaxiales espaciadas verticalmente 35 a 40 cm, especialmente en los sectores en los que se requiera colocar un espesor de más de 2 m de relleno, para alcanzar el nivel de proyecto.

Adicionalmente, para alturas de relleno mayores a 2.5 m, se debe conformar la plataforma en al menos 2 etapas, esperando un lapso de 2 a 3 meses para poder continuar con los trabajos de conformación, lapso en el que se deberá monitorear la generación de asentamientos según las recomendaciones que se mencionarán en la sección 5.4.

Adicional a los análisis realizados con metodología directa para las zapatas corridas, considerando el material actualmente existente, se ha considerado el análisis mediante una metodología indirecta, derivada de la ecuación general para capacidad portante sugerida por Meyerhof (1963), para las condiciones finales del proyecto, considerando la relevante influencia del material de relleno de las plataformas, en la capacidad de las zapatas.



Los factores N_c , N_q y N_γ se determinan en función de un conservador ángulo de fricción interna efectivo (ϕ') típico del material de relleno importado, que servirá de base de la cimentación. Se han considerado las condiciones finales de relleno tanto en el sector del lago, como en las zonas circundantes: un umbral mínimo promedio de 3.40 m y 2.10 m de relleno, respectivamente.

En las Tablas 2 y 3 se muestra para el sector fuera del lago y para el sector del lago, respectivamente, la estimación de la capacidad geotécnica para un modelo bicapa en el que el estrato superior consiste en un suelo granular correspondiente al material de relleno compactado de las plataformas, bajo el cual subyace un suelo fino cohesivo de consistencia muy blanda. Se ha analizado una configuración consistente en zapatas corridas con un ancho B entre 1 y 2 m, con un desplante (D_f) de 50 cm respecto al nivel final del terreno.

Tabla 2. Análisis de capacidad con modelo bicapa para zapatas corridas (fuera del lago)
Modelo Bicapa: suelo fuerte sobre suelo débil

Propiedades del suelo	Características de cimentación	Factores de capacidad de carga (Meyerhof)	Revisión de punzonamiento
γ_1 : 18 kN/m ³ ϕ_1 : 38° c_1 : 0 kPa γ_2 : 16 ϕ_2 : 0 c_2 : 10 kPa	B : 1 m L : 10 m H : 1.6 m d_f : 0.5 m B/L : 0.1 K_s : 2.1 λ_s : 1 FS : 3	N_{c1} : 61.35 N_{q1} : 48.93 $N_{\gamma 1}$: 78.03 N_{c2} : 5.14 N_{q2} : 1 $N_{\gamma 2}$: 0	q_2 : 51.4 kPa q_1 : 702.3 kPa q_2/q_1 : 0.07

$$q_u: 165.4 \text{ kPa} < q_t: 1149 \text{ kPa}$$

$$q_a: 55 \text{ kPa}$$

γ_1 : 18 kN/m ³ ϕ_1 : 38° c_1 : 0 kPa γ_2 : 16 ϕ_2 : 0 c_2 : 12 kPa	B : 2 m L : 10 m H : 1.6 m d_f : 0.5 m B/L : 0.2 K_s : 1.8 λ_s : 1 FS : 3	N_{c1} : 61.35 N_{q1} : 48.93 $N_{\gamma 1}$: 78.03 N_{c2} : 5.14 N_{q2} : 1 $N_{\gamma 2}$: 0	q_2 : 61.7 kPa q_1 : 1404.5 kPa q_2/q_1 : 0.04
---	--	---	--

$$q_u: 121.7 \text{ kPa} < q_t: 1801 \text{ kPa}$$

$$q_a: 41 \text{ kPa}$$



Tabla 3. Análisis de capacidad con modelo bicapa para zapatas corridas (en el sector del lago)Modelo Bicapa: suelo fuerte sobre suelo débil

Propiedades del suelo	Características de cimentación	Factores de capacidad de carga (Meyerhof)	Revisión de punzonamiento
γ_1 : 18 KN/m ³ φ_1 : 38° c_1 : 0 kPa γ_2 : 16 φ_2 : 0 c_2 : 10 kPa	B: 1 m L: 10 m H: 2.9 m d_r : 0.5 m B/L: 0.1 K_s : 2.1 λ_s : 1 FS: 3	N_{c1} : 61.35 N_{q1} : 48.93 N_{γ_1} : 78.03 N_{c2} : 5.14 N_{q2} : 1 N_{γ_2} : 0	q_2 : 51.4 kPa q_1 : 702.3 kPa q_2/q_1 : 0.07

$$q_u: 249.8 \text{ kPa} < q_i: 1149 \text{ kPa}$$

$$q_a: 83 \text{ kPa}$$

γ_1 : 18 KN/m ³ φ_1 : 38° c_1 : 0 kPa γ_2 : 16 φ_2 : 0 c_2 : 12 kPa	B: 2 m L: 10 m H: 2.9 m d_r : 0.5 m B/L: 0.2 K_s : 1.8 λ_s : 1 FS: 3	N_{c1} : 61.35 N_{q1} : 48.93 N_{γ_1} : 78.03 N_{c2} : 5.14 N_{q2} : 1 N_{γ_2} : 0	q_2 : 61.7 kPa q_1 : 1404.5 kPa q_2/q_1 : 0.04
---	---	---	--

$$q_u: 161.2 \text{ kPa} < q_i: 1801 \text{ kPa}$$

$$q_a: 54 \text{ kPa}$$



Según los análisis realizados, en los sectores fuera de los lagos, donde el material de relleno a conformar será de alrededor de 2.1 m, se ha estimado una capacidad admisible variable entre 4.1 y 5.5 t/m² para zapatas corridas de ancho variable entre 2 y 1 m, respectivamente, desplantados a 50 cm de la cota final. Además, en la zona central en la que actualmente existe un lago, y por lo tanto el espesor a colocar de relleno será mayor, se ha estimado una capacidad admisible variable entre 5.4 y 8.3 t/m² para zapatas corridas de ancho variable entre 2 y 1 m, respectivamente. Estas capacidades son mayores a las anteriormente estimadas con metodología directa, puesto que se ha considerado la influencia del material de relleno de la plataforma.



Por lo tanto, considerando zapatas corridas en una dirección de 1 m de ancho, no se satisfaría el estado límite de falla para la demanda estructural preliminarmente asumida, con un FS de 3, en los sectores fuera de los lagos, debido al espesor de relleno que quedaría debajo de la cimentación. El sistema de cimentación recomendado para edificaciones de 1 piso alto, por lo tanto, es de zapatas corridas en dos direcciones.

Por otro lado, para edificaciones de 2 pisos altos, solo se satisface el estado límite de falla en el sector del lago, donde el espesor de relleno asumido es de 2.9 m debajo del desplante de la cimentación. En la Tabla 4 se muestra un análisis del espesor mínimo de relleno necesario en los sectores fuera de los lagos, para que un sistema de zapatas de 2 direcciones y 1 m de ancho satisfaga el estado límite de falla, resultando un espesor de 2.3 m por debajo de la cimentación. Por lo tanto, se debería respetar este espesor mínimo de relleno cuando se requiera construir una edificación de 2 pisos altos.

Se destaca que las capacidades admisibles se deberían comparar con los esfuerzos de contacto reales debajo de la cimentación, que podrán ser estimados luego de contar con el proyecto arquitectónico definitivo y un análisis estructural detallado. Si las descargas en las columnas de mayor demanda fueran diferentes a las asumidas, se podrían variar las dimensiones de la cimentación o los espesores mínimos de relleno para reevaluar una alternativa idónea.

Tabla 4. Análisis de espesor mínimo de relleno para edificaciones de 2 pisos altos

Modelo Bicapa: suelo fuerte sobre suelo débil

Propiedades del suelo	Características de cimentación	Factores de capacidad de carga (Meyerhof)	Revisión de punzonamiento
γ_1 : 18 KN/m ³ ϕ_1 : 38° c_1 : 0 kPa γ_2 : 16 ϕ_2 : 0 c_2 : 10 kPa	B: 1 m L: 10 m H: 2.3 m d_f : 0.5 m B/L: 0.1 K_s : 2.1 λ_s : 1 FS: 3	N_{c1} : 61.35 N_{q1} : 48.93 $N_{\gamma 1}$: 78.03 N_{c2} : 5.14 N_{q2} : 1 $N_{\gamma 2}$: 0	q_2 : 51.4 kPa q_1 : 702.3 kPa q_2/q_1 : 0.07
q_u : 210.9 kPa < q_i : 1149 kPa q_a : 70 kPa			

La capacidad admisible reportada en los análisis precedentes, depende en gran medida de la compacidad del material de relleno de la plataforma que se va a construir, sobre el nivel actual. Por lo tanto, se deberá realizar un control de calidad durante el proceso constructivo del material de relleno; se debe puntualizar que un material de relleno de baja compacidad incluso podría presentar susceptibilidad a licuación superficialmente, por lo que resulta importante el control de calidad según las siguientes especificaciones:



- Tamaño máximo de agregado: 10 cm
- Pasante del tamiz No. 200 menor a 15%
- Limite líquido menor a 30%
- Índice plástico menor a 12%
- Capas de compactación de un máximo de 20 cm
- Densidad de compactación mayor a 95% de la máxima de Proctor Modificado y +/- 2% de la humedad óptima (ASTM D1557)
- CBR > 20%

Para realizar un adecuado control de calidad, se deberían realizar ensayos de clasificación (granulometría y límites) y ensayos Proctor, a una frecuencia mínima de 1 ensayo cada 750 m³. Adicional a esto, se debería realizar al menos 1 ensayo CBR cada 1500 m³, y ensayos de densidad de campo en cada capa, considerando un área de control mínima de 1000 m².

Cabe destacar que como parte del mejoramiento masivo previo del terreno, además de desbrozar la capa vegetal y emplear un sistema de bombeo que permita el movimiento de tierras inicial, se debería colocar una triple capa de geomallas biaxiales, espaciadas verticalmente 35 cm, con material de relleno grueso como base.

Aunque se estime y satisfaga la capacidad admisible, es igualmente importante evaluar los asentamientos inducidos por la carga de trabajo. A continuación, se evalúa la magnitud y tiempo de asentamientos por la carga total de relleno y estructura, transferida al suelo.

5.2. Asentamiento primario y secundario del suelo

Los análisis de asentamientos han sido realizados para las zapatas corridas y para las plataformas de relleno. Para las zapatas, se ha considerado una razón L/B del orden de 10 donde L es el largo y B el ancho considerado como 1 m. Se ha considerado la disipación de esfuerzos en la plataforma de relleno a conformar, mediante un sistema multicapa. Además, se ha analizado la generación de asentamientos por la plataforma de relleno, considerando de manera simplificada un ancho de hasta 100 m, una relación L/B de 2, y un espesor variable entre 2.5 y 3.5 m. Se ha considerado referencialmente un esfuerzo a nivel de desplante de las zapatas de 70 kPa para edificaciones de hasta 2 pisos altos. Para el relleno, se considera una descarga variable entre 50 y 70 kPa. Además, se ha utilizado la teoría de consolidación en una dimensión de Terzaghi para el cálculo del asentamiento primario.

$q=7 \text{ kPa}$: $S_p = \sum \frac{\Delta \sigma_v}{M} \Delta z < 2 \text{ cm}$ para el esfuerzo de contacto máximo de 70 kPa de una zapata de $B=1 \text{ m}$ y $L/B=10$, disipado en aproximadamente 2.3 m de relleno por debajo del desplante

$q=70 \text{ kPa}$: $S_p = \sum \frac{\Delta \sigma_v}{M} \Delta z \approx 30 - 100 \text{ cm}$ por la colocación de un espesor máximo de 3.50 m de relleno

$q=50 \text{ kPa}$: $S_p = \sum \frac{\Delta \sigma_v}{M} \Delta z \approx 25 - 80 \text{ cm}$ por la colocación de un espesor aproximado de 2.5 m de relleno



$q=130 \text{ kPa}$: $S_p = \sum \frac{\Delta \sigma_v}{M} \Delta z \approx 80 \text{ cm}$ por la colocación de un espesor aproximado de 6.5 m de relleno en el sector del dique

M es el módulo de deformación unidimensional. La disipación de esfuerzo $\Delta \sigma$ en cada estrato Δz es calculada de acuerdo a la teoría de Boussinesq, desde la zona superior del material cohesivo. Para estimar la descarga de 7 kPa al inicio del material cohesivo, se ha empleado la teoría elástica de sistemas multicapa (Fox, 1948). Por lo tanto, una descarga teórica máxima de 7.0 t/m^2 (70 kPa) asumida como esfuerzo de contacto en el desplante de las zapatas de 1 m de ancho, se disiparía cerca de un 95 % en el material de la plataforma, asumiendo que esta tendrá al menos un espesor de 2.3 m por debajo del desplante de la cimentación de edificaciones de 2 pisos altos. El asentamiento inducido por una descarga de 70 kPa es, por lo tanto, menor a 2 cm.

Cabe resaltar que la disipación asumida de esfuerzos en el relleno, depende en gran medida de la uniformidad en la compacidad del mismo. Por lo tanto, se deberá realizar el control de calidad durante el proceso constructivo del material de relleno, según las especificaciones indicadas en la sección anterior.

Se ha estimado además la magnitud de asentamientos producidos por la conformación de la plataforma de relleno, de hasta 3.50 m de espesor, con el fin de elevar el nivel de proyecto. Asumiendo una descarga de hasta 70 kPa aplicada en anchos de hasta 100 m en el sector del lago, y una relación L/B de 2, se estimó de manera simplificada una magnitud de 30 a 100 cm de asentamientos a lo largo del terreno. Asumiendo una descarga de hasta 50 kPa aplicada en anchos de hasta 200 m en los sectores circundantes al lago, se estimó de manera simplificada una magnitud de 25 a 80 cm de asentamientos.

5.3. Velocidad de Asentamiento

Se realizaron ensayos de disipación de presión de poros (u_2) donde se mide el t_{50} , que básicamente es el tiempo que toma el 50% de la consolidación o disipación de presión in situ para un bulbo de esfuerzos determinado en función de las dimensiones del cono. A través de la teoría de Houlsby & Teh (1988), se obtiene el coeficiente de consolidación c_v , considerando un factor combinado por anisotropía y cambio en el estado de esfuerzos de alrededor de 8. En la Figura 9 se muestra la variación de estos coeficientes de consolidación c_{vh} en función de la profundidad.

A lo largo de toda la matriz arcillo-limosa existente, generalmente se han estimado valores de c_{vh} variables entre 100 y 900 $\text{m}^2/\text{año}$, tanto en las capas suprayacentes a la arena media detectada a 10-12 m de profundidad, como por debajo de este estrato. Esto corresponde a un comportamiento parcialmente drenado en promedio. Debido a la baja consistencia de la arcilla superficial, se ha estimado que en general la mitad de los asentamientos se producen en esos estratos existentes hasta los 6 m de profundidad aproximadamente. Además, superficialmente se identifican frecuentes intercalaciones limosas que aportan al drenaje general de la masa de suelo.

Por lo tanto, de manera simplificada se han considerado dos estratos cohesivos de interés, que dependiendo del sondeo, pueden tener una variación espacial vertical de 1 o 2 m: el primer estrato de interés es el situado entre 1 y 5 m de profundidad (hasta 4 m de espesor, 2 m de longitud máxima de drenaje), mientras que el segundo está situado entre 17.19 m y 38 m (entre 9 y 22 m de



espesor, 4.5 a 11 m de longitud máxima de drenaje). Solo en P1 y CPT7, sondeos realizados en el sector del dique, se ha identificado una potencial longitud de drenaje mayor a 7 m, siendo precisamente el sector en el que se colocará mayor espesor de relleno.

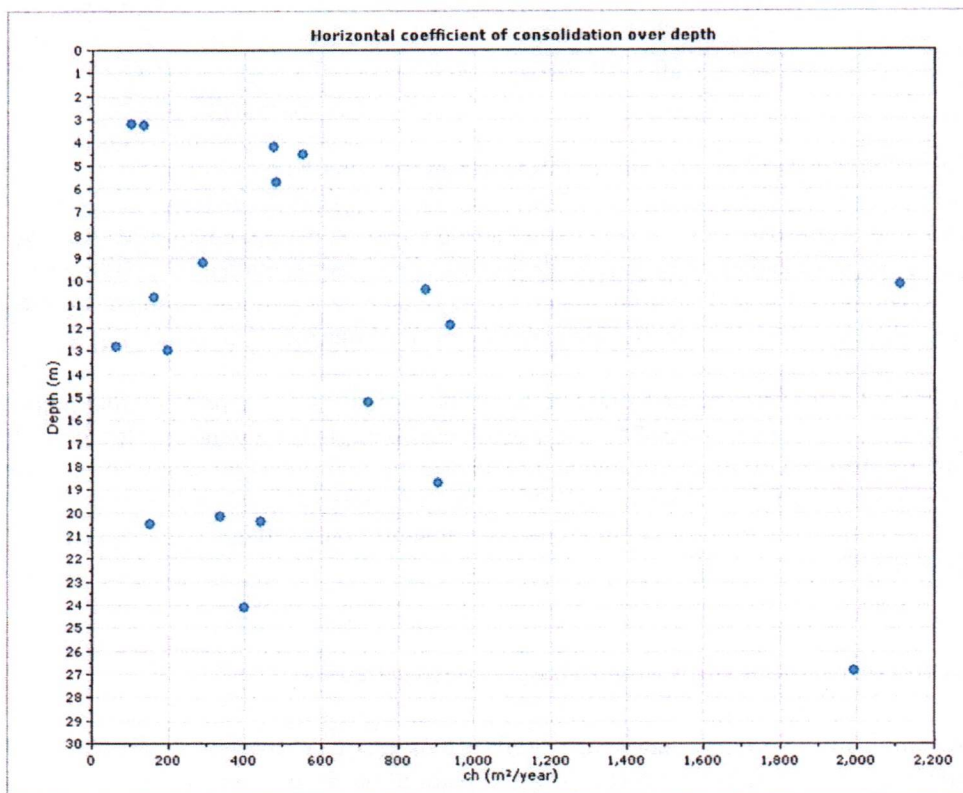


Figura 9. Variación de los coeficientes de consolidación c_{vh} con la profundidad

Por lo tanto, se ha considerado que el estrato arcilloso situado desde los 17-19 m de profundidad, controla la generación y tiempos de asentamientos para la conformación de la plataforma. Los asentamientos producidos en esta capa con menor drenaje son equivalentes a un 50% de los asentamientos totales, por lo que las magnitudes reales de deformaciones remanentes a controlar a mediano plazo serán significativamente menores a las totales. También se ha estimado el tiempo de asentamientos para las capas cohesivas superficiales, que tendrían menores longitudes de drenaje. En cada caso se ha estimado el tiempo que le tomaría al suelo asentarse un 90% y un 50% a través de las siguientes ecuaciones:

$$t_{90\%, 18-32m} = \frac{T_v \cdot H_{dr}^2}{c_v} = \frac{0.848 \cdot (7 \text{ m})^2}{20 - 105 \text{ m}^2/\text{yr}}$$

$$t_{90\%, 18-32m} = \frac{T_v \cdot H_{dr}^2}{c_v} = \frac{0.197 \cdot (7 \text{ m})^2}{20 - 105 \text{ m}^2/\text{yr}}$$



$$t_{90\%, 1-5m} = \frac{T_v \cdot H_{dr}^2}{c_v} = \frac{0.848 \cdot (2 \text{ m})^2}{20 - 105 \text{ m}^2/\text{yr}}$$

$$t_{90\%, 1-5m} = \frac{T_v \cdot H_{dr}^2}{c_v} = \frac{0.197 \cdot (2 \text{ m})^2}{20 - 105 \text{ m}^2/\text{yr}}$$



H_{dr} es la distancia máxima de drenaje del estrato de interés. Por lo tanto, se estima que los estratos compresibles situados superficialmente, se asentarían en un período de hasta 2 meses, mientras que el 50% de la consolidación se daría en menos de 1 mes. El estrato compresible situado desde los 17-19 m de profundidad, en la mayoría de los casos en los que tendría un espesor de hasta 14 m (7 m de longitud de drenaje), se asentaría en un período entre 5 y 24 meses, mientras que el 50% de la consolidación se daría en un tiempo estimado de 1 a 6 meses.

En el sector del dique, el segundo estrato compresible (desde los 17 m), podría tomar un poco más de tiempo en su proceso de consolidación, y esto dependerá de la influencia de los lentes limosos detectados entre 22 y 30 m de profundidad en el drenaje de la masa de suelo. En P1 también se detectó a esa profundidad limos con un 20% de arenas, pero también turbas con un contenido relevante de arenas, por lo que los tiempos de asentamientos para el dique se deberían ir evaluando durante el monitoreo.

5.4. Control de asentamientos y metodología constructiva

Mientras que para las cimentaciones superficiales se ha estimado una magnitud menor a 2 cm de asentamientos; debido a la conformación de la plataforma de espesor de hasta 3.5 m, se han estimado asentamientos muy variables entre 30 y 100 cm, mientras que para las plataformas de hasta 2.5 m de espesor, los espesores estimados son de entre 25 y 80 cm. Además, en el sector del dique, donde se conformará un espesor de relleno de hasta 6.5 m, se han estimado alrededor de 80 cm de asentamientos.

Debido a que el tiempo estimado para la generación del 90% de estos asentamientos sería de entre 5 y 24 meses para los estratos arcillosos situados desde los 17-19 m de profundidad, y de hasta 2 meses para los estratos arcillosos superficiales, se recomienda comenzar los trabajos de conformación lo más pronto posible. Luego de los 2 primeros meses después de terminar de conformar el relleno, existirá un remanente de alrededor de 20 cm de asentamientos por generar. Luego de 5 meses, se estima un remanente de aproximadamente 10 cm.

Se recomienda esperar al menos un lapso de 8 meses luego de haber terminar de conformar la plataforma en cota de proyecto, para empezar con el proceso constructivo de las estructuras, esperando un remanente de asentamientos de alrededor de 5 cm. Si se colocara una precarga de 1 m de altura en los sectores con mayores asentamientos y carga de relleno, adicional al espesor de la plataforma, y se esperara un lapso similar para empezar con la construcción, el remanente de asentamientos sería aún menor.



En cualquier caso, resulta fundamental en este proyecto realizar un exhaustivo monitoreo de la generación de los asentamientos, mediante la colocación de al menos 20 placas de asentamientos distribuidas en toda el área de estudio, y al menos 4 piezómetros de cuerda vibrante.

El relleno y la precarga deberían ser conformados con material de préstamo importado compactado de peso volumétrico 20 KN/m^3 a lo largo y ancho de todo el proyecto. En caso de se requiera reducir el remanente de asentamientos proyectado luego del lapso de 6-8 meses, se debería colocar la precarga de 1 m encima de la cota final de las plataformas, y debería ser mantenida durante un lapso de 6 a 8 meses. Bajo este escenario, el movimiento de tierras debería empezar cuanto antes. Luego de aplicar la precarga (o solo el relleno) el tiempo mínimo recomendado desde la conclusión de la plataforma (6 a 8 meses), según los resultados obtenidos en el monitoreo se decidirá si es posible continuar con el proceso constructivo. A mayor espesor de precarga, el tiempo de monitoreo y espera será menor.

La estimación del tiempo de asentamiento está relacionada con el cuadrado de la distancia máxima de drenaje del suelo (H_{dr}) cuyo modelo podría variar de las condiciones asumidas en los análisis en función de la influencia y disposición 3D de los lentes de arena e intercalaciones limo arenosas. Por otro lado, el parámetro c_{vh} varía a lo largo de la curva esfuerzo-deformación y también por cambios de permeabilidad mientras el suelo se comprime. Adicional a esto, los tiempos mencionados son estimaciones en base a las condiciones puntuales de estudio en las profundidades específicas indicadas. Por lo tanto, debido a la variabilidad aleatoria y la incertidumbre epistémica propia en este tipo de análisis, el monitoreo de la generación de asentamientos mediante placas de asentamientos, e incluso mediante piezómetros de cuerda vibrante en el sitio del proyecto, constituye un aspecto principal.

5.4.1. Metodología de movimiento de tierras

Para empezar el proceso de movimiento de tierras dentro del islote, en primer lugar, se deben drenar las masas superficiales de agua tanto como sea posible con un sistema de canales de desfogue. Luego de realizar este proceso, se debe abatir el nivel de agua con un sistema de bombeo, desbrozar la capa vegetal y colocar una capa de 70 cm conformada por 3 geomallas triaxiales espaciadas verticalmente 35 cm, con material de relleno grueso (tamaño máximo nominal 15 cm), antes de comenzar con el proceso de conformación de relleno. Se resume a continuación el procedimiento:

- Drenar el agua con un sistema de canales
- Abatir el remanente de agua con un sistema de bombeo
- Desbrozar la capa vegetal superficial en un espesor de aproximadamente 30 cm
- Conformar una primera estructura de material granular reforzada con 3 capas de geomallas triaxiales espaciadas 35 cm
- Conformar la plataforma de relleno compactado en capas de 20 cm, hasta alcanzar una altura total de 1.8 m (2.5 m de sobrecarga considerando la estructura reforzada de base)
- Esperar 2 a 3 meses para continuar con la conformación de la plataforma

Para el dique, se debe seguir un procedimiento similar, con la diferencia de que el abatimiento del agua no podrá realizarse sin la previa construcción de un doble tablestacado apoyado, con una profundidad de al menos 10 m debajo del lecho marino. Además, se recomienda que para el sector



del dique, se coloquen 4 capas de geomallas triaxiales espaciadas verticalmente. Con el fin de garantizar continuidad en la ejecución de la obra en esta etapa inicial, se podría realizar la conformación de toda la altura del dique sin esperar los 2 a 3 meses luego de conformar los primeros 2.5 m de espesor. Cabe indicar que el proceso constructivo debería empezar del lado del dique, para posteriormente, una vez conformada esta estructura, continuar con el paso de las maquinarias desde el sector este del islote hacia el oeste.

6. Análisis de Pavimento

Se proyecta construir un sistema de vías de circulación interna dentro del islote, con una sección semi-flexible o adoquinada, con una cota de rasante que estará situada alrededor de la cota +4.5 m, es decir entre 2.0 y 3.5 m por encima del nivel actual del terreno, según los lineamientos iniciales del proyecto. En esta sección se realiza el análisis correspondiente.

6.1. Caracterización de la sub-rasante

Debido a las condiciones geométricas del proyecto, la subrasante de las vías estará conformada principalmente por el material de relleno granular de la plataforma que se va a conformar. A continuación, se detallan las características elásticas del material recomendado de subrasante (relleno), así como de las capas de base que se emplearán como parte de la estructura de pavimento.

- Sub-rasante (material de plataforma): $M_r = 10000$ psi
- Sub-base: $E = 16000$ psi

Se ha tomado el valor de 70 MPa, que corresponde aproximadamente a 10000 psi, para la subrasante conformada por el material importado de la plataforma. Se recomienda desbrozar o remover la capa superficial de material vegetal y conformar la primera base reforzada con geomallas, según los lineamientos indicados en la Sección 5, antes de comenzar con la conformación de las plataformas.

6.2. Diseño de sección típica de Pavimento Semi-flexible

Para la vía de ingreso y las de circulación interna, se ha contemplado la alternativa de pavimento semi-flexible o adoquinado. Para su respectivo diseño se consideran los criterios de la TRRL y las recomendaciones del manual de Euroadoquines de concreto prefabricado, 2001. El pavimento estará diseñado para un período de 20 años de vida útil.

Según el nivel de tránsito de diseño, se define la carga media de tráfico (C) para uso de área residencial, en las vías de ingreso y circulación interna. Por lo tanto, el nivel de tráfico para la vía de ingreso corresponde a C2, y para las vías de circulación interna se ha considerado una condición C3. Se han asumido estos escenarios considerando que las vías estarán sometidas exclusivamente a tráfico liviano durante toda su vida útil. En caso de que no se respetara esta premisa, el diseño presentado en esta sección debería ser reevaluado. Por otro lado, se ha considerado un material de explanada efectivo correspondiente a E2.



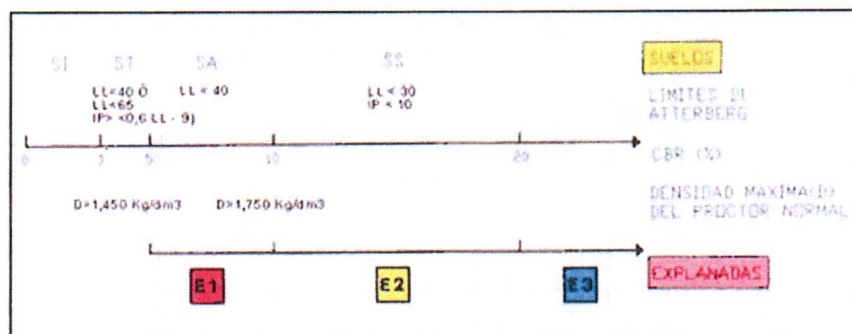


Figura 10. Relación Índice CBR – Explanadas – Tipos de Suelos – Límites de Atterberg

Considerando entonces el tráfico proyectado como condición C2 y C3, respectivamente, y la explanada como E2, obtenemos las secciones típicas de los pavimentos, con el uso de la Figura 11.

Por lo tanto, para un tráfico de las características del proyecto y con rasante adoquinada, en la vía principal tendremos una solución con base granular de espesor variable sobre una subrasante compuesta de material importado granular (plataforma) de 80 cm como mínimo, con un CBR > 20%. De lo expuesto, se presenta el siguiente diseño de pavimento. La diferencia entre la sección típica para la vía de ingreso y las vías secundarias, es el espesor de la capa de base granular.

1. Capa de adoquines de 10 cm de espesor ($MR \geq 4.2$ MPa, módulo de rotura)
2. Capa de arena de 3 cm de espesor
3. Base granular clase I (designación del NEVI-12 MTOP), espesor de 25 cm en la vía principal (20 cm en vías secundarias), compactada al 98% del PM
4. Sub-rasante mejorada con material de relleno granular, material de préstamo importado con un CBR mayor al 20 % y un espesor mínimo de 80 cm, compactado a más del 95% del PM (véase Especificaciones Generales de la NEVI-12 MTOP).





6.2.1. Colocación de bordes de confinamiento

Estos elementos de confinamiento deberían disponer de una cara vertical y recta que esté en contacto con los adoquines, es por esa razón que el uso de bordes de confinamiento prefabricados es preferible frente a los bordes realizados in situ. Las condiciones que deben cumplir los bordes de confinamiento son:

-

Se recomienda elementos de confinamiento que sean de concreto prefabricado con un módulo de rotura de 4.2 MPa. En general, se recomienda siempre que un pavimento adoquinado esté sujeto a mantenimiento local al menos cada 4 años.

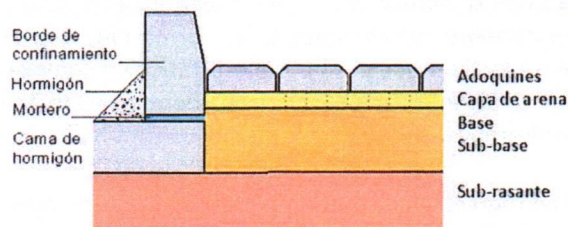


Figura 12. Sección transversal típica de pavimento con bordes de confinamiento

7. Análisis de equilibrio límite

Según el levantamiento de topografía y batimetría, del lado sur del islote, el relieve tiene una mayor pendiente que en el resto de sectores, siendo el sector oeste (del lado contrario al impacto del flujo del río) el que tiene una pendiente menor. Entre los perfiles obtenidos del lado sur, se ha evaluado un comportamiento estratigráfico y geométrico crítico hacia el sur-este.

En esta sección se revisa la estabilidad de los taludes perimetrales del islote, considerando las condiciones críticas preliminarmente evaluadas. El objetivo de esta sección consiste en modelar las condiciones finales con la plataforma de relleno y plantear las soluciones pertinentes, de tal manera que se cumpla con los factores de seguridad globales contra los diferentes mecanismos de falla posibles a lo largo del borde.

Se ha empleado una metodología de equilibrio límite (LEM) mediante el programa Geoslope (2012), para realizar los análisis de estabilidad respectivos. Existen varios modelos matemáticos LEM y en cada uno de estos se asumen diferentes superficies potenciales de falla, las mismas que son divididas en sectores o 'slices'. Entre cada uno de estos sectores o tajadas se consideran fuerzas normales y/o cortantes, y se deben satisfacer las ecuaciones de la estática para verificar el equilibrio. Las metodologías de Bishop satisfacen el equilibrio de momentos a partir de fuerzas normales entre los sectores de la superficie potencial de falla, mientras que la metodología de Janbu satisface el equilibrio de fuerzas considerando asimismo fuerzas cortantes.

Por su parte, las metodologías de Spencer (1967) y Morgenstern y Price (1965) satisfacen el equilibrio de fuerzas y momentos simultáneamente considerando fuerzas normales y de corte entre sectores. El factor de seguridad resultante en estos métodos es aquel en que convergen ambas soluciones para diferentes valores de λ , que es el porcentaje de la función empleada en el análisis para relacionar las fuerzas normales con las de corte. Se han considerado mecanismos de falla radiales (grid, radius) con superficies que tienen una profundidad de hasta 15 m debajo del terreno natural actual. En el modelo analizado se ha evaluado la condición más desfavorable del relieve.



7.1. Análisis de estabilidad estático y pseudo-estático

En primera instancia se revisaron los perfiles del terreno según el levantamiento topo-batimétrico proporcionado, para escoger una condición crítica de análisis. Se escogió un perfil ubicado hacia el sur-oeste. Para esta condición, se obtuvo un factor de seguridad estático y pseudo-estático, según el relieve actual, y posteriormente considerando la conformación de la plataforma de relleno. Al evaluar la condición final y constatar que el FS pseudo-estático no cumplía el umbral requerido, se propuso una alternativa de solución con geomallas, y una berma de 3 m. Se resumen a continuación las características de las soluciones consideradas:

- Pendiente 3H:1V en todo el talud conformado con material de relleno
- Berma de 3 m en cota +2.5 m
- Colocación de cuatro capas de geomallas uniaxiales de 26 m de longitud, espaciadas verticalmente 50 cm
- Enrocado o sistema de geobolsas

A continuación, se muestra la Tabla 5, en la que se especifican las propiedades de resistencia de las diferentes capas de suelo consideradas (congruente con la caracterización geotécnica resumida en la Sección 3), y de los elementos de reforzamiento empleados en las alternativas de solución.

Tabla 5a. Características de materiales y modelos empleados en análisis de equilibrio límite

Material	Modelo de material	Resistencia no drenada al corte (s_u , kPa)	Ángulo de fricción interna (ϕ)	Peso unitario (kN/m^3)
Relleno compactado	Mohr-Coulomb	5	38	19
Mezclas limo-arcillosas	Undrained	17	-	15.5
Arcilla blanda	Undrained	10	-	15.5
Arcilla Firme	Undrained	35	-	16.0
Intercalaciones limo-arenosas	Mohr-Coulomb	2	32	17.0
Arena Media	Mohr-Coulomb	1	35	17.0
Arcilla Firme-Rígida	Undrained	65	-	16

Tabla 5b. Características de los elementos de reforzamiento empleados en el análisis de equilibrio límite

Material	Modelo de material	Longitud (m)	Espaciamiento (m)	Capacidad a la tensión (kN/m)	Factor de reducción de resistencia
Geomallas	Geosynthetic	26	0.50	160	1.2

Posteriormente, se han estimado los mínimos factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos mediante el modelo matemático de Morgenstern y Price (1967), considerando una función semi-senoidal para la relación de fuerzas normales y cortantes entre segmentos de la superficie potencial de falla. Esta función concentra las fuerzas internas de corte hacia el centro de la masa del bloque mientras que las minimiza en las partes superior e inferior. Para la condición pseudo-estática se ha empleado una aceleración media horizontal de 0.25 g, según Noda (1975), para un $PGA=0.40$, aplicable para el sitio del proyecto según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2015.

En el análisis realizado para las condiciones actuales se obtuvo un factor de seguridad estático de alrededor de 4.0 para superficies de falla actuantes hasta 8-9 m de profundidad, mientras que el FS pseudo-estático estimado es ligeramente mayor a 1. Estos son resultados razonables ya que la configuración actual ha sido formada naturalmente. En las Figuras 13 y 14 se muestran los factores de seguridad obtenidos en esta condición analizada, especificando el mínimo FS estimado con color rojo, y la superficie potencial de falla con verde.

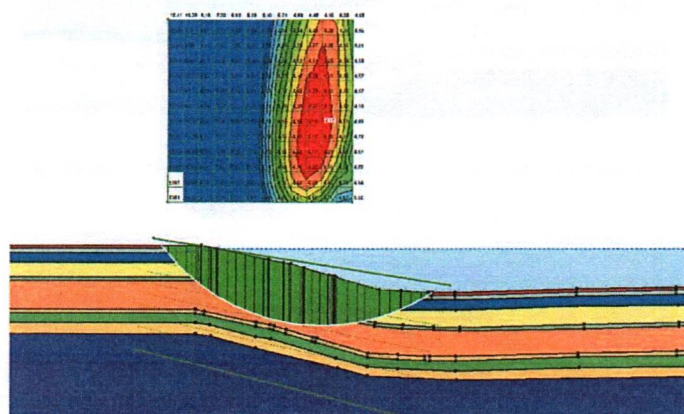


Figura 13. Factor de seguridad estático para condición actual

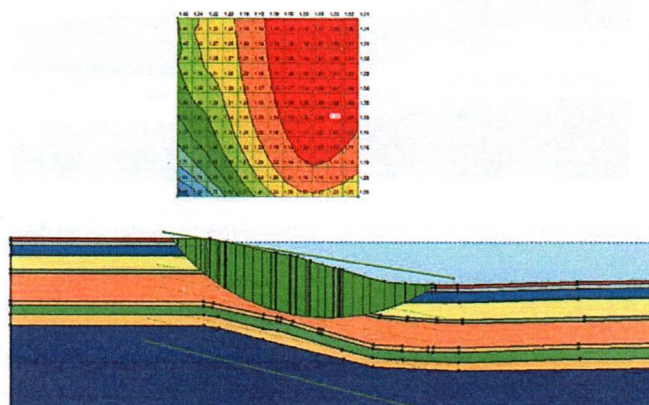


Figura 14. Factor de seguridad pseudo-estático para condición actual

Posteriormente, se analizaron las condiciones estática y pseudo-estática considerando la construcción de la plataforma de relleno hasta la cota +4.5 m. Se realizó un análisis paramétrico con las pendientes de los taludes preliminarmente, hasta que con una pendiente de 3H:1V, se obtuvieron valores de 1.7 y 0.78 como mínimos factores de seguridad estático y pseudo-estático,



respectivamente. Aunque la condición estática se encuentra sobre el umbral mínimo de 1.5 recomendado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015), la condición pseudo-estática no satisface la demanda considerada. En las Figuras 15 y 16 se muestran con rojo los mínimos FS obtenidos, para ambas condiciones respectivamente.

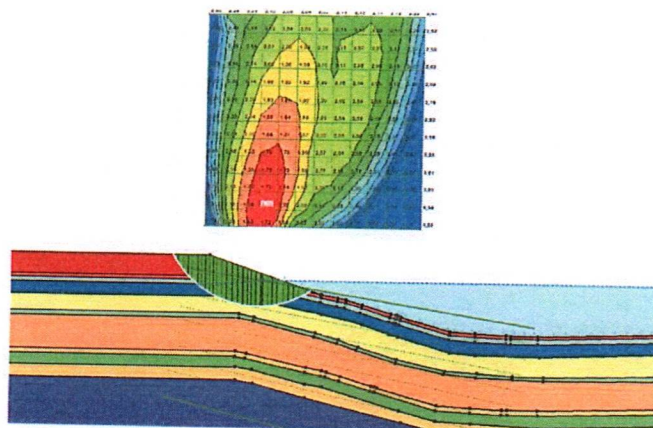


Figura 15. Factor de seguridad estático para condición con plataforma de relleno en cota +4.5 m

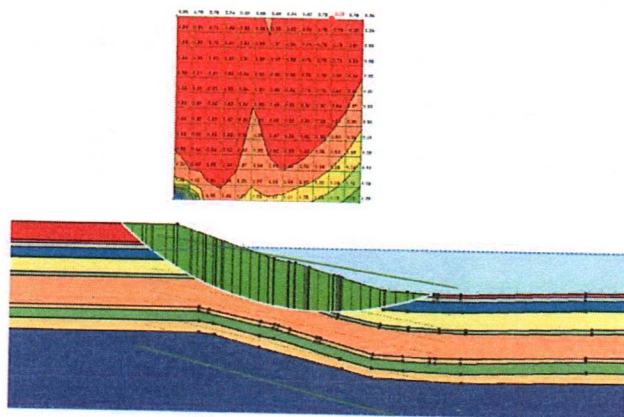


Figura 16. Factor de seguridad pseudo-estático para condición con plataforma de relleno en cota +4.5 m

Dado que la condición topográfica final no satisface el FS pseudo-estático mínimo recomendado, para el mismo talud con pendiente 3H:1V, se consideró la colocación de 4 capas de geomallas uniaxiales de 26 m de longitud, espaciadas verticalmente 50 cm desde la cota +4.0 m (50 cm debajo de la corona del talud). Estos elementos de reforzamiento tienen una resistencia a la tensión última de 160 KN/m, y se ha considerado un factor de reducción de resistencia de 1.2.

En esta etapa del análisis, se fue variando la longitud y número de geomallas, y también se consideró la construcción de una berma de 3 m en cota +2.5 m, manteniendo las pendientes 3H:1V en los taludes superiores e inferiores a la berma. Adicionalmente, se consideró un enrocado (o sistema de



geobolsas) de protección en la ribera entre las cotas -0.5 m y +2.0 m. De esta manera, se obtuvieron FS estático y pseudo-estático de 3.0 y 1.0, respectivamente.

Aunque la condición estática se encuentra sobre el umbral mínimo de 1.5 recomendado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015), la condición pseudo-estática no satisface el mínimo umbral recomendado. Sin embargo, para propósitos de este análisis, y considerando que durante el proceso de consolidación existe una transferencia de la disipación de presión de poros a los esfuerzos efectivos y por ende a la resistencia al corte, se ha considerado que esta es una solución preliminar admisible. En las Figuras 17 y 18 se muestran con rojo los mínimos FS obtenidos, para ambas condiciones respectivamente.

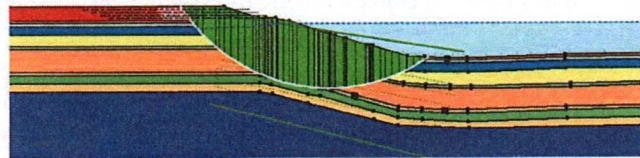
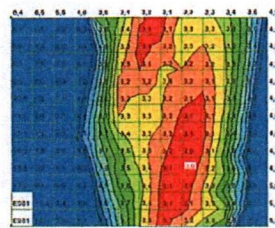


Figura 17. Factor de seguridad estático para solución con geomallas y berma

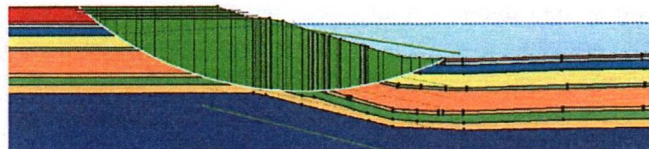
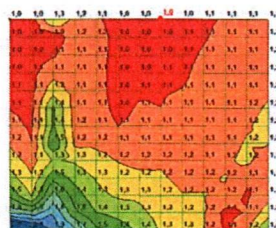
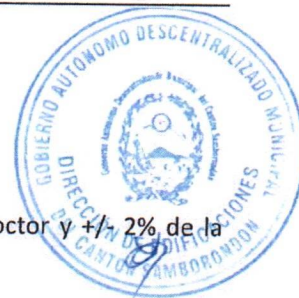


Figura 18. Factor de seguridad pseudo-estático para solución con geomallas y berma

Se debe considerar en la conformación del cuerpo del terraplén, que el material de relleno que se emplee debe cumplir las siguientes características:

- Tamaño máximo de agregado: 10 cm
- Pasante del tamiz No. 200 menor a 15%
- Limite líquido menor a 30%
- Índice plástico menor a 12%
- Capas de compactación de un máximo de 20 cm
- Densidad de compactación mayor a 95% de la máxima de Proctor y $\pm 2\%$ de la humedad óptima (ASTM D1557)
- CBR > 20%



Adicionalmente, se recomienda proteger la cara del talud y el material de relleno con una doble capa de geotextil no tejido, cuya función principal es evitar el ingreso o salida de los materiales finos. En el Anexo E se presenta la solución de estabilidad especificando la geometría de los elementos de filtro, así como la geometría de los taludes y el sector de implantación de los mismos.

8. Conclusiones y Recomendaciones

- Se ha realizado un estudio de cimentaciones y pavimentos a nivel de factibilidad para el proyecto de desarrollo y construcción de Isla Creta, para lo cual se ha planteado la ejecución de una campaña de sondeos CPTu, complementados con perforaciones con recuperación de muestras. Dado que actualmente gran parte del proyecto se encuentra inundado, se ha priorizado la ejecución de sondeos en los sectores secos situados hacia el sur, donde se realizaron 6 sondeos CPTu. Dado que hacia el norte y centro del proyecto, no había acceso por tierra, se bordeó el islote hacia el lado norte, escogiendo 3 puntos estratégicos para identificar las propiedades geotécnicas, tanto con sondeos in-situ como con muestreo de laboratorio. La profundidad de los sondeos realizados varía entre 35 y 47 m.
- La estratigrafía del sitio es relativamente variable en espesores y localizaciones de los estratos, pero en general se encuentra conformado superficialmente por un estrato de series arcillosas de consistencia variable entre muy blanda y blanda, de 3 m de espesor, que yace sobre un potente depósito de series limo arenosas de 7 m de espesor. Desde los 9-10 m de profundidad, medidos desde el nivel de terreno natural, se ha identificado una capa de 2 a 4 m de espesor de arenas de compactidad variable entre suelta y media. Luego, se ha identificado un potente estrato de suelos finos arcillosos de alrededor de 20 m de espesor, con una consistencia que se incrementa ligeramente entre firme y rígida. Dentro de este potente estrato se han detectado intercalaciones areno-limosas de compactidad suelta a profundidades variables, especialmente alrededor de los 20 y 26 m de profundidad. Finalmente, alrededor de los 37 m de profundidad, en la mayoría de los sondeos se ha identificado un lente de arena limosa de compactidad densa, donde han concluido los CPTs.
- Del análisis de licuación realizado, se concluye que el factor de daño asociado a licuación para una cimentación superficial, considerando un escenario de magnitud 7.5 con aceleración máxima de terreno PGA de 0.40 g, es en general entre menor y moderado. Se han detectado capas limo-arenosas licuables, especialmente de 9 a 13 m de profundidad, y en menor medida en las capas suprayacentes, pero el efecto superficial de licuación en cimentaciones generalmente se disipa en las capas suprayacentes de suelos finos arcillosos.



- Para este proyecto, se ha asumido preliminarmente que las principales edificaciones que se van a construir serán viviendas o condominios de hasta 2 pisos altos. Según los análisis de cimentación realizados, en los sectores fuera del lago central, donde el material de relleno a conformar será de alrededor de 2.1 m, se ha estimado una capacidad admisible variable entre 4.1 y 5.5 t/m² para zapatas corridas de ancho variable entre 2 y 1 m, respectivamente, desplantados a 50 cm de la cota final. En la zona central en la que actualmente existe un lago, y por lo tanto el espesor a colocar de relleno será mayor, se ha estimado una capacidad admisible variable entre 5.4 y 8.3 t/m² para zapatas corridas de ancho variable entre 2 y 1 m, respectivamente.
- Por lo tanto, considerando zapatas corridas en una dirección de 1 m de ancho, no se satisfaría el estado límite de falla para la demanda estructural preliminarmente asumida, con un FS de 3, en los sectores fuera de los lagos, debido al espesor de relleno que quedaría debajo de la cimentación. El sistema de cimentación recomendado para edificaciones de 1 piso alto, por lo tanto, es de zapatas corridas en dos direcciones. Para edificaciones de 2 pisos altos, solo se satisface el estado límite de falla en el sector del lago, donde el espesor de relleno asumido es de 2.9 m debajo del desplante de la cimentación. Se requiere un espesor mínimo de 2.3 m por debajo de la cimentación en los sectores fuera de los lagos, para que un sistema de zapatas de 2 direcciones y 1 m de ancho satisfaga el estado límite de falla. Por lo tanto, se debería respetar este espesor mínimo de relleno cuando se requiera construir una edificación de 2 pisos altos.
- La capacidad admisible reportada en este informe, depende en gran medida de la compacidad del material de relleno de la plataforma que se va a construir, sobre el nivel actual. Por lo tanto, se deberá realizar un control de calidad durante el proceso constructivo del material de relleno; se debe puntualizar que un material de relleno de baja compacidad incluso podría propiciar susceptibilidad a licuación superficialmente, por lo que resulta importante el control de calidad, según las siguientes especificaciones:
 - Tamaño máximo de agregado: 10 cm
 - Pasante del tamiz No. 200 menor a 15%
 - Límite líquido menor a 30%
 - Índice plástico menor a 12%
 - Capas de compactación de un máximo de 20 cm
 - Densidad de compactación mayor a 95% de la máxima de Proctor Modificado y +/- 2% de la humedad óptima (ASTM D1557)
 - CBR > 20%
- Para realizar un adecuado control de calidad, se deberían realizar ensayos de clasificación (granulometría y límites) y ensayos Proctor, a una frecuencia mínima de 1 ensayo cada 750 m³. Adicional a esto, se debería realizar al menos 1 ensayo CBR cada 1500 m³, y ensayos de densidad de campo en cada capa, considerando un área de control mínima de 1000 m². Cabe destacar que como parte del mejoramiento masivo previo del terreno, además de desbrozar la capa vegetal y emplear un sistema de bombeo que permita el movimiento de tierras inicial, se debería colocar una triple capa de geomallas biaxiales, espaciadas verticalmente 35 cm, con material de relleno grueso como base.



- Según los análisis de asentamientos, las cimentaciones superficiales generan menos de 2 cm, siempre que se respeten los mínimos espesores de relleno recomendados. Debido a la conformación de la plataforma de relleno, se estimó de manera simplificada una magnitud de 30 a 100 cm de asentamientos a lo largo del lago central, y 25 a 80 cm de asentamientos en el resto del islote. Para el sector del dique, se ha estimado una magnitud de 80 cm de asentamientos.
- Se estima que los estratos compresibles situados superficialmente, se asentarían en un período de hasta 2 meses, mientras que el 50% de la consolidación se daría en menos de 1 mes. El estrato compresible situado desde los 17-19 m de profundidad, en la mayoría de los casos en los que tendría un espesor de hasta 14 m, se asentaría en un período entre 5 y 24 meses, mientras que el 50% de la consolidación se daría en un tiempo estimado de 1 a 6 meses. En el sector del dique, el segundo estrato compresible (desde los 17 m), podría tomar un poco más de tiempo en su proceso de consolidación, y esto dependerá de la influencia de los lentes limosos detectados entre 22 y 30 m de profundidad en el drenaje de la masa de suelo. En P1 también se detectó a esa profundidad limos con un 20% de arenas, pero también turbas con un contenido relevante de arenas, por lo que los tiempos de asentamientos para el dique se deberían ir evaluando durante el monitoreo.
- Debido a que el tiempo estimado para la generación del 90% de estos asentamientos sería de entre 5 y 24 meses para los estratos arcillosos situados desde los 17-19 m de profundidad, y de hasta 2 meses para los estratos arcillosos superficiales, se recomienda comenzar los trabajos de conformación lo más pronto posible. Luego de los 2 primeros meses después de terminar de conformar el relleno, existirá un remanente de alrededor de 20 cm de asentamientos por generar. Luego de 5 meses, se estima un remanente de aproximadamente 10 cm. Se recomienda esperar al menos un lapso de 8 meses luego de haber terminado de conformar la plataforma en cota de proyecto, para empezar con el proceso constructivo de las estructuras, esperando un remanente de asentamientos de alrededor de 5 cm. Si se colocara una precarga de 1 m de altura en los sectores con mayores asentamientos y carga de relleno, adicional al espesor de la plataforma, y se esperara un lapso similar para empezar con la construcción, el remanente de asentamientos sería aún menor.
- Resulta fundamental en este proyecto realizar un exhaustivo monitoreo de la generación de los asentamientos, mediante la colocación de al menos 20 placas de asentamientos distribuidas en toda el área de estudio, y al menos 4 piezómetros de cuerda vibrante. El relleno y la precarga deberían ser conformados con material de préstamo importado compactado de peso volumétrico 20 KN/m³ a lo largo y ancho de todo el proyecto. En caso de se requiera reducir el remanente de asentamientos proyectado luego del lapso de 6-8 meses, se debería colocar la precarga de 1 m encima de la cota final de las plataformas, y debería ser mantenida durante un lapso de 6 a 8 meses. Luego de aplicar la precarga (o solo el relleno) el tiempo mínimo recomendado desde la conclusión de la plataforma (6 a 8 meses), según los resultados obtenidos en el monitoreo se decidirá si es posible continuar con el proceso constructivo.



- Para empezar el proceso de movimiento de tierras dentro del islote, en primer lugar, se deben drenar las masas superficiales de agua tanto como sea posible con un sistema de canales de desfogue. Luego de realizar este proceso, se debe abatir el nivel de agua con un sistema de bombeo, desbrozar la capa vegetal y colocar una capa de 70 cm conformada por 3 geomallas triaxiales espaciadas verticalmente 35 cm, con material de relleno grueso (tamaño máximo nominal 15 cm), antes de comenzar con el proceso de conformación de relleno. Se resume a continuación el procedimiento:
 - Drenar el agua con un sistema de canales
 - Abatir el remanente de agua con un sistema de bombeo
 - Desbrozar la capa vegetal superficial en un espesor de aproximadamente 30 cm
 - Conformar una primera estructura de material granular reforzada con 3 capas de geomallas triaxiales espaciadas 35 cm
 - Conformar la plataforma de relleno compactado en capas de 20 cm, hasta alcanzar una altura total de 1.8 m (2.5 m de sobrecarga considerando la estructura reforzada de base)
 - Esperar 2 a 3 meses para continuar con la conformación de la plataforma
- Para el dique, se debe seguir un procedimiento similar, con la diferencia de que el abatimiento del agua no podrá realizarse sin la previa construcción de un doble tablestacado apuntalado, con una profundidad de al menos 10 m debajo del lecho marino. Además, se recomienda que para el sector del dique, se coloquen 4 capas de geomallas triaxiales espaciadas verticalmente 35 cm y con material de relleno grueso. Con el fin de garantizar continuidad en la ejecución de la obra en esta etapa inicial, se podría realizar la conformación de toda la altura del dique sin esperar los 2 a 3 meses luego de conformar los primeros 2.5 m de espesor. Cabe indicar que el proceso constructivo debería empezar del lado del dique, para posteriormente, una vez conformada esta estructura, continuar con el paso de las maquinarias desde el sector este del islote hacia el oeste.
- Para la vía de ingreso y las vías de circulación interna, se ha contemplado la construcción de pavimento semi-flexible o adoquinado. Considerando un tráfico de las características del proyecto y con rasante adoquinada, en la vía principal se propone una solución con base granular de hasta 25 cm, sobre una subrasante compuesta de material importado granular (plataforma) de 80 cm como mínimo, con un CBR > 20%.
- Se han realizado análisis de estabilidad con una metodología de equilibrio límite, con el fin de evaluar el sector de los taludes de la ribera. Aunque las condiciones estática y pseudo-estática actuales tienen FS aceptables, al momento de conformar la plataforma de relleno, asumiendo taludes 3H:1V, el FS pseudo-estático no satisface la demanda. Por lo tanto, se analizó el mismo sistema de taludes con pendiente 3H:1V, colocando 4 capas de geomallas uniaxiales de 26 m de longitud, espaciadas verticalmente 50 cm. También se consideró la construcción de una berma de 3 m en cota +2.5 m y se modeló un enrocado (o sistema de geobolsas) de protección en la ribera entre las cotas -0.5 m y +2.0 m. De esta manera, se obtuvieron FS estático y pseudo-estático de 3.0 y 1.0, respectivamente, que para este análisis preliminar y considerando el incremento de resistencia al corte que se producirá luego del proceso de consolidación, se asume como aceptable.



- Cabe destacar que el estudio realizado por Subterra tiene como finalidad proporcionar un conocimiento preliminar de las condiciones estratigráficas de la isla, considerando los sitios accesibles al momento de ejecutar la investigación. Los análisis presentados constituyen una base inicial para la evaluación de la viabilidad técnica de las diferentes disciplinas de ingeniería involucradas en el desarrollo, así como para la toma de decisiones comerciales. En este informe se han presentado recomendaciones y análisis orientados principalmente a edificaciones de hasta dos pisos en el interior de la isla.
- Resulta factible la construcción de edificaciones de tres pisos o más; previa ejecución de los estudios geotécnicos específicos en la localización exacta requerida, para definir el tipo de cimentación. Toda construcción que se ejecute en el área de estudio deberá contar con investigaciones geotécnicas específicas, cuyo alcance deberá definirse conforme a los criterios establecidos en la NEC-15 o la normativa vigente al momento de su desarrollo.



Elaborado el 08/08/2018 por:
**FERNANDO JOSE
ILLINGWORTH PENA**
Ingeniero Civil en Geotecnia



Creta

Natural luxury living



Informe Técnico de Evaluación de Riesgos Naturales, Capacidad Urbana y Viabilidad Proyecto Urbanístico CRETA

Elaborado por:

Ing. Cecilia Herrera Villao
Ing. Juan Carlos Erazo

Samborondón, Ecuador

Marzo, 2026



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	OBJETIVOS.....	5
2.1.	Objetivo general	5
2.2.	Objetivos específicos.....	5
3.	BASE LEGAL	6
3.1.	República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Nro. 449, 20 de octubre de 2008.....	6
3.2.	República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS). Registro Oficial Suplemento Nro. 790, 5 de julio de 2016.....	6
3.3.	República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Registro Oficial Suplemento Nro. 303, 19 de octubre de 2010.....	7
3.4.	República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2010). Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. Registro Oficial Suplemento Nro. 306, 22 de octubre de 2010. 7	7
3.5.	Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2020). Resolución Nro. 0005-CTUGS-2020. Ecuador.....	7
3.6.	Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2022). Resolución Nro. 0012-CTUGS-2022. Ecuador.....	7
3.7.	Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2023). Resolución Nro. 014-CTUGS-2023. Registro Oficial Suplemento Nro. 426, 27 de octubre de 2023.....	7
4.	INFORME TOPOGRÁFICO.....	9
4.1.	Objetivo específico del Informe Topográfico	9
4.2.	Metodología específica del Informe Topográfico	9
4.3.	Caracterización del terreno	10
4.4.	Análisis morfológico	10
4.5.	Conclusión topográfica	11
5.	INFORME HIDROLÓGICO.....	12
5.1.	Objetivo específico del Informe Hidrológico	12
5.2.	Condiciones hidrológicas del sitio.....	12
5.3.	Análisis de drenaje.....	12
5.4.	Identificación de amenazas.....	13
5.5.	Evaluación del riesgo.....	13



5.6. Medidas requeridas	14
5.7. Conclusión hidrológica.....	14
6. INFORME VIAL	16
6.1. Objetivo específico del Informe Vial	16
6.2. Infraestructura vial existente	16
6.3. Accesibilidad del proyecto	16
6.4. Generación de tráfico.....	17
6.5. Conteos vehiculares.....	17
6.6. Análisis de capacidad	17
6.7. Puntos críticos.....	18
6.8. Evaluación operativa	18
6.9. Medidas recomendadas.....	18
6.10. Conclusión vial.....	19
7. METODOLOGÍA INSHT ADAPTADA AL COTEXTO TERRITORIAL	20
8. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES GENERADORA DE RIESGOS NATURALES	23
8.1. Condición Geomorfológica y Origen del Suelo	23
8.2. Condición topográfica.....	23
8.3. Condición hidrológica e hidráulica.....	24
9. EVALUACION DE RIESGOS NATURALES	25
9.1. Análisis de riesgos exógenos.....	25
9.2. Sismos y terremotos.....	25
9.3. Movimientos en Masa.....	27
9.4. inundaciones	29
9.5. Tsunamis	30
9.6. Erosión fluvial y socavación.....	31
9.7. Variación del nivel del agua	32
9.8. Sedimentación y cambios morfológicos.....	33
9.9. Aislamiento territorial (condición natural + infraestructura).....	34
10. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES	35
11. CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES	37
BIBLIOGRAFIA	40



Tablas

Tabla Nro. 1: Niveles de Riesgo

Tabla Nro. 2: Valoración de Factores

Tabla Nro. 3: Calificación Cualitativa y Cuantitativa del Riesgo

Figuras

Figura Nro. 1: Zonas sísmicas para propósito de diseño y construcción (NEC)

Figura Nro. 2: Mapa de riesgo sísmico del IRD

Figura Nro. 3: Zonas con Susceptibilidad a movimientos en masa

Figura Nro. 4: Zonas con Susceptibilidad a Inundaciones

Figura Nro. 5: Mapa de riesgos por tsunamis en Ecuador



1. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico Integrado de los estudios topográfico, hidrológico y vial del Proyecto Urbanístico Isla Creta tiene como finalidad evaluar de manera integral las condiciones físicas, hidráulicas y de accesibilidad del área donde se desarrollará el proyecto, con el propósito de sustentar su viabilidad técnica y establecer los criterios de diseño necesarios para su adecuada implementación.

El proyecto se localiza en un entorno insular dentro del sector de Nuevo Samborondón, caracterizado por su proximidad al sistema fluvial del río Babahoyo y su influencia hidrodinámica, lo cual condiciona directamente el comportamiento del terreno, el drenaje natural y los riesgos asociados a inundaciones. En este contexto, la interacción entre la topografía, la dinámica hídrica y la infraestructura vial existente constituye un factor determinante para el desarrollo urbanístico del área.

El estudio topográfico permite caracterizar la morfología del terreno y sus condiciones altimétricas, identificando limitaciones relacionadas con la pendiente y el escurrimiento superficial. Por su parte, el análisis hidrológico evalúa el comportamiento del agua en el sitio, incluyendo el nivel freático, la influencia de mareas y crecidas, así como los riesgos asociados a eventos extremos. Complementariamente, el estudio vial analiza la capacidad operativa del sistema de transporte existente y proyectado, considerando la generación de viajes del proyecto y su impacto sobre la red vial.

La integración de estos tres componentes técnicos permite establecer una visión integral del territorio, identificando condicionantes, riesgos y requerimientos de infraestructura necesarios para garantizar la funcionalidad, seguridad y sostenibilidad del proyecto. En este sentido, el presente informe constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones, el diseño del proyecto y su proceso de regularización y aprobación ante las autoridades competentes.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Elaborar el Informe Técnico de Evaluación de Riesgos, Capacidad Urbana y Viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA, mediante el análisis integrado de las condiciones topográficas, hidrológicas y viales del área de implantación, con el fin de sustentar técnicamente su viabilidad.

2.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar las condiciones topográficas del área del Proyecto Urbanístico CRETA, identificando sus características morfológicas, pendientes y cotas, así como sus implicaciones en el desarrollo urbanístico.
- b. Analizar el comportamiento hidrológico del sitio, determinando los riesgos asociados a inundaciones, variaciones del nivel hídrico y condiciones de drenaje.
- c. Evaluar la capacidad urbana y vial del entorno del proyecto, considerando la accesibilidad, generación de tráfico y niveles de servicio del sistema vial existente y proyectado.





3. BASE LEGAL

El presente Informe Técnico de Evaluación de Riesgos, Capacidad Urbana y Viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA se sustenta en la siguiente normativa vigente del Ecuador:

3.1. República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Nro. 449, 20 de octubre de 2008.

Art. 241.- Planificación y ordenamiento territorial. - "La planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados."

Art. 264.- Competencias exclusivas de los gobiernos municipales. - "Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial (...)
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón."

Art. 375.- Derecho al hábitat y a la vivienda. - "El Estado (...) garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna (...) con enfoque en la gestión de riesgos."

Art. 389.- Gestión de riesgos. - "El Estado protegerá a las personas (...) asegurando que todas las instituciones incorporen obligatoriamente la gestión de riesgo en su planificación."

Art. 415.- Ordenamiento territorial urbano. - "El Estado (...) adoptará políticas integrales de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo (...)"

3.2. República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS). Registro Oficial Suplemento Nro. 790, 5 de julio de 2016.

Art. 1.- Objeto. - "El ejercicio de las competencias de ordenamiento territorial (...) promueve el desarrollo equitativo del territorio y el derecho a un hábitat seguro y saludable (...)"

Art. 3.- Fines del ordenamiento territorial. - "El ordenamiento territorial (...) se orienta al acceso equitativo al suelo, la vivienda digna, el hábitat seguro y saludable (...)"

Art. 5.- Principios. - "Principios: equidad territorial, coherencia territorial, derecho a la ciudad (...)"

Art. 6.- Derechos relacionados al hábitat y ciudad. - "Las competencias (...) estarán orientadas a procurar la efectividad de los derechos a un hábitat seguro y saludable (...)"

Art. 7.- Función social y ambiental de la propiedad. - "La función social y ambiental de la propiedad implica el uso sustentable del suelo (...)"

Art. 15.- Instrumentos de planificación territorial. - "Los Planes de Uso y Gestión del Suelo serán vinculantes y de obligatorio cumplimiento."



Art. 44.- Gestión del suelo. - "La gestión del suelo es la acción de administrarlo (...) para permitir su aprovechamiento sostenible."

3.3. República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Registro Oficial Suplemento Nro. 303, 19 de octubre de 2010.

Art. 55.- Competencias exclusivas del GAD municipal. - "Son competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal:

- a. Planificar el desarrollo cantonal (...)
- b. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo (...)"

Art. 140.- Gestión de riesgos. - "La gestión de riesgos (...) deberá incorporarse en la planificación territorial."

3.4. República del Ecuador – Asamblea Nacional. (2010). Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. Registro Oficial Suplemento Nro. 306, 22 de octubre de 2010.

Art. 41.- Planes de desarrollo. - "Los planes de desarrollo son las directrices principales (...) respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo en el territorio."

Art. 43.- Planes de ordenamiento territorial. - "Los planes de ordenamiento territorial (...) tienen por objeto ordenar (...) los asentamientos humanos (...)"

3.5. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2020). Resolución Nro. 0005-CTUGS-2020. Ecuador.

Art. 3.- Incorporación de la gestión de riesgos. - "Los instrumentos de planificación deberán incorporar obligatoriamente la gestión de riesgos (...)"

Art. 5.- Condiciones de seguridad y sostenibilidad. - "El uso y gestión del suelo deberá garantizar condiciones de seguridad (...)"

3.6. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2022). Resolución Nro. 0012-CTUGS-2022. Ecuador.

Art. 4.- Clasificación del suelo. - "La clasificación del suelo se realizará en función de su aptitud (...)"

Art. 6.- Parámetros de edificabilidad. - "Los parámetros deberán considerar condiciones de riesgo, accesibilidad e infraestructura (...)"

3.7. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2023). Resolución Nro. 014-CTUGS-2023. Registro Oficial Suplemento Nro. 426, 27 de octubre de 2023.

Art. 2.- Actualización de instrumentos de planificación. - "Los GAD deberán actualizar sus instrumentos incorporando gestión de riesgos y capacidad urbana."





Informe Técnico de Evaluación de Riesgos Naturales, Capacidad
Urbana y Viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA
Marzo, 2026

Art. 7.- Viabilidad técnica de proyectos urbanísticos. - "Los proyectos deberán demostrar su viabilidad técnica en función de las condiciones del territorio (...)".



4. INFORME TOPOGRÁFICO

El presente informe topográfico tiene como finalidad determinar de manera precisa las condiciones físicas y geomorfológicas del área de implantación del Proyecto Urbanístico CRETA, mediante el análisis detallado de su configuración altimétrica, pendientes y morfología del terreno. Este análisis constituye la base técnica fundamental para el diseño de la infraestructura urbanística, la evaluación del comportamiento hidráulico y la identificación de condicionantes naturales que inciden directamente en la viabilidad del proyecto.

En este contexto, el análisis topográfico se desarrolla bajo los siguientes criterios técnicos:

4.1. Objetivo específico del Informe Topográfico

Caracterizar las condiciones físicas del terreno del proyecto Isla Creta mediante análisis topográfico detallado, con el fin de establecer las bases para el diseño urbanístico, hidráulico y vial.

4.2. Metodología específica del Informe Topográfico

La metodología del levantamiento topográfico se fundamenta en la aplicación de técnicas geodésicas de alta precisión, orientadas a garantizar la exactitud, confiabilidad y georreferenciación de la información obtenida en campo. Este proceso permite establecer una base técnica sólida para la generación de productos topográficos y su posterior utilización en los análisis morfológicos, hidráulicos y de diseño del Proyecto Urbanístico CRETA.

Para el levantamiento de información se emplearon equipos GNSS de alta precisión, garantizando la georreferenciación del terreno conforme al sistema de referencia WGS-84 / SIRGAS, en proyección UTM zona 17 Sur.

El levantamiento topográfico se ejecutó mediante:

- Equipos GNSS de alta precisión
- Georreferenciación a la Red Geodésica Nacional (REGME), enlazado a la estación permanente GQEC ubicada en el sector Atarazana
- Sistema de referencia WGS-84 / SIRGAS
- Proyección UTM Zona 17 Sur

El proceso incluyó:

- Levantamiento GNSS en modo estático para puntos de control
- Levantamiento GNSS en modo RTK para detalle topográfico
- Tiempo mínimo de observación: ≥ 30 minutos
- Intervalo de captura: ≤ 10 segundos
- PDOP máximo: 4
- Número mínimo de satélites: ≥ 13 (GPS/GLONASS)
- Ángulo de elevación: $\leq 15^\circ$
- Precisión horizontal: $\leq \pm 2$ cm (95%)



El procesamiento se realizó considerando el modelo geoidal EGM2008, conforme a estándares del IGM (IGMC-PG-N-ET-01).

A partir de esta información se generaron los siguientes productos técnicos:

- Modelo Digital de Elevación (MDE)
- Curvas de nivel
- Análisis de pendientes

Lo que permitió obtener una representación detallada del comportamiento morfológico del terreno.

4.3. Caracterización del terreno

La caracterización del terreno se realiza a partir del análisis de la información topográfica levantada en campo y su procesamiento mediante modelos digitales, lo que permite definir las condiciones físicas, geomorfológicas y altimétricas del área de estudio. Este análisis constituye un elemento fundamental para evaluar la aptitud del sitio, así como para identificar las restricciones naturales que pueden incidir en el desarrollo del Proyecto Urbanístico CRETA.

El área del proyecto presenta una superficie aproximada de 48,10 hectáreas y se caracteriza por una morfología predominantemente plana, propia de zonas insulares asociadas a sistemas fluviales.

De manera específica, el terreno presenta:

- Superficie aproximada: 48.10 ha
- Morfología: insular
- Relieve: plano
- Pendientes: menores al 2%
- Variación altimétrica: mínima

En términos altimétricos, el terreno presenta cotas que oscilan entre:

- Cota mínima: ~2.27 m
- Cota máxima: ~3.81 m
- Diferencia: ~1.54 m

Estas condiciones confirman la uniformidad del relieve y la baja capacidad de escurrimiento natural.

4.4. Análisis morfológico

El análisis morfológico del área del proyecto, basado en la interpretación del modelo digital de elevación y las curvas de nivel generadas a partir del levantamiento topográfico, permite identificar las características del relieve que condicionan el comportamiento del drenaje superficial y la dinámica del agua en el terreno. Estas condiciones son determinantes para comprender la respuesta hidráulica del sitio, establecer los criterios técnicos necesarios para su adecuada intervención.



Durante el análisis se identificaron características relevantes que inciden directamente en el comportamiento hidráulico del terreno:

- Microdepresiones naturales
- Zonas de acumulación de agua
- Baja capacidad de drenaje natural
- Escasa pendiente longitudinal

Estas condiciones evidencian un terreno hidráulicamente sensible, donde la escurrentía superficial es limitada y depende de soluciones artificiales.

4.5. Conclusión topográfica

A partir del análisis del levantamiento topográfico, del modelo digital de elevación y de la evaluación de las características morfológicas del terreno, se establecen las principales condiciones físicas que inciden directamente en el comportamiento hidráulico y en la aptitud del área para el desarrollo urbanístico del Proyecto Urbanístico Creta. Estas condiciones permiten identificar los factores limitantes y las implicaciones técnicas que deben ser consideradas en el diseño y planificación del proyecto.

En consecuencia, desde el punto de vista topográfico, el terreno presenta:

- Alta homogeneidad
- Baja pendiente
- Alta susceptibilidad a inundación



Condicionante principal:

La topografía predominantemente plana del área de estudio, caracterizada por pendientes inferiores al 2% y una limitada variación altimétrica, restringe significativamente la capacidad de evacuación natural de las aguas superficiales, reduciendo la eficiencia del escurrimiento y favoreciendo la acumulación de agua en zonas deprimidas. Esta condición genera un comportamiento hidráulico deficitario, donde la escurrentía es lenta y altamente dependiente de la microtopografía existente.

Adicionalmente, la baja pendiente longitudinal limita la generación de gradientes hidráulicos suficientes para el transporte gravitacional del agua, incrementando el riesgo de encharcamiento, saturación del suelo y potenciales procesos de inundación, especialmente en escenarios de alta precipitación o incremento del nivel del cuerpo hídrico adyacente.

En este contexto, el desarrollo del Proyecto Urbanístico Creta requiere obligatoriamente la implementación de soluciones hidráulicas artificiales, tales como la elevación de cotas mediante rellenos controlados, la conformación de pendientes funcionales, el diseño de sistemas de drenaje pluvial superficial y subterráneo, así como la incorporación de estructuras de almacenamiento y control de caudales. Estas medidas son indispensables para garantizar la estabilidad del terreno, la funcionalidad del sistema urbano y la mitigación de riesgos asociados al comportamiento hidrológico del sitio.



5. INFORME HIDROLÓGICO

El análisis hidrológico del área del proyecto Isla Creta tiene como propósito evaluar el comportamiento del agua superficial y subterránea, así como identificar los riesgos asociados a inundaciones.

5.1. Objetivo específico del Informe Hidrológico

Evaluar el comportamiento hidrológico del área del proyecto y determinar los riesgos asociados a inundaciones y variaciones del nivel hídrico.

5.2. Condiciones hidrológicas del sitio

El análisis de las condiciones hidrológicas del área de estudio permite comprender la interacción entre los procesos fluviales, estuarinos y las características físicas del terreno, los cuales determinan el comportamiento del agua superficial y subterránea en el sitio. Este análisis es fundamental para identificar los factores que influyen en la dinámica hídrica, evaluar los niveles de vulnerabilidad y establecer los criterios técnicos necesarios para la gestión del drenaje y la mitigación de riesgos en el Proyecto Urbanístico CRETA.

El proyecto se ubica en:

- Zona insular
- Proximidad directa al río Babahoyo
- Sistema estuarino asociado al río Guayas
- Influencia de mareas, crecidas y dinámica sedimentaria



Adicionalmente:

- El canal que separa la isla presenta aproximadamente 100 m de ancho
- El área ha sido formada por procesos de transporte y deposición de sedimentos

Las condiciones identificadas son:

- Nivel freático alto
- Escorrentía superficial lenta
- Alta saturación del suelo

Estas características, combinadas con la topografía, generan alta sensibilidad hidrológica.

5.3. Análisis de drenaje

El análisis del drenaje en el área del proyecto se fundamenta en la evaluación de la capacidad del terreno para evacuar aguas superficiales bajo condiciones naturales, así como en la identificación de los factores hidrológicos y geomorfológicos que condicionan dicho comportamiento. Este análisis permite determinar las limitaciones del sistema de drenaje natural y establecer la necesidad de implementar soluciones hídricas que garanticen el adecuado manejo de escorrentías y la estabilidad del desarrollo urbanístico del Proyecto Urbanístico CRETA.

Debido a la topografía del terreno:

- No existe drenaje natural eficiente



- El agua se acumula en depresiones
- Existe dependencia total de drenaje artificial

El comportamiento hidráulico está condicionado además por:

- Dinámica de mareas
- Variaciones del nivel del río
- Interacción flujo-sedimento

5.4. Identificación de amenazas

La identificación de amenazas en el área de estudio se fundamenta en el análisis de las condiciones hidrológicas, geomorfológicas y dinámicas fluviales que caracterizan el entorno del proyecto. Este proceso permite reconocer los eventos y procesos naturales que pueden afectar la estabilidad del terreno y la funcionalidad del desarrollo urbanístico, así como establecer el nivel de exposición del sitio frente a fenómenos asociados al comportamiento del sistema hídrico. En este contexto, se evalúan tanto las amenazas de origen hidráulico como los procesos morfodinámicos del cauce, los cuales inciden directamente en la generación de riesgos para el Proyecto Urbanístico CRETA.

Amenazas naturales identificadas:

- Inundación fluvial → ALTA
- Incremento del nivel del río → ALTA
- Saturación del suelo → ALTA
- Erosión fluvial → MEDIA – ALTA

El sistema presenta procesos de:

- Erosión lateral de cauce
- Sedimentación activa
- Migración meandriforme

Se identifican tipos de erosión:

- Erosión general
- Erosión local
- Erosión transitoria
- Erosión permanente

5.5. Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo en el área del proyecto se realiza mediante la integración de los factores de amenaza, vulnerabilidad y exposición, con el fin de determinar el nivel de afectación potencial frente a los fenómenos identificados. Este enfoque permite establecer una valoración técnica del riesgo, considerando tanto las condiciones naturales del sitio como las características del uso proyectado, y constituye una base fundamental para la definición de medidas de mitigación y la viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA.

PROYECTO URBANISTICO CRETA



Aplicando el modelo:

Riesgo = Amenaza × Vulnerabilidad × Exposición

Se obtiene:

- Amenaza: ALTA
- Vulnerabilidad: ALTA (por topografía)
- Exposición: ALTA (uso residencial proyectado)

Resultado:

RIESGO HIDROLÓGICO ALTO

5.6. Medidas requeridas

Las medidas requeridas para el desarrollo del proyecto se definen a partir de los resultados del análisis hidrológico y la evaluación del riesgo, con el objetivo de mitigar los efectos de las condiciones naturales identificadas y garantizar la funcionalidad hidráulica del área. Estas medidas responden a la necesidad de controlar el comportamiento del agua en el sitio, reducir la vulnerabilidad del terreno y asegurar condiciones adecuadas para la implantación del Proyecto Urbanístico CRETA, mediante soluciones de ingeniería que integran criterios de drenaje, protección y regulación de caudales.

Para garantizar la viabilidad del proyecto se requieren:

- Elevación de plataforma (relleno controlado)
- Sistema de drenaje pluvial integral
- Lagunas de retención
- Estaciones de bombeo
- Protección de bordes contra erosión

Adicionalmente:

- Diseño hidráulico basado en modelación hidrodinámica (HEC-RAS 2D)
- Evaluación de escenarios de creciente (hasta periodo de retorno de 100 años)
- Diseño de obras de protección con enrocado y geotextil (criterios USACE y FHWA)

5.7. Conclusión hidrológica

A partir del análisis de las condiciones hidrológicas, la evaluación del drenaje y la identificación de amenazas y riesgos asociados, se establecen las conclusiones técnicas que determinan la viabilidad del proyecto desde el punto de vista hidráulico. Estas conclusiones sintetizan los principales condicionantes del sitio y definen los criterios obligatorios que deben cumplirse para garantizar la estabilidad del terreno, la adecuada gestión del agua y la seguridad del desarrollo urbanístico del Proyecto Urbanístico CRETA.

El proyecto es viable únicamente si:

- Se controla artificialmente el drenaje



- Se eleva la cota del terreno
- Se implementa infraestructura hidráulica

Condicionante crítico:

El riesgo hidráulico constituye el principal factor de diseño del proyecto debido a la interacción directa entre las condiciones topográficas, hidrológicas y morfodinámicas del sitio, las cuales determinan un comportamiento altamente restrictivo para el manejo natural del agua. La baja pendiente del terreno, la escasa variación altimétrica y la presencia de un nivel freático elevado limitan la capacidad de evacuación gravitacional, generando condiciones propicias para la acumulación de agua, saturación del suelo y aumento de la presión intersticial.

Adicionalmente, la influencia del sistema fluvial del río Babahoyo, caracterizado por variaciones en el nivel del agua, eventos de crecienta y dinámica estuarina, introduce un componente externo que incrementa la incertidumbre hidráulica del sitio. A esto se suma la interacción flujo-sedimento, que puede generar procesos de erosión lateral, sedimentación y modificaciones en la morfología del cauce, afectando la estabilidad de los bordes y la funcionalidad del terreno.

Desde el punto de vista técnico, estas condiciones implican que el comportamiento hidráulico no es controlado por procesos naturales estables, sino que depende de intervenciones de ingeniería para regular el flujo, almacenar excedentes y proteger la infraestructura. En consecuencia, el diseño del proyecto debe priorizar el control del riesgo hidráulico mediante la definición de cotas de implantación seguras, la incorporación de sistemas de drenaje eficientes, la regulación de caudales y la implementación de obras de protección, siendo este componente el eje central que condiciona la viabilidad, seguridad y sostenibilidad del Proyecto Urbanístico CRETA.



6. INFORME VIAL

El estudio vial analiza la capacidad del sistema de transporte existente frente a la demanda generada por el proyecto.

6.1. Objetivo específico del Informe Vial

Evaluar el impacto del proyecto sobre el sistema vial existente y determinar su capacidad operativa actual y futura.

6.2. Infraestructura vial existente

El análisis de la infraestructura vial existente en el área de influencia del proyecto tiene como finalidad caracterizar las condiciones actuales de conectividad, capacidad y funcionalidad del sistema de transporte, identificando los elementos que inciden en la accesibilidad al sitio y en la operación del flujo vehicular. Este análisis permite establecer la base para evaluar la capacidad urbana del entorno y determinar la aptitud del sistema vial para soportar la demanda generada por el Proyecto Urbanístico CRETA.

El proyecto se conecta mediante:

- Vial 1
- Vial 8
- Vial 12

Características:

- Flujo bidireccional
- Hasta 3 carriles por sentido
- Ancho aproximado de 40 m
- Parterres, aceras y ciclovías
- Velocidad regulada: 70 km/h

Adicionalmente:

- El Vial 1 actualmente presenta 2 carriles sin separación ni veredas en ciertos tramos
- Infraestructura en buen estado con pavimento rígido

6.3. Accesibilidad del proyecto

El análisis de la accesibilidad del proyecto se orienta a evaluar las condiciones de conexión entre el área de implantación y la red vial existente, considerando las rutas de ingreso y salida, la continuidad de los corredores viales y la integración del proyecto con el sistema de transporte del entorno. Este análisis permite determinar la funcionalidad de los accesos, la eficiencia en la movilidad y su incidencia en la operación vial del Proyecto Urbanístico CRETA.

El acceso se realiza mediante:

- Conexión Vial 1 → Vial 8 (1.65 km)
- Vial 8 → Vial 12 (1.26 km)



- Conexión final mediante puente hacia Isla Creta

6.4. Generación de tráfico

El análisis de la generación de tráfico del proyecto se fundamenta en la estimación de los volúmenes vehiculares asociados al uso residencial propuesto, considerando el número de unidades habitacionales y los patrones de movilidad típicos del sector. Este análisis permite identificar la distribución temporal de la demanda vehicular, especialmente en horas pico, y evaluar su incidencia sobre la capacidad operativa del sistema vial existente en el área de influencia del Proyecto Urbanístico CRETA.

El proyecto contempla 534 unidades habitacionales, generando demanda concentrada en:

- Hora pico AM: 07:00 – 08:00
- Hora pico PM: 18:00 – 19:00

6.5. conteos vehiculares

El análisis de los conteos vehiculares se orienta a determinar las condiciones actuales de operación del sistema vial en el área de influencia del proyecto, mediante la cuantificación de los volúmenes de tráfico, la identificación de las horas de mayor demanda y la caracterización de la composición vehicular. Esta información constituye un insumo fundamental para evaluar la capacidad vial existente y establecer la línea base sobre la cual se proyecta el impacto del Proyecto Urbanístico CRETA.

Se realizaron en la intersección Vial 1 – Vial 8, obteniendo:

- Tráfico diario: 7,140 vehículos
- Hora pico AM: 795 vehículos
- Hora pico PM: 605 vehículos
- PHF: 0.85 – 0.93
- Vehículos pesados: ~4%



6.6. Análisis de capacidad

El análisis de capacidad vial se desarrolla con el objetivo de evaluar el desempeño operativo del sistema de transporte en el área de influencia del proyecto, considerando la relación entre la demanda vehicular y la infraestructura existente. Para ello, se aplican metodologías reconocidas internacionalmente que permiten determinar el nivel de servicio, la capacidad disponible y las condiciones de flujo vehicular, así como proyectar el comportamiento del sistema a futuro bajo distintos escenarios de crecimiento. Este análisis constituye la base para determinar la aptitud del sistema vial frente a la demanda generada por el Proyecto Urbanístico CRETA.

Se aplicaron metodologías HCM y AASHTO, evaluando:

- Nivel de servicio (LOS)
- Capacidad vial
- Flujo vehicular

Además, se incorporó:



- Modelación con software de capacidad vial
- Proyección de crecimiento vehicular
- Evaluación a 5 y 20 años

Resultado:

- Condición actual: aceptable
- Condición proyectada: funcional con restricciones



6.7. Puntos críticos

La identificación de puntos críticos en la red vial se orienta a reconocer aquellos sectores donde se presentan condiciones de mayor sensibilidad operativa, ya sea por concentración de flujos vehiculares, configuración geométrica o dependencia funcional del sistema de accesos. Este análisis permite determinar las áreas que pueden experimentar congestión, conflictos de tráfico o limitaciones en la capacidad, constituyendo elementos clave para la evaluación de la funcionalidad del sistema vial frente a la demanda generada por el Proyecto Urbanístico CRETA.

- Redondel Vial 1 – Vial 8
- Conexión hacia Isla Creta
- Acceso único (alta dependencia)

6.8. Evaluación operativa

La evaluación operativa del sistema vial se orienta a determinar su desempeño funcional frente a las condiciones actuales y proyectadas de demanda vehicular, considerando los niveles de servicio, la capacidad disponible y la eficiencia del flujo de tráfico. Este análisis permite establecer el grado de funcionalidad de la infraestructura existente, identificar posibles limitaciones operativas y evaluar su capacidad de respuesta ante el incremento de tráfico generado por el Proyecto Urbanístico CRETA. El sistema vial:

- Soporta la demanda actual
- Se aproxima a condiciones críticas con crecimiento futuro
- Presenta niveles de servicio tipo A en escenarios modelados
- Puede presentar degradación puntual a nivel B en movimientos específicos

6.9. Medidas recomendadas

Las medidas recomendadas se establecen a partir de los resultados del análisis de capacidad, la evaluación operativa y la identificación de puntos críticos en la red vial, con el objetivo de optimizar el funcionamiento del sistema de transporte y garantizar condiciones adecuadas de movilidad. Estas acciones están orientadas a mejorar la eficiencia del flujo vehicular, incrementar la seguridad vial y asegurar la capacidad de respuesta del sistema frente al crecimiento proyectado de la demanda asociada al Proyecto Urbanístico CRETA.

- Mejoras geométricas en redondeles
- Señalización horizontal y vertical
- Posible semaforización futura



- Gestión de accesos
- Planificación de expansión vial

6.10. Conclusión vial

A partir del análisis de la infraestructura existente, la evaluación de la accesibilidad, los conteos vehiculares y la modelación de capacidad, se establecen las conclusiones técnicas respecto al desempeño del sistema vial en el área de influencia del proyecto. Estas conclusiones permiten determinar el nivel de funcionalidad de la red de transporte, así como las condiciones bajo las cuales el sistema puede responder a la demanda actual y proyectada generada por el Proyecto Urbanístico CRETA. El sistema vial es:

FUNCIONALMENTE VIABLE

Pero condicionado a:

- Crecimiento urbano del sector
- Implementación de mejoras progresivas

La funcionalidad del sistema vial se encuentra condicionada al crecimiento urbano del sector, el cual incidirá directamente en el incremento progresivo de la demanda vehicular, generando mayores volúmenes de tráfico y presión sobre la infraestructura existente. Este crecimiento, asociado a nuevos desarrollos urbanísticos en el área de influencia, puede provocar una disminución en los niveles de servicio, especialmente en intersecciones críticas y puntos de acceso con alta dependencia operativa.

En este contexto, la sostenibilidad del sistema vial depende de la implementación de mejoras progresivas que permitan mantener condiciones adecuadas de operación a lo largo del tiempo. Estas mejoras deben contemplar intervenciones en la geometría vial, optimización de intersecciones, gestión eficiente de accesos, señalización y, de ser necesario, la incorporación de dispositivos de control de tráfico, tales como sistemas semafóricos.

Adicionalmente, se requiere una planificación vial a mediano y largo plazo que considere escenarios de crecimiento urbano, con el fin de anticipar posibles saturaciones del sistema y garantizar la capacidad de respuesta de la infraestructura frente a la demanda proyectada. En consecuencia, la viabilidad vial del Proyecto Urbanístico CRETA no solo depende de las condiciones actuales del sistema, sino de la ejecución oportuna de medidas de mejora que aseguren su funcionamiento continuo y eficiente.



7. METODOLOGÍA INSHT ADAPTADA AL COTEXTO TERRITORIAL

La metodología utilizada para la evaluación de riesgos se fundamenta en el documento "Evaluación de Riesgos Laborales" desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, s.f.). No obstante, dicha metodología ha sido adaptada por el equipo consultor con el fin de aplicarla específicamente al análisis de riesgos naturales y antrópicos asociados al área de implantación del Proyecto Urbanístico CRETA.

Esta adaptación permite evaluar de manera integral los factores que inciden en la generación de riesgos, considerando las características físicas del entorno, la dinámica hidrológica y las condiciones de ocupación del suelo. Para la estimación de los niveles de riesgo, se realiza una valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados y las consecuencias potenciales derivadas de los mismos, lo que permite establecer una clasificación técnica del riesgo en función de su magnitud e impacto. El resultado de este proceso se representa mediante matrices de evaluación que integran dichos factores, permitiendo una interpretación clara del nivel de riesgo y facilitando la definición de medidas de mitigación y control, conforme se presenta en la siguiente tabla.

Tabla Nro. 1: Niveles de Riesgo

		Consecuencia		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.

Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Determinación de la probabilidad y cuantificación del riesgo

La probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados se clasifica en tres niveles, en función de la frecuencia estimada con la que estos pueden presentarse en el área de estudio, conforme a los siguientes criterios:

- Probabilidad alta: el evento se presenta de manera frecuente o se espera que ocurra siempre o casi siempre.
- Probabilidad media: el evento puede presentarse en determinadas circunstancias, con ocurrencia ocasional.
- Probabilidad baja: el evento presenta una ocurrencia poco frecuente o excepcional.

Con el objetivo de realizar una evaluación cuantitativa del riesgo, se ha asignado un valor numérico a cada nivel de probabilidad y a las consecuencias asociadas, empleando una escala de 1 a 3. Esta valoración permite establecer una relación entre la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial del evento, facilitando la clasificación del nivel de riesgo, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla Nro. 2: Valoración de Factores

PROBABILIDAD		CONSECUENCIA
Baja	1	Ligeramente Dañino

PROBABILIDAD		CONSECUENCIA	
Media	2	Dañino	2
Alta	3	Extremadamente Dañino	3

Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La calificación cuantitativa del riesgo se determina mediante la integración de los factores previamente definidos, estableciendo una relación directa entre la probabilidad de ocurrencia del evento y la magnitud de sus consecuencias. Para ello, el nivel de riesgo se calcula como el producto de dichos factores, conforme a la siguiente expresión:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

Este enfoque permite obtener una valoración numérica del riesgo, facilitando su interpretación y comparación entre los diferentes eventos identificados. A partir de esta valoración, se establece una clasificación de los niveles de riesgo en términos cualitativos, asociando rangos cuantitativos que permiten definir su grado de criticidad y priorizar la implementación de medidas de control, tal como se presenta a continuación.

Tabla Nro. 3: Calificación Cualitativa y Cuantitativa del Riesgo

Estimación del Riesgo	
Trivial	1
Tolerable	2
Moderado	3 - 4
Importante	6
Intolerable	9



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.

Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

El riesgo constituye una función directa de la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad, expresándose como la probabilidad de ocurrencia de daños o pérdidas en un sistema territorial determinado. En el contexto de proyectos urbanísticos emplazados en entornos dinámicos, como sistemas fluviales o estuarinos, la evaluación del riesgo adquiere una relevancia crítica para garantizar la sostenibilidad, seguridad y viabilidad del desarrollo.

El presente documento tiene como finalidad identificar, analizar y evaluar los riesgos naturales que inciden sobre el territorio de la Isla Creta, considerando de manera integral:

- Las condiciones geomorfológicas
- Las características hidrológicas e hidráulicas
- La configuración topográfica
- La dinámica territorial del sistema fluvial del río Babahoyo

El área de estudio corresponde a un ecosistema insular altamente dinámico, donde los procesos naturales no son estáticos, sino evolutivos, lo que implica que el riesgo no solo debe evaluarse en condiciones actuales, sino también en escenarios futuros.





Informe Técnico de Evaluación de Riesgos Naturales, Capacidad Urbana y Viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA
Marzo, 2026

En este contexto, se adopta la metodología del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), adaptada al análisis territorial, permitiendo una evaluación sistemática basada en:

- Probabilidad de ocurrencia
- Consecuencia o impacto del evento



8. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES GENERADORA DE RIESGOS NATURALES

8.1. Condición Geomorfológica y Origen del Suelo

El territorio analizado forma parte de una llanura aluvial activa, asociada al sistema fluvial del río Babahoyo y al entorno estuarino del río Guayas, donde los islotes se han conformado a partir de procesos dinámicos de transporte, deposición y redistribución de sedimentos finos, tales como arcillas, limos y arenas.

Este tipo de formación geomorfológica se caracteriza por una evolución constante del relieve, determinada por la interacción entre los flujos hidráulicos, la dinámica de mareas y los procesos de sedimentación y erosión. En este contexto, el suelo presenta condiciones de baja consolidación, reducida cohesión y alta variabilidad espacial en sus propiedades físicas.

Como resultado, el territorio presenta:

- Baja resistencia estructural del suelo
- Alta susceptibilidad a procesos de erosión lateral y sedimentación
- Dinámica morfodinámica activa (migración de cauce y cambios en la geometría del terreno)

En tal sentido, se trata de un sistema geomorfológico intrínsecamente inestable, donde cualquier intervención antrópica, particularmente de carácter urbanístico, altera el equilibrio natural del sistema, incrementando la exposición a riesgos asociados a eventos hidrológicos.

8.2. Condición topográfica

El levantamiento topográfico realizado mediante técnicas GNSS de alta precisión, georreferenciado a la Red Geodésica Nacional (REGME) bajo el sistema WGS-84 / SIRGAS y proyección UTM Zona 17 Sur, permitió caracterizar con precisión la configuración altimétrica del terreno.

Los resultados indican que:

- Las cotas del terreno oscilan entre 2.27 m y 3.81 m
- La variación altimétrica es mínima (~1.54 m)
- El relieve es predominantemente plano, con pendientes inferiores al 2%

Adicionalmente, el análisis morfológico evidencia la presencia de microdepresiones y zonas de acumulación de agua, lo que limita significativamente la capacidad de drenaje natural.

Las principales implicaciones son:

- Alta susceptibilidad a inundación por limitada evacuación gravitacional
- Acumulación de agua superficial en eventos de precipitación o incremento del nivel hídrico
- Dependencia total de sistemas de drenaje artificial

Estas condiciones confirman que el terreno presenta un comportamiento hidráulico restringido, constituyéndose como un factor determinante en la evaluación del riesgo.



8.3. Condición hidrológica e hidráulica

El análisis hidrológico e hidráulico del área de estudio evidencia una fuerte influencia del sistema fluvial del río Babahoyo, así como de la dinámica estuarina del río Guayas, lo que condiciona el comportamiento del agua en el sitio.

El estudio considera:

- Influencia directa de los caudales del río Babahoyo
- Variaciones del nivel del agua asociadas a crecidas y régimen de mareas
- Modelación hidrodinámica de eventos extremos (hasta periodo de retorno de 100 años)

Los resultados de la modelación hidráulica (HEC-RAS 2D) muestran:

- Distribución espacial variable de velocidades de flujo
- Zonas con alta energía hidráulica (potencial de erosión)
- Zonas de baja velocidad (acumulación y sedimentación)

Adicionalmente, se identifican procesos activos de:

- Erosión lateral de cauce
- Sedimentación progresiva
- Migración meandriforme del sistema fluvial

En este contexto, el comportamiento hidráulico del sistema es no lineal, dinámico y altamente variable en el tiempo y el espacio, lo que incrementa significativamente la incertidumbre en la estimación del riesgo.

Por lo tanto, el área presenta una alta sensibilidad hidrológica, donde la interacción entre topografía, nivel freático, dinámica fluvial y condiciones estuarinas configura un escenario de riesgo elevado, que debe ser gestionado mediante intervenciones de ingeniería hidráulica para garantizar la viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA.



9. EVALUACION DE RIESGOS NATURALES

9.1. Análisis de riesgos exógenos

Los riesgos exógenos corresponden a aquellos derivados de amenazas naturales o condiciones del entorno que pueden generar impactos directos o indirectos sobre el desarrollo del proyecto. Estas amenazas se encuentran asociadas a procesos físicos naturales y dinámicas ambientales propias del territorio, cuya ocurrencia puede comprometer la estabilidad, funcionalidad y seguridad de la infraestructura proyectada.

En este contexto, el análisis se fundamenta en los lineamientos establecidos en la Resolución Nro. SGR-056-2018, de fecha 4 de junio de 2018, emitida por la ex Secretaría de Gestión de Riesgos, actualmente Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), la cual define los criterios técnicos para la identificación, caracterización y evaluación de amenazas naturales en el territorio.

Con base en esta normativa, se analizan las principales amenazas naturales que constituyen eventos potencialmente peligrosos para el Proyecto Urbanístico CRETA, considerando la interacción entre las condiciones geomorfológicas, topográficas e hidrológicas del sitio. Entre los factores físicos evaluados se incluyen:

- Sismos o terremotos
- Movimientos en masa
- Inundaciones y sequías
- Erosión fluvial y socavación
- Variaciones del nivel del agua
- Procesos de sedimentación
- Cambios morfológicos del terreno
- Aislamiento territorial



La ocurrencia de estos fenómenos podría generar afectaciones significativas sobre la infraestructura del proyecto, especialmente en lo relacionado con la estabilidad del suelo, la integridad de las obras hidráulicas y la funcionalidad de los accesos. Por lo tanto, su análisis constituye un componente esencial para la evaluación del riesgo y la definición de medidas de mitigación que garanticen la viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA.

9.2. Sismos y terremotos

Los sismos y terremotos corresponden a movimientos bruscos de la corteza terrestre originados por la liberación de energía acumulada en zonas de falla, generando deformaciones y desplazamientos del terreno. Estas manifestaciones pueden tener origen tectónico, volcánico o inducido, siendo los eventos de tipo tectónico los más frecuentes y de mayor relevancia en el territorio ecuatoriano (SGR, 2018).

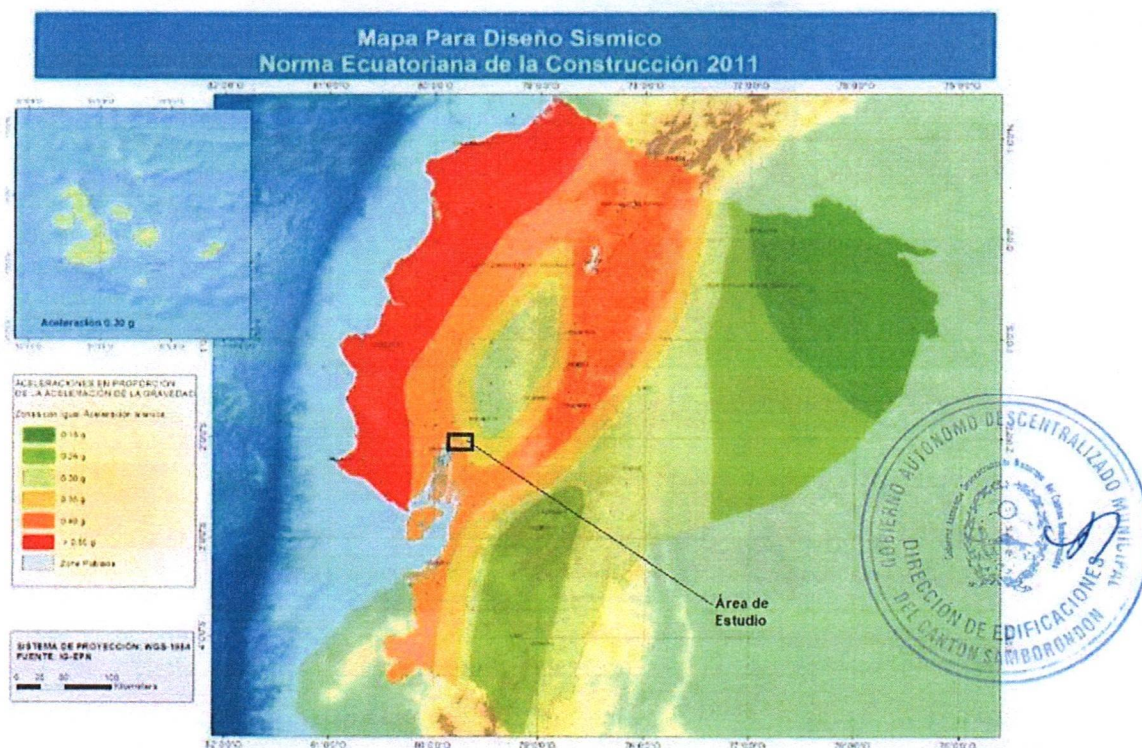
De acuerdo con la Zonificación Sísmica del Ecuador establecida en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (MIDUVI, 2011), así como con el Mapa de Peligrosidad Sísmica desarrollado por el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), el área donde se emplaza el Proyecto Urbanístico CRETA se localiza en una zona con aceleraciones sísmicas esperadas del orden de 0,31 g para un periodo de retorno de 475 años.

Estos valores corresponden a una categoría de amenaza sísmica moderada, lo que implica que, si bien la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos significativos es relevante, sus efectos pueden ser controlados mediante la aplicación de criterios adecuados de diseño estructural y geotécnico conforme a la normativa vigente.



En este contexto, la amenaza sísmica constituye un factor a considerar dentro del análisis de riesgos; sin embargo, no representa un condicionante crítico para la viabilidad del proyecto, siempre que las estructuras sean diseñadas y ejecutadas bajo los lineamientos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y demás regulaciones aplicables.

Figura Nro. 1: Zonas sísmicas para propósito de diseño y construcción (NEC)



Fuente: INEC, 2011.

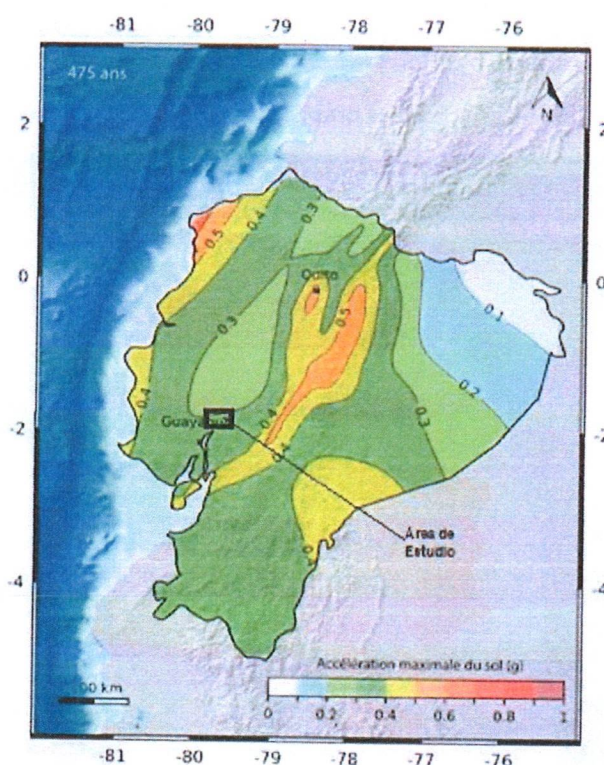
Adicionalmente, es importante señalar que el informe sísmico elaborado por el Instituto Geofísico en el año 2021 se refiere a las zonas capaces de generar sismos (ondas sísmicas) debido al desplazamiento a lo largo de discontinuidades o fallas presentes en el medio, ya sea en la corteza continental, en la corteza oceánica o en la zona de contacto entre ambas.

En este contexto, para el área del proyecto se identifican como fuentes sísmicas principales las asociadas al slab (relacionadas con la placa en subducción) y las fuentes corticales (asociadas a fallas superficiales en la corteza continental). Con respecto a las fuentes de interfaz, estas no presentan incidencia directa en el área de estudio.

La ocurrencia de sismos en el slab parece estar controlada por la fractura de la placa en subducción. Al norte de dicha fractura se registran sismos de magnitudes relativamente bajas, mientras que al sur se presentan eventos de mayor magnitud (IGEPN, 2021).

Por otro lado, en relación con las fuentes corticales, la zona de estudio se localiza sobre la fuente BGN, donde el número mensual de eventos sísmicos ha sido inferior a 50 en la mayoría de las fuentes corticales, con excepción de esta fuente, en la que se registran hasta 585 eventos, así como en la fuente UIO-Lat (IGEPN, 2021).

Figura Nro. 2: Mapa de riesgo sísmico del IRD



Fuente: IRD LeMag (<https://lemag.ird.fr/es/mapa-de-peligrosidad-sismica-de-ecuador>), 2022

Considerando que la amenaza se define como el parámetro que cuantifica la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos futuros, se ha determinado que la probabilidad de ocurrencia de un sismo o terremoto en el área de estudio es de nivel medio (2), en función de la zonificación sísmica y las características tectónicas del entorno.

No obstante, las consecuencias asociadas a este tipo de eventos se consideran altas (3), debido al potencial impacto sobre la infraestructura del proyecto, incluyendo daños estructurales, afectación a redes de servicios, pérdidas de materiales y equipos, así como la posible obstrucción de las vías de acceso y circulación.

En este contexto, el riesgo sísmico resulta de la interacción entre una probabilidad moderada de ocurrencia y un nivel de impacto elevado, lo que implica la necesidad de incorporar criterios de diseño sismo-resistente y medidas de prevención que reduzcan la vulnerabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA frente a este tipo de amenazas.

9.3. Movimientos en Masa

Los movimientos en masa corresponden a procesos de remoción de suelos o rocas que se desplazan sobre superficies potencialmente inestables en dirección de la pendiente, pudiendo involucrar volúmenes significativos de material y desarrollarse a distintas velocidades, dependiendo de las condiciones del terreno y factores desencadenantes (SGR, 2018).

De acuerdo con la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2018), la susceptibilidad se define como el grado de fragilidad interna de un sistema para enfrentar una amenaza y exponerla.

PROYECTO URBANÍSTICO CRETA



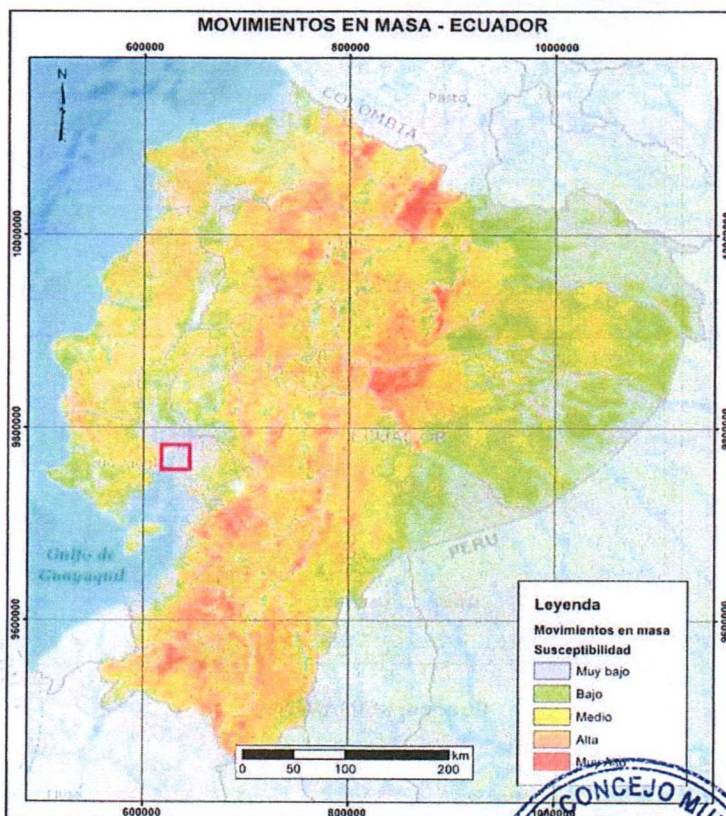
efectos adversos ante la ocurrencia de un evento peligroso. En este sentido, la susceptibilidad del terreno permite evaluar qué tan favorables o desfavorables son las condiciones geomorfológicas y geotécnicas para la generación de movimientos en masa.

Con base en el análisis de susceptibilidad (Figura Nro. 3), se determina que la mayor parte del área del proyecto no presenta condiciones favorables para la ocurrencia de movimientos en masa, evidenciando una baja susceptibilidad general. No obstante, se identifica una zona puntual en el extremo noroeste del terreno que presenta una susceptibilidad alta, lo cual debe ser considerado en el diseño y planificación del proyecto.

Adicionalmente, las condiciones topográficas del área, caracterizadas por pendientes suaves y relieve predominantemente plano, reducen significativamente la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos. En consecuencia, se establece una probabilidad baja (I) de generación de movimientos en masa en el área de estudio.

Sin embargo, en caso de presentarse un evento de este tipo, las consecuencias podrían ser significativas, incluyendo afectaciones a la infraestructura, daños a maquinaria y equipos, interrupción de actividades y posibles riesgos para la seguridad de las personas. Por lo tanto, aunque el nivel de amenaza es bajo, el análisis de riesgo debe considerar estas posibles implicaciones dentro de la planificación del Proyecto Urbanístico CRETA.

Figura Nro. 3: Zonas con Susceptibilidad a movimientos en masa



Fuente: MAGAP, 2015

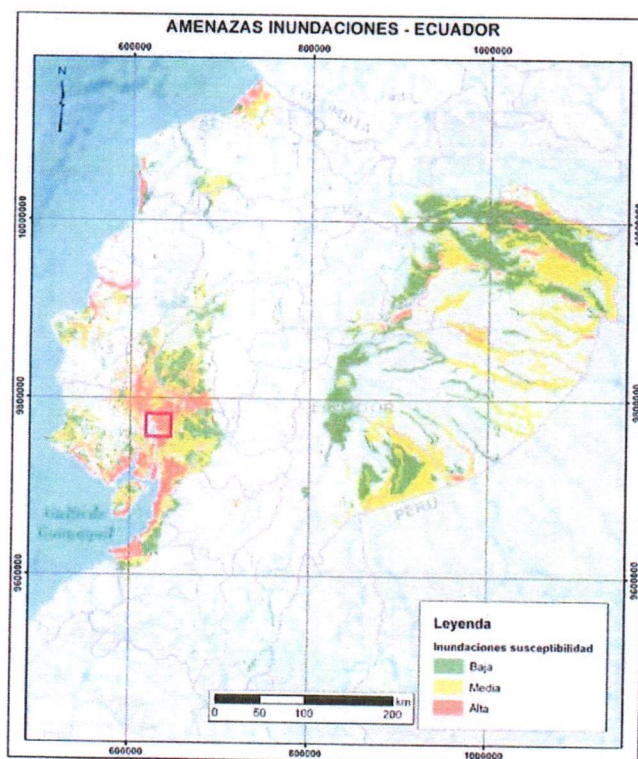
9.4. inundaciones

Las inundaciones corresponden a eventos hidrológicos que se producen cuando las precipitaciones exceden la capacidad de infiltración y almacenamiento del suelo, o cuando el caudal de los cuerpos hídricos supera su capacidad de transporte, provocando el desbordamiento de ríos, esteros o quebradas (SGR, 2018).

De acuerdo con la información generada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 2015, ex Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), el área de influencia del proyecto se localiza en una zona que presenta, en su mayoría, un nivel de susceptibilidad alto a inundaciones. Esta condición se evidencia en los mapas temáticos correspondientes, donde se observa que gran parte de los alrededores del área del proyecto se encuentran dentro de categorías de alta exposición a este tipo de eventos.

Estas características, en conjunto con las condiciones topográficas planas y la dinámica hidrológica del sistema fluvial, refuerzan la alta sensibilidad del área frente a procesos de inundación, constituyéndose como uno de los principales factores de riesgo que condicionan el desarrollo del Proyecto Urbanístico CRETA.

Figura Nro. 4: Zonas con Susceptibilidad a Inundaciones



Fuente: MAGAP, 2015

Origen del riesgo

- Crecidas del río Babahoyo
- Influencia de mareas



- Desbordamiento en eventos extremos

Evidencia técnica

- Modelaciones hidráulicas determinan áreas potencialmente inundables
- Baja elevación topográfica del terreno

Condicionantes

- Relieve plano
- Baja capacidad de drenaje natural
- Incremento del nivel freático

La susceptibilidad se puede definir como la "predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico" (CONAE y OEA/DSS, 2009). En ese sentido, las zonas determinadas con susceptibilidad alta a inundaciones se refieren a sitios que están ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua, los cuales, están expuestos a la crecida de los ríos por una excesiva precipitación (principalmente durante la época lluviosa). Esto los convierte en sectores muy favorables para que se produzcan inundaciones.

Por tanto, en estas zonas existe una alta probabilidad de ocurrencia de este tipo de evento cuyas consecuencias serían dañinas para el proyecto.

Consecuencias

- Afectación a viviendas e infraestructura
- Interrupción de accesos
- Saturación del suelo

9.5. Tsunamis

Un tsunami corresponde a una serie de ondas marinas generadas principalmente por terremotos de gran magnitud ocurridos bajo la superficie oceánica. No obstante, también pueden originarse por erupciones volcánicas, impactos de meteoritos o deslizamientos submarinos que producen alteraciones significativas en el fondo marino. Estas ondas, aunque imperceptibles en mar abierto, incrementan considerablemente su altura al aproximarse a la costa, adquiriendo un alto potencial destructivo capaz de generar daños severos a la infraestructura y pérdidas de vidas humanas (SGR, 2018).

De acuerdo con la información analizada (Figura Nro. 5), el área del Proyecto Urbanístico CRETA se localiza en una zona categorizada como sin susceptibilidad a tsunamis. Esta condición se explica por su ubicación geográfica y su contexto hidrológico, el cual no presenta influencia directa de eventos oceánicos de esta naturaleza.

En consecuencia, la probabilidad de ocurrencia de tsunamis en el área de estudio se considera nula (0), lo que determina que el nivel de riesgo asociado a este tipo de amenaza sea inexistente. Por lo tanto, este fenómeno no constituye un factor condicionante para la viabilidad del proyecto.

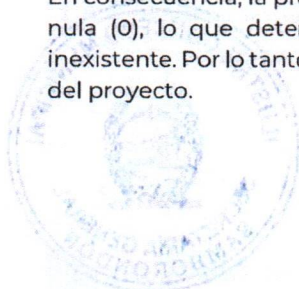
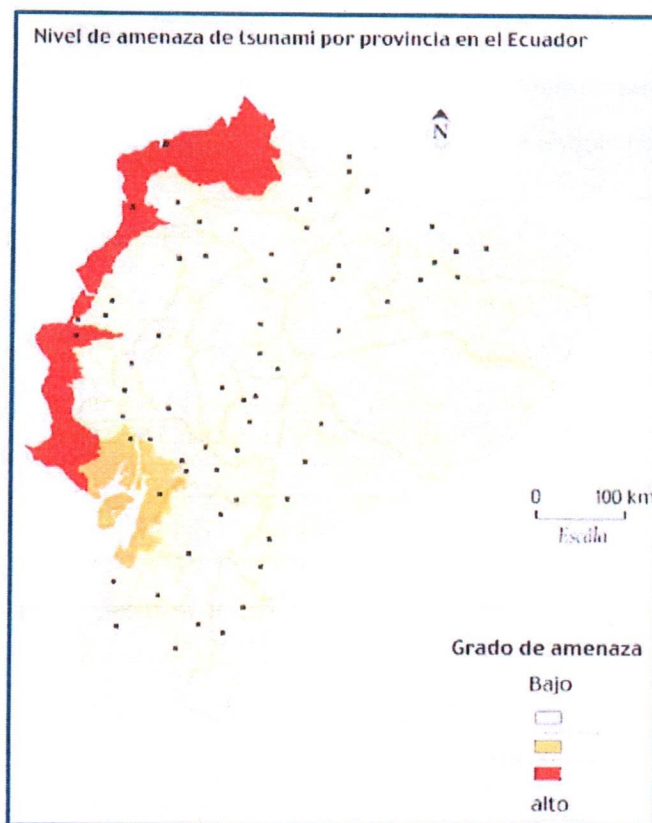


Figura Nro. 5: Mapa de riesgos por tsunamis en Ecuador



Fuente: Cooperazione Internazionale, Institut de Recherche pour le développement, Oxfam (<https://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/Informe-Fase-1-Proyecto-SAT.pdf>), 20216

9.6. Erosión fluvial y socavación

La erosión fluvial y los procesos de socavación constituyen uno de los riesgos hidráulicos más relevantes en el área de estudio, debido a la interacción directa entre la dinámica del flujo del río y las características geomorfológicas del terreno. Estos procesos están asociados a la acción continua de las corrientes, particularmente en zonas de meandros, donde se generan incrementos de velocidad, esfuerzos cortantes elevados y efectos de fuerza centrífuga que favorecen la remoción progresiva del material en las riberas.

En el contexto del Proyecto Urbanístico CRETA, la presencia de suelos aluviales no consolidados y la proximidad a zonas de mayor energía hidráulica incrementan la susceptibilidad a procesos de erosión lateral y socavación, los cuales pueden alterar la estabilidad del terreno y comprometer la integridad de la infraestructura proyectada. En este sentido, la evaluación de este fenómeno resulta fundamental para identificar las áreas críticas, establecer los condicionantes del diseño y definir medidas de protección que permitan garantizar la estabilidad y sostenibilidad del desarrollo urbanístico.

Origen del riesgo

- Corrientes de alta velocidad en curvas del río
- Fuerza centrífuga en meandros



- Esfuerzos cortantes sobre las riberas

Evidencia técnica

- Identificación de patrones de erosión en márgenes externas
- Procesos de socavación asociados a dinámica fluvial

Condicionantes

- Suelos aluviales no consolidados
- Cercanía a línea de máxima velocidad del flujo

Consecuencias

- Pérdida progresiva de suelo
- Inestabilidad estructural
- Riesgo para infraestructura (puentes, vías)



9.7. Variación del nivel del agua

La variación del nivel del agua constituye un riesgo hidrológico relevante en el área de estudio, asociado a la interacción entre el régimen de mareas del sistema estuarino y la variabilidad de los caudales del río Babahoyo. Estas condiciones generan un comportamiento hidrodinámico fluctuante, caracterizado por cambios periódicos y eventuales incrementos en los niveles de agua que inciden directamente sobre el terreno.

La evidencia técnica muestra la presencia de condiciones hidrodinámicas variables, producto de la interacción río-estuario, lo cual influye en el comportamiento del nivel freático y en la saturación de los suelos. Esta dinámica se ve acentuada por la baja cota del terreno y su conexión con acuíferos superficiales, factores que incrementan la susceptibilidad del área frente a variaciones en el nivel hídrico.

Como consecuencia, se pueden generar procesos de saturación del suelo, reducción de la capacidad portante y afectaciones a las cimentaciones de la infraestructura proyectada. En este contexto, la variación del nivel del agua se configura como un factor crítico que debe ser considerado en el diseño geotécnico e hidráulico del Proyecto Urbanístico CRETA, a fin de garantizar la estabilidad y funcionalidad de las obras.

Origen del riesgo

- Influencia de mareas
- Variabilidad de caudales

Evidencia técnica

- Registro de condiciones hidrodinámicas variables
- Interacción río-estuario

Condicionantes

- Baja cota del terreno
- Interacción con acuíferos superficiales



Consecuencias

- Saturación del suelo
- Reducción de capacidad portante
- Afectación a cimentaciones

9.8. Sedimentación y cambios morfológicos

La sedimentación y los cambios morfológicos constituyen procesos inherentes a la dinámica fluvial del sistema río-estuario, los cuales representan un factor de riesgo relevante para el área de estudio. Estos procesos están asociados al transporte continuo de sedimentos y a la variabilidad de las condiciones hidráulicas, particularmente en zonas donde se presentan reducciones de velocidad del flujo, favoreciendo la deposición de materiales.

La evidencia técnica identifica la formación de islotes y depósitos sedimentarios como resultado de estos procesos, así como variaciones en la configuración del terreno detectadas mediante modelación hidrodinámica. Estas condiciones reflejan un sistema en constante evolución, donde la geometría del cauce y las características del terreno pueden modificarse en el tiempo.

Entre los principales condicionantes se encuentran la dinámica natural del río, caracterizada por procesos de erosión y deposición, así como la intervención antrópica, que puede alterar los patrones de flujo y sedimentación.

Como consecuencia, se pueden generar modificaciones en el trazado de los cauces, alteraciones en los patrones de drenaje y afectaciones a la infraestructura hidráulica existente o proyectada. En este contexto, la sedimentación y los cambios morfológicos deben ser considerados como factores críticos en el diseño y planificación del Proyecto Urbanístico CRETA, a fin de garantizar la estabilidad del sistema y la sostenibilidad de las intervenciones propuestas.

Origen del riesgo

- Transporte de sedimentos en el sistema fluvial
- Reducción de velocidad en ciertas zonas

Evidencia técnica

- Formación de islotes producto de sedimentación
- Cambios morfológicos identificados en modelación

Condicionantes

- Dinámica natural del río
- Intervención humana

Consecuencias

- Modificación de cauces
- Alteración de drenajes
- Impacto en infraestructura hidráulica



9.9. Aislamiento territorial (condición natural + infraestructura)

El aislamiento territorial constituye un riesgo relevante en el área de estudio debido a su condición insular y a la dependencia de accesos específicos para su conexión con la red vial principal. Esta condición implica una alta sensibilidad del sistema de movilidad frente a eventos naturales o fallas en la infraestructura, que pueden afectar la continuidad de los accesos.

La evidencia técnica indica que el acceso al Proyecto Urbanístico CRETA se realiza mediante un sistema vial existente complementado con un puente proyectado, lo cual configura un esquema de conectividad con alta dependencia funcional. En este contexto, cualquier afectación en estos elementos, ya sea por eventos hidrológicos, procesos de erosión o fallas estructurales, puede comprometer la accesibilidad al área.

Entre los principales condicionantes se encuentran la ocurrencia de inundaciones, procesos de erosión fluvial y posibles fallas en la infraestructura de acceso, los cuales pueden interrumpir la conectividad del proyecto.

Como consecuencia, se pueden generar escenarios de aislamiento del área, dificultades en procesos de evacuación, limitaciones en la atención de emergencias y la interrupción de servicios básicos. En este sentido, el aislamiento territorial se configura como un factor crítico que debe ser considerado en la planificación del Proyecto Urbanístico CRETA, mediante la incorporación de estrategias de redundancia, resiliencia y gestión del riesgo en el sistema de accesos.

Origen del riesgo

- Condición insular
- Dependencia de accesos específicos

Evidencia técnica

- Acceso mediante sistema vial y puente proyectado

Condicionantes

- Eventos de inundación o erosión
- Fallas en infraestructura

Consecuencias

- Aislamiento del proyecto
- Dificultades de evacuación
- Interrupción de servicios



10. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES

Con base en el análisis de las condiciones geomorfológicas, topográficas, hidrológicas y dinámicas del entorno, se procede a la identificación y sistematización de los principales riesgos naturales que pueden incidir sobre el desarrollo del Proyecto Urbanístico CRETA. Este proceso permite integrar los distintos factores de amenaza previamente evaluados y establecer una visión estructurada del nivel de riesgo asociado a cada uno de ellos.

La matriz de evaluación de riesgos naturales constituye una herramienta técnica que permite valorar de manera conjunta la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de los eventos identificados, facilitando su clasificación y priorización en función de su nivel de criticidad. En este sentido, se identifican los siguientes riesgos relevantes para el área de estudio:

Se identifican los siguientes riesgos:

1. Sismos y terremotos
2. Movimientos en masa
3. Inundación
4. Tsunamis
5. Erosión de riberas
6. Socavación
7. Variación del nivel del agua
8. Sedimentación
9. Cambios morfológicos
10. Aislamiento territorial



Matriz Nro. 1: Evaluación de Riesgos Naturales del Proyecto Urbanístico CRETA

Riesgo Natural	Probabilidad	Consecuencia	Nivel INSHT	Interpretación
Sismos y terremotos	Media 2	Extremadamente Dañino 3	IMPORTANTE 6	Requiere diseño estructural especializado
Movimientos en masa	Baja 1	Dañino 2	TOLERABLE 2	Riesgo bajo
Inundación fluvial y estuarina	Alta 3	Dañino 2	IMPORTANTE 6	Cotas bajas (2.27–3.81 m), eventos de 100 años, influencia de mareas. Con riesgo a que la consecuencia sea extremadamente dañino subiendo el nivel de riesgo a INTORLERABLE (9)
Tsunamis	0	0	NULO	
Erosión de riberas	Alta 3	Dañino 2	IMPORTANTE 6	Dinámica de meandros, suelos aluviales no consolidados
Socavación en infraestructura	Alta 3	Dañino 2	IMPORTANTE 6	Esfuerzos cortantes en zonas de flujo alto
Variación del nivel del agua	Alta 3	Dañino 2	IMPORTANTE 6	Influencia estuarina y nivel freático alto
Sedimentación	Media 2	Ligeramente Dañino 1	TOLERABLE 2	Depósitos naturales que afectan drenaje
Cambios morfológicos del cauce	Media 2	Dañino 2	MODERADO 4	Migración de cauce y dinámica fluvial
Aislamiento territorial (eventos naturales)	Media 2	Extremadamente Dañino 3	IMPORTANTE 6	Dependencia de puente y accesos limitados

Fuente: Consultor Ambiental



II. CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES

El territorio de la Isla Creta presenta una condición de alta exposición a riesgos naturales, determinada por:

- Su origen aluvial
- Su ubicación en un sistema fluvial activo
- Sus bajas cotas topográficas
- La interacción río-estuario

En este contexto:

- Los riesgos no pueden eliminarse
- Solo pueden ser gestionados y mitigados técnicamente

Por tanto, cualquier desarrollo urbano deberá considerar:

- Diseño adaptativo
- Control hidráulico permanente
- Evaluación técnica continua

Por lo indicado se concluye:

1. El territorio del Proyecto Urbanístico CRETA presenta una alta complejidad sistémica, propia de entornos fluviales-estuarinos activos, donde la interacción entre la dinámica hidráulica del río Babahoyo, el régimen de mareas y las condiciones geomorfológicas del terreno genera un sistema altamente dinámico y variable en el tiempo.
2. La inundación constituye el riesgo natural predominante, clasificado como alto, debido a la combinación de baja cota del terreno (2.27 m – 3.81 m), pendientes inferiores al 2%, nivel freático elevado y limitada capacidad de drenaje natural, lo que condiciona directamente el diseño urbano, hidráulico y la ocupación del suelo.
3. Los riesgos asociados a erosión fluvial, socavación y variación del nivel del agua presentan niveles importantes, derivados de la acción de corrientes con variabilidad espacial de velocidades, esfuerzos cortantes elevados y efectos de interacción río-estuario, con capacidad de generar afectaciones progresivas sobre el terreno y la infraestructura.
4. Los procesos de sedimentación y cambios morfológicos evidencian que el territorio se encuentra en evolución constante, con formación de depósitos, migración de cauce y variaciones en la geometría del sistema fluvial, lo cual implica la necesidad de considerar escenarios dinámicos en el diseño a mediano y largo plazo.
5. La condición topográfica del terreno, caracterizada por su alta homogeneidad, baja pendiente y presencia de micro-depresiones, limita la evacuación gravitacional del agua, incrementando la vulnerabilidad frente a eventos de precipitación crecientes y variaciones del nivel hídrico.



6. La ubicación del proyecto en un entorno insular introduce una vulnerabilidad adicional asociada al aislamiento territorial, debido a la dependencia funcional de accesos específicos (vialidad existente y puente proyectado), los cuales pueden verse afectados por eventos hidrológicos o fallas estructurales.
7. La interacción entre múltiples amenazas genera un efecto sinérgico del riesgo, donde la ocurrencia simultánea o consecutiva de eventos (por ejemplo, incremento del nivel del agua, erosión y sedimentación) puede amplificar significativamente los impactos sobre el sistema urbano proyectado.
8. La evaluación técnica realizada demuestra que el riesgo en el área de estudio es gestionable, pero no eliminable, debido a la naturaleza dinámica del sistema, por lo que el enfoque adecuado corresponde a la gestión integral del riesgo mediante medidas estructurales y no estructurales.
9. La viabilidad del proyecto depende de la implementación obligatoria de soluciones de ingeniería hidráulica, tales como elevación de plataforma, sistemas de drenaje pluvial, lagunas de retención, estaciones de bombeo y obras de protección contra erosión, sustentadas en modelación hidrodinámica (HEC-RAS 2D) y análisis de escenarios extremos.
10. Desde el punto de vista vial, el sistema presenta condiciones funcionales actuales (niveles de servicio tipo A), pero con sensibilidad al crecimiento urbano, lo que requiere la implementación progresiva de mejoras geométricas, gestión de accesos y planificación de expansión para garantizar su sostenibilidad.
11. La planificación urbanística debe incorporar el principio de precaución, evitando la ocupación de zonas de mayor exposición y priorizando un desarrollo adaptado a las condiciones naturales del territorio.
12. La sostenibilidad del proyecto dependerá de la incorporación de criterios de resiliencia urbana, incluyendo infraestructura adaptable, sistemas de drenaje eficientes y mecanismos de respuesta ante eventos extremos.
13. La toma de decisiones deberá sustentarse en procesos de monitoreo y evaluación continua, considerando la variabilidad de las condiciones hidrológicas y geomorfológicas, especialmente en escenarios de cambio climático.
14. En conclusión, el Proyecto Urbanístico CRETA se clasifica como VIABLE CONDICIONADO, sujeto a la implementación previa, integral y verificable de medidas técnicas, normativas y de gestión que permitan reducir los niveles de riesgo a categorías aceptables, garantizando la seguridad, funcionalidad urbana y sostenibilidad del territorio.

CONCLUSIÓN FINAL

El Proyecto Urbanístico CRETA presenta condiciones naturales propias de un sistema fluvial-estuarino activo, caracterizadas por:

- Topografía plana, con baja pendiente y limitada capacidad de drenaje natural.
- Riesgo hidrológico alto, asociado a inundaciones, variación del nivel del agua, erosión fluvial y dinámica sedimentaria.



- Sistema vial funcional en condiciones actuales, pero con sensibilidad frente al crecimiento urbano y dependencia de accesos específicos.

El proyecto es técnicamente viable; sin embargo, su desarrollo se encuentra fuertemente condicionado por la dinámica hidrológica y geomorfológica del terreno. En este contexto, el riesgo no es eliminable, sino gestionable, siendo el componente hidráulico el principal factor de diseño y control del proyecto.

La viabilidad del Proyecto Urbanístico CRETA depende de la implementación obligatoria y previa de soluciones de ingeniería, tales como la elevación de cotas del terreno, sistemas integrales de drenaje pluvial, estructuras de regulación y almacenamiento de caudales, así como obras de protección contra erosión y socavación, sustentadas en modelación hidrodinámica y análisis de escenarios extremos.

Adicionalmente, el sistema vial deberá ser objeto de mejoras progresivas y planificación a mediano y largo plazo, a fin de garantizar su capacidad operativa frente al incremento de la demanda y reducir el riesgo de aislamiento territorial.

En consecuencia, el proyecto se clasifica como **VIABLE CONDICIONADO**, sujeto al cumplimiento integral de medidas técnicas, normativas y de gestión que permitan reducir los niveles de riesgo a condiciones aceptables, garantizando la seguridad, funcionalidad urbana y sostenibilidad del desarrollo.



Firmado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS ERAZO
DELGADO**

Validar únicamente con FirmatC



Firmado electrónicamente por:
**BETTY CECILIA
HERRERA VILLO**

Validar únicamente con FirmatC



BIBLIOGRAFIA

1. República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Nro. 449, 20 de octubre de 2008.
2. Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS). Registro Oficial Suplemento Nro. 790, 5 de julio de 2016.
3. Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Registro Oficial Suplemento Nro. 303, 19 de octubre de 2010.
4. Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. Registro Oficial Suplemento Nro. 306, 22 de octubre de 2010.
5. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Ecuador.
6. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). NEC-SE-DS: Peligro sísmico y diseño sismo resistente. Ecuador.
7. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE). (2017). Guía para la reducción de vulnerabilidades en edificaciones. Ecuador.
8. Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN). (2021). Boletines sísmicos y estudios de actividad sísmica del Ecuador.
9. Instituto Geofísico EPN – IRD. (2016). Mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador.
10. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2015). Cartografía nacional de susceptibilidad a inundaciones. Ecuador.
11. U.S. Army Corps of Engineers (USACE). (2016). HEC-RAS Hydraulic Reference Manual.
12. Federal Highway Administration (FHWA). (2012). Hydraulic Engineering Circular No. 23 (HEC-23): Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures.
13. Chow, V. T. (1959). Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill.
14. Henderson, F. M. (1966). Open Channel Flow. Macmillan.
15. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2020). Resolución Nro. 0005-CTUGS-2020. Ecuador.
16. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2022). Resolución Nro. 0012-CTUGS-2022. Ecuador.
17. Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo (CTUGS). (2023). Resolución Nro. 014-CTUGS-2023. Registro Oficial Suplemento Nro. 426, 27 de octubre de 2023.



ISLA GARZAS

ISLA ORETA

LAGUNILLA: PROTEGER CON MANTO IMPERMEABILIZANTE + CAPA DE ARCILLA.

RELLENO A 14.50m

MANTENER RIACHUELO EN PASAJISMO

Se ha planteado desarrollar el proyecto en dos etapas, puesto que el material de relleno para conformar el dique generará asentamientos que dañarán por completo la obra del ducto calón.

En la primera etapa, se plantea la solución de flujo mediante la colocación de 4 tuberías NOVALOC Ø1900mm

[illegible]

geotextil uniaxial
resistencia a la tracción
75 kN/m (4 capas @ 800mm)

Tahud
3H1V

3.00 m

distancia variable
L=2.4m

N.T. +4.50

geotextil tejido
resistencia a la tracción 30 kN/m
resistencia exterior

RELLENO CON PIEDRA MAYOR A 800mm

1.20

0.50

NOTAS:

► VERIFICAR GEOMETRÍA, COTAS Y MEDIDAS CON PLUMOS ARQUITECTÓNICOS E INSTALACIONES PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN.

EL PRESENTE PLANO PRESENTA DE LINEA GRÁFICA LAS CONCLUSIONES DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO DE FACILITACIÓN TÉCNICA PARA LA OBRA DE COHESIÓN VAL ENTRE BIA CRIETA Y GARZAS, ASÍ COMO DE LA RECONSTRUCCIÓN PARA ESTABILIDAD DE TALUD DESARROLLADA POR LA PARTE GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO.

ESTOS PLUMOS NO SON VALIDOS PARA CONSTRUCCIÓN



DEL ESTADO.		ESTOS PLANOS NO SON PARA CONSTRUCCION		VALORES		PARA	
1	600024	CONSTRUCCION DE CONCRETO ARMADO					
		EN TIERRA					
1	115024	REVOQUE					
		EN PLACA					

INECLANON
PROYECTOS Y SISTEMAS C.LDA
INGENIEROS CONSULTORES

ISLA CRETA - RSA

[illegible][illegible]

Downloaded from <http://ajph.org/> on November 10, 2014