

Factibilidad técnica y ambiental para el diseño de sitio de una planta de concreto



Abstract

This paper aims to show the requirements in force in our country in search of a technical and environmental feasibility of a soil adaptation, which requires the installation of a ready-mixed concrete plant by the company Macoma SA.

With timely information of the site under consideration, were followed to those factors that enable environmental sustainability grant by the National Environmental Technical Secretariat. Assess factors that interact with the environment and development activity, achieving detect environmental impacts caused by the development of the work. For this, the forms are completed in accordance with the procedures established by the SETENA. Also commissioned a forecast of the environmental management plan to provide a clearer view of prevention, correction, compensation or mitigation for each phase of the project.

On the other hand it makes a proposal for the formation of the soil where the plant is placed concrete, which consists of the construction of replacement fillings in order to improve the foundation and prevent settlements. For the analysis generated a model that characterizes the geotechnical properties of the different layers of soil and then apply methods to determine its stability under certain geotechnical aspects.

Keywords: environmental feasibility, concrete batch plant.

Resumen

Este trabajo pretende recopilar los requerimientos técnicos y legales vigentes en Costa Rica en búsqueda de una factibilidad preliminar tanto ambiental como técnica para la instalación de una planta de concreto premezclado por parte de la empresa Macoma SA.

Con información puntual del sitio, se hizo un seguimiento a aquellos factores que permiten otorgar una viabilidad ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Se evaluaron factores que interactúan con el medio ambiente y el desarrollo de la actividad, con lo cual se consiguió detectar los impactos ambientales más importantes producidos por el desarrollo de la obra. Para esto se completan los formularios de acuerdo con los procedimientos establecidos por la SETENA. Adicionalmente se realizó un pronóstico del plan de gestión ambiental que proporciona una visión más clara de las medidas de prevención, corrección, compensación o mitigación para cada una de las fases del proyecto.

Por otra parte, se efectuó una propuesta para la conformación del suelo en el lugar donde se colocará la planta de concreto. Está consiste en la construcción de rellenos de sustitución con el fin de mejorar las condiciones de cimentación y prevenir asentamientos. Para el análisis se generó un modelo geotécnico que caracteriza las propiedades de los diferentes estratos de suelos y así aplicar metodologías que permitieran conocer su estabilidad según ciertos aspectos geotécnicos.

Palabras claves: factibilidad ambiental, planta de concreto

Factibilidad Técnica y Ambiental para el Diseño de Sitio de una Planta de Concreto

ALLAN HERNÁNDEZ MENA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Junio del 2010

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen Ejecutivo	2
Introducción.....	3
Marco Teórico.....	5
Metodología	16
Resultados	18
Análisis de los resultados	51
Conclusiones y Recomendaciones.....	54
Apéndice	56
Anexos.....	66
Referencia.....	84

Prefacio

Hoy en día es cada vez más común que el ser humano se desenvuelva en muchos campos de acción. Los procesos de globalización han hecho que en los últimos años las empresas busquen dar productos y/o servicios más completos de acuerdo al campo en que se desarrollan.

Costa Rica ha desarrollado de manera creciente una marcada vocación por la protección de los recursos naturales y el impulso de condiciones propicias para el desarrollo humano sostenible.

En el transcurrir de las últimas tres décadas esa vocación se proyecta como un proceso del cual derivan importantes movimientos sociales y cambios estructurales en la función del Estado, para alcanzar una gestión ambiental más eficaz en beneficio del sostenimiento del equilibrio del medio ambiente.

La implementación de nuevos servicios y/o productos, deben ser valorados en el medio en donde interactúan, por medio de una evaluación ambiental, buscando identificar y valorar los distintos impactos del proyecto tanto a corto y largo plazo, sobre las especies y del entorno cercano donde se va a desarrollar el proyecto.

Motivado por la inquietud de la empresa Maquinaria, Construcciones y Materiales S.A (MACOMA SA.) en expandir sus fronteras e incursionar en nuevos campos de la construcción, surge la idea de la instalación de una planta de concreto premezclado.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo tiene como una de sus finalidades ser una documentación dirigida a la investigación de la tramitología vigente en nuestro país en materia ambiental; en donde se enmarcan los factores involucrados en el desarrollo de la actividad de la producción del concreto, tanto en la fase

construcción así como propiamente en el funcionamiento de la misma.

Se valoran los impactos que generan en cada una de las fases, consiguiendo una propuesta de plan de gestión ambiental, que permita conocer los impactos y riesgos, así como las medidas de mitigación para que los mismos no sean tan severos para el medio ambiente.

Otra de los propósitos de esta investigación es dar una valoración técnica preliminar en la adaptación del suelo, para la implementación de la planta, ya que las condiciones naturales del terreno no se prestan para dicho fin.

Por lo tanto la propuesta preliminar para mejorar las condiciones del terrero se manejara en paralelo con las medidas ambientales detectadas, buscando que el desarrollo de la actividad, en términos ambientales y técnicos, sea viable.

Finalmente pero no menos importante, agradecer primeramente a Dios por darme fuerzas e iluminarme para sobrepasar los obstáculos que se antepusieron durante el proceso de elaboración de este trabajo. Además a mis padres y familiares por su apoyo incondicional. Por otro lado, al profesor Oldemar Ramírez Escribano y profesores de la Escuela de Ingeniería en Construcción por su ayuda y colaboración en la parte técnica que conlleva esta documentación.

Resumen Ejecutivo

En la industria de la construcción en los últimos años es usual ver con mayor frecuencia el uso del concreto premezclado, ya que trae consigo una serie de beneficios entre ellos: mejores rendimientos, calidad, simplicidad, menor producción de desechos.

Para la empresa Macoma S.A, el desarrollo de una planta de concreto se convertirá en uno de los pasos de extensión en el mercado nacional. Para ello se planteó la necesidad de buscar la factibilidad ambiental y técnica de un terreno para dicho fin, convirtiéndose este último en el principal objetivo de esta documentación.

Para la consecución del objetivo, se dividió el trabajo en dos secciones: primero la parte ambiental donde se desarrolló la temática tomando en cuenta la legislación costarricense. El camino por seguir fue principalmente la revisión y análisis de los procedimientos planteados por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Esta institución es la encargada de otorgar la viabilidad ambiental de cualquier proyecto que se pretenda desarrollar en el país, con base en esto se llenaron los formularios preliminares solicitados por la entidad analizando los factores envueltos de acuerdo con la actividad por desarrollar. El formulario es el punto de partida para el análisis por parte del SETENA y a partir de esta valoración se determinará si es necesaria una documentación adicional para su evaluación definitiva.

Cabe mencionar que este documento no pretendió conseguir certificaciones o permisos de las diferentes instituciones relacionadas con el tema, sino más bien evaluar los distintos factores involucrados con el fin de ser presentados ante dichas instituciones.

La segunda parte del trabajo está basada en el análisis de los requerimientos y condiciones técnicas para que el terreno sea apto para utilizarse en la instalación de una planta de concreto premezclado.

Para ello se tomaron en cuenta la normativa ambiental y la legislación vigentes que regula la

zona con el fin de adecuar solamente el área necesaria para llevar a cabo el proyecto.

El terreno se caracteriza por ser quebrado con pendientes pronunciadas, al igual que existen zonas con una topografía regular, presenta poca vegetación y fauna, colinda con el río Virilla y está frente a una carretera nacional

Con el fin de conservar de manera natural la mayor parte del terreno, se optó por colocar la planta en la zona que presenta mayor regularidad topográfica. Se generó un modelo geotécnico planteado de acuerdo con los estudios de suelo realizados en la zona. La problemática encontrada fue que éstos no tienen la capacidad soportante adecuada para poder cimentar las diferentes partes que conforma una planta de concreto como ésta. La propuesta presentada se basa en trabajar con rellenos de sustitución, con el fin de reemplazar de forma parcial o total los suelos suaves y rellenar con otro de mejores características geotécnicas, para evitar que no se presenten asentamientos excesivos y, a su vez, no sobrepasen los valores mínimos establecidos en el Código de Cimentaciones de Costa Rica.

Se utilizó el software MacStar2000, proporcionado por la empresa Maccaferri, para el análisis de la estabilidad global del suelo para verificar que en la zona no se presenten problemas de inestabilidad al estar sometido a cargas.

Una vez analizado lo anterior, se realizó una distribución de espacio, con aquellos equipos e instalaciones que conlleva una planta de concreto premezclado sin dejar de lado las recomendaciones ambientales para su viabilidad.

En resumen, se concluye con este documento, donde se muestra la valoración ambiental inicial, según los requerimientos de la SETENA, quién dará una evaluación definitiva al proyecto. Además se presenta una propuesta técnica que permita que el terreno sea propicio para la instalación de una planta de concreto.

Introducción

Este documento está enfocado en buscar por medio de la normativa existente en el país la factibilidad preliminar tanto ambiental como técnica de un terreno, para la colocación de una planta de concreto premezclado.

El terreno en estudio se ubica en San Miguel de Santo Domingo de Heredia. Presenta topografía quebrada y pronunciada, sin tener las condiciones idóneas para la instalación del equipo, por ello se pretende analizar qué condiciones o mejoras se le pueden realizar al terreno para que sea factible establecer en él una planta de concreto.

Para la parte ambiental se siguió la normativa en este tema y sobre todo las disposiciones por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), entidad encargada de dar la viabilidad ambiental para todo proyecto.

Conforme el Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), decreto N° 31849, se le dió una clasificación inicial al proyecto de mediano impacto ambiental potencial (MIAP). Consecuentemente se completó el formulario D1 utilizado para este tipo de actividades por desarrollar.

A través del formulario y tomando en cuenta los impactos ambientales posibles o potenciales por generar, al proyecto se le atribuye una puntuación. De acuerdo con ésta, se elaborará un documento adicional que permitirá un mayor entendimiento de éste y sus implicaciones con el ambiente. Según el valor final obtenido en el formulario para el proyecto, una vez analizados los factores involucrados en el estudio, el procedimiento adicional por presentar junto al formulario es un Pronóstico de Plan de Gestión Ambiental (P-PGA).

En él se detectan los impactos sobre el entorno y se toman las medidas correctivas que tratarán de mitigar y controlar los impactos generados durante la etapa de construcción y la vida útil de proyecto.

Este documento será presentado ante la SETENA, institución encargada de otorgar la viabilidad ambiental del proyecto. En lo que respecta al terreno donde se instalará el proyecto se propone la construcción de relleno de sustitución para cimentar, como una posible opción para que el terreno sea apto y, de paso, a para la instalación de la planta de concreto premezclado.

Se generó un modelo geotécnico con el fin de tener una imagen más clara de los estratos y las propiedades del suelo, y así llevar el análisis respectivo. Para ello se utilizó el software MacStar 2000 de la empresa Maccaferri. En él se estudió la estabilidad global, y se obtuvieron resultados favorables.

Se propusieron a manera de referencia diferentes dimensiones de placa y espesores de relleno respetando los asentamientos máximos permitidos por el Código de Cimentaciones de Costa Rica con el fin de demostrar, que la utilización de esta metodología, puede tomarse en cuenta para cimentar las instalaciones de la planta, pues se tienen resultados aceptables.

Objetivo general

- Buscar opciones técnicas que permitan mejorar las condiciones del terreno para la colocación de una planta de concreto, según los requerimientos técnico - ambientales vigentes en Costa Rica.

Objetivo específico

- Investigar la tramitología para los permisos y regulaciones ambientales para la construcción y operación de una planta de concreto.
- Conformar el terreno, según las características del suelo, adaptándolo el suelo a una estructura segura y eficiente.
- Realizar un diseño de sitio tomando en cuenta la distribución del espacio y del equipo, para que cumpla con requerimientos y normativas ambientales vigentes.

Marco Teórico

Descripción del proyecto

Cartográficamente, el sitio de interés se ubica en la Hoja Cartográfica Abra editada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) escala 1:50.000. Según consta en la división territorial y administrativa de Costa Rica, el terreno se encuentra dentro del distrito de San Miguel, del cantón de Santo Domingo de la provincia de Heredia, localizado aproximadamente 1 km noreste sobre el puente del Río Virilla, carretera Braulio Carrillo.



Figura 1. Ubicación de terreno

El área de la finca es de 43.278 m², cubierta con poca vegetación y algunos árboles. Recientemente al terreno se le realizaron trabajos de desmonte y limpieza, dejándolo libre de vegetación.

Se encuentra en la margen izquierda del río Virilla, frente a la carretera nacional Braulio Carrillo. La topografía del terreno en el sector noreste es regular, y se usa para el almacenamiento de agregados para la construcción. En otros sectores de la propiedad el relieve es quebrado, con pendientes entre el 15 y 30%.



Figura 2. Vegetación existente



Figura 3. Topografía del terreno

El proyecto consiste en ubicar, en el terreno bajo análisis, una planta de concreto premezclado. Ésta será tipo estacionaria y con una producción de 60-100 m³ de concreto por hora, alcanzando una producción diaria alrededor de los 400 m³ de concreto premezclado para la venta.

Propiamente, la planta de concreto tendrá una dimensión aproximadamente de 500 m², a lo cual se le debe añadir áreas para la colocación de un laboratorio de control de calidad, parqueo para camiones automezcladores, área para

apilamiento de materia prima y zonas lavado. Se debe establecer un área entre 3.000 a 4.000 m² para llevar a cabo el proyecto.

Demandará de servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, servicio de alcantarillado y recolección de basura.

Este documento pretende analizar la viabilidad tanto ambiental como técnica para llevar a cabo el proyecto en este terreno. De ahí que a continuación se hace una descripción de la temática alrededor de ello, tomando en cuenta aspectos propios de la ubicación del terreno, así como del funcionamiento de una planta de concreto premezclado.

Amenazas naturales en la zona

Según la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), el cantón de Santo Domingo de Heredia, donde se ubica el terreno para la colocación de la planta de concreto, presenta ciertas amenazas, las cuales se mencionan a continuación:

1. Afectación a la red fluvial:

La red fluvial del área está compuesta por los siguientes ríos y quebradas:

- Río Virilla
- Río Bermúdez
- Río Tibás
- Río Pará
- Quebrada Ángeles

Se ha estimado que esta red ha reducido el periodo de recurrencia de inundaciones a un año o menos. Esto se debe al desarrollo que ha tenido la zona en forma desordenada, sin planificación por parte de las autoridades pertinentes y a la falta de educación ambiental de los habitantes. Gran parte de los desechos sólidos son lanzados a las riberas de los ríos reduciendo la capacidad hidráulica de éstas.

2. Estabilidad de los terrenos

El cantón de Santo Domingo se encuentra sobre fallas geológicas significativas, las cuales presentan actividad periódica que a lo largo de los años han llegado a causar daños en la zona.

La falla sísmica de los Bajos del Toro es una de las que ha reportado mayor sismicidad. A

pesar de que se encuentra alejada del cantón, se han reportado daños debido a su actividad. Existen otras fallas a sus alrededores, por ejemplo al sur y sureste del Valle Central que pueden ocasionar posibles daños, aunque no hay reportes de actividad reciente.

La amplificación sísmica cuando ocurre un evento sísmico hace inestable los terrenos de este cantón, pues una de las características de esta zona es el tipo de suelo conformado por cenizas volcánicas, beneficiando la intensidad de este proceso.

En los márgenes de los principales ríos de la zona se han presentado deslizamientos y fracturas del terreno, así como asentamientos en zonas donde se practican rellenos con malos procedimientos de compactación.

Otra vulnerabilidad en este cantón es la actividad volcánica. Por su ubicación, está expuesta a posibles caídas de cenizas emitidas por el volcán Irazú, esta conlleva efectos secundarios como la contaminación de afluentes de agua potable para consumo humano y efectos sobre la salud de la población. Además, se cree por parte de CNE que se podrían dar corrientes de lodo provenientes de la Cordillera Volcánica Central, las cuales amenazan a la población cercana a los ríos principalmente a aquellas que residen cerca de los ríos Virilla, Pará, Tibás y Bermúdez.¹
(Anexo 1)

Dado que el terreno será utilizado para la instalación de una planta de concreto premezclado y con el objetivo de determinar si el funcionamiento de ésta puede o no aumentar las amenazas potenciales de la zona y del proyecto, a continuación se detalla el funcionamiento que tendría:

Funcionamiento de la planta de concreto

Actualmente el concreto es uno de los materiales de uso popular en la construcción; una materia prima dentro de este proceso constructivo.

Para la producción de concreto es necesaria la utilización de agregados como arena y grava, así como de cemento y agua. La proporción de

¹ Comisión Nacional de Emergencias
<http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/STODOMINGO.htm>

cada uno de estos componentes va a depender de las necesidades del cliente y de acuerdo con el tipo de estructura donde se va a utilizar.

La mayor parte de las plantas estacionarias cuentan con equipo computarizado. Proporcionan cálculos exactos, no sólo indican la cantidad correcta de cada componente, sino que también controlan la maquinaria automáticamente, para asegurar una alta calidad y consistencia en el producto.

Generalmente las plantas de concreto premezclado describen el siguiente proceso:

- Se realiza un análisis de laboratorio a los agregados (granulometrías, humedad, densidad, etc.)
- Las materias primas (arena, grava y cemento) son almacenadas colocadas dentro de la planta por medio de un sistema de transporte y descendidas en las respectivas tolvas de alimentación.
- Cada uno de los componentes anteriores de la mezcla son pesados de acuerdo con el diseño de mezcla hasta obtener la cantidad correcta (Proceso de dosificación)
- Los materiales son pasados a la mezcladora, donde se le agrega el agua indicada para obtener la mezcla homogénea.
- Se realiza la prueba de revenimiento y se toman las muestras necesarias para el control de calidad en el laboratorio.
- Una vez homogenizada, la mezcla es descargada en camiones automezcladores encargados de llevar el producto a su destino. Éstos mantienen la fluidez del concreto hasta por una hora, previniendo el endurecimiento prematuro.

El equipo y maquinaria son esenciales para la producción del concreto. Algunos fabricantes establecen un área mínima de ubicación de 3.000 m² para la colocación de la planta de concreto premezclado, cuya operación está compuesta de los siguientes elementos:

1. Apilamiento de Materiales.
 - 2 y 3. Silos: arena, agregados y cemento.
 4. Descarga del cemento.
 5. Pesaje.
 6. Mezcladora.
 7. Carga de camiones.
- Otros: Laboratorio.

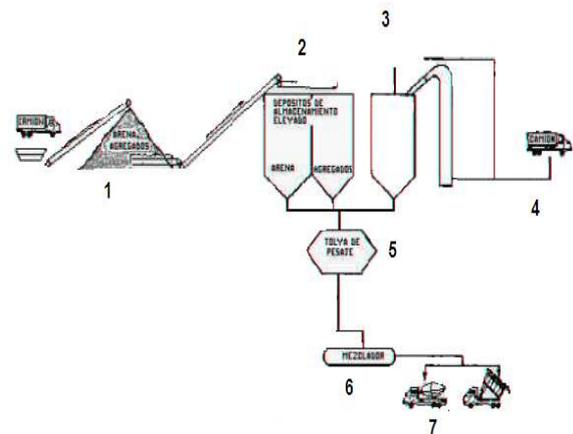


Figura 4. Esquema básico del proceso del concreto premezclado.

Adicionalmente, las plantas de producción de concreto premezclado deben llevar controles de calidad del producto, por lo cual son fundamentales los laboratorios. Éstos se deben basar en las especificaciones y normativas vigentes en la materia, por ello una estricta selección de la materia prima y el cuidado en la ejecución de cada uno de los procesos operativos garantiza la calidad en el producto.

Materias primas

La operación de las plantas de concreto dependerá del cemento, arena, piedra y agua como materias primas.

Gracias a la tecnología del concreto se ha demostrado que la selección de los agregados es de gran importancia, pues aparte de beneficiar en aspectos de economía, contribuyen a aumentar la resistencia, en el caso del agregado grueso (gravas). El agregado fino (arena) aportará trabajabilidad. Ambos ayudan a reducir las contracciones durante el secado.

El agregado grueso ocupa alrededor del 75% del volumen del concreto, por lo general el tamaño del agregado depende de las condiciones para las cuales el cliente destinará el concreto, es decir, de acuerdo con la resistencia requerida. Las más usuales son:

Cuadro 1. Agregado grueso usual para la producción de concreto	
Tamaño	
Milímetros	Pulgadas
19,05 - 25,4	3/4" - 1"
12,7 - 19,05	1/2" - 3/4"
9,52 - 12,7	3/8" - 1/2"

La arena es el material que pasa la malla de 4,75mm (N° 4 ASTM) y retenida en 75mm (N° 200 ASTM).

El agua de la mezcla de concreto debe ser potable, sin olor e insípida. En algunos casos se puede utilizar aguas no potables, pero éstas no pueden influir negativamente en la resistencia del concreto, en el tiempo de fraguado. También se debe evitar que provoque eflorescencia, manchado, corrosión del acero de refuerzo, inestabilidad volumétrica y pérdidas en la durabilidad.

El cemento utilizado para la producción de concreto tiene características hidráulicas. Se trabajan en forma líquida al mezclarla con agua y agregados y al reaccionar químicamente se convierte en un material durable y resistente. El cemento es a base de cales, algunas escorias y materiales con propiedades puzolánicas.²

Emisión de contaminantes

Existen grandes problemas ambientales asociados a la fabricación de concreto, los cuales tienen relación con la emisión de material particulado, generación de ruido, desechos líquidos y sólidos, contaminación del agua y con algunas molestias a la comunidad relacionadas con el transporte, tal como el flujo de camiones y su consecuente impacto con el ambiente.

En el caso del ruido, no debe sobrepasar los 75 dB³ en el límite de la propiedad, ya que si no es necesario el empleo de materiales o técnicas que lo absorban. La construcción de fronteras naturales como árboles y plantas en las zonas de acceso y perímetro del sitio permitirá disminuir el ruido alrededor de ésta.

² Flor de Ma. Muñoz Umaña – Libro “Componentes Principales de las Mezclas de Concreto”

³ Artículo 4. Reglamento sobre Higiene Industrial

La descarga dividida de las materias primas para la producción de concreto suele permitir el aumento de los contaminantes (polvo), así como el proceso de vaciado a los camiones despachadores y el almacenamiento abierto de los agregados.

El polvo originario del proceso de mezcla, puede ser controlado por medio del encerramiento de los equipos y a un buen sistema de filtros. El levantamiento del polvo provocado por el viento se puede prevenir con el riego periódico de agua, para mantener un nivel de humedad, así como el uso de cortinas, cubiertas o cierres laterales.

Adicionalmente se pueden aplicar medidas como la pavimentación de accesos y zonas donde transiten los camiones de carga, el transporte cerrado de los agregados, la instalación de mallas o muros para evitar la acción del viento, utilización de mangas plásticas para la carga de los camiones, entre otras.

Otros contaminantes son los desechos líquidos y sólidos. El agua en contacto con el cemento produce los mismos problemas asociados a la formación de costras sobre el suelo y el autofraguado indeseado.

El tratamiento de los desechos sólidos y su debida eliminación está cargado de problemas, ya que la mayoría de los lugares de descarga (botaderos) no cuenta con el tratamiento adecuado, esto produce la contaminación de aguas subterráneas y la generación de lixiviados, los cuales son de alto contenido tóxico.

Las industrias fabricantes de concreto deben contar con políticas y controles de reutilización, eliminación y de disposición de residuos sólidos, con ayuda de principios de sostenibilidad. Por ejemplo, la minimización de la generación de residuos mediante el mejoramiento en la calidad del proceso de producción solventaría la necesidad de tratar y eliminar estos materiales.

Para adoptar el concepto de minimización de los residuos, se necesita innovaciones en el diseño y operación de las plantas y equipos, utilizando tecnologías limpias. La iniciativa de las empresas para la minimización de los residuos se debe principalmente a intereses económicos, presiones legales, ambientales y de respuesta a la comunidad.

Sin embargo, la atención a programas amigables con el ambiente es una manera de demostrarles al entorno y a la comunidad los

compromisos de la empresa. Existen tecnologías con el fin de encontrar beneficios con el ambiente entre ellas: el uso de mezcladores automáticos y el procesamiento húmedo de agregados. El empleo de las anteriores tecnologías reduciría las emisiones y, además, pueden aumentar el rendimiento del material durante el proceso de producción.

Una de las fuentes generadoras de residuos es la devolución del concreto fresco no utilizado en obra. Según la Revista Hormigonar⁴, indica que el concreto retornado de obra a las plantas, incurre en serios problemas económicos y ambientales. En estudios realizados, el concreto desperdiciado representaba entre 1 y 2% del total de 180 millones de metros cúbicos anualmente producido en Japón, por ejemplo.

En los países del primer mundo, a las empresas se les obliga a controlar los desechos que generan, por lo cual se basan en la reutilización o en el reciclaje.

Existen opciones para el tratamiento y reutilización de estos residuos, por ejemplo el aprovechamiento de los materiales utilizando tecnologías basadas en la separación mecánica de los agregados del lodo /agua/cemento.

Ejemplo de lo anterior son las piletas de decantación, las cuales se basan en un conjunto de cámaras interconectadas, en el cual el flujo de lodos transita y por sedimentación se separan los sólidos, una vez aclarada el agua residual puede ser reutilizada en el lavado de las tolvas y camiones mezcladores o como agua de mezcla en un nuevo diseño de concreto. También el agua puede ser vertida en la red de alcantarillado, siempre y cuando cumpla con las disposiciones legales del caso.

Existen equipos con sistemas de lavado con agua a presión llamados Reclaimer. Cuentan con un tamiz con malla de abertura de 0.2mm, lo cual facilita la clasificación por medio de la separación de los agregados de los lodos cementosos y permite la reutilización de los agregados en otro diseño de mezcla. Tiene la ventaja no pierde las propiedades físicas de los agregados.

Otra forma consiste en la utilización de aditivos estabilizadores de hidratación (AEH). La activación del concreto devuelto después de este período es obtenida por el uso de aditivos aceleradores o mezclando concreto nuevo con

concreto estabilizado. Este método es el que económica y ambientalmente produce mejores resultados. La única salvedad son los estudios previos de los aglomerantes utilizados y es fundamental una correcta capacitación del personal involucrado.

En la utilización del concreto premezclado deben ser consideradas ventajas adicionales, tales como el transporte y la viabilidad de producción de concreto fabricado en los grandes centros urbanos.

Otras formas de reutilización de los desechos sólidos como resultado de la producción de concreto son como rellenos, terraplenes, subbase en carreteras, sustituto de agregados en el asfalto y concreto, polvo de cemento, construcción de muros de protección antiruidos o elementos no estructurales.

Valoración ambiental

Marco legal aplicado para el proyecto

Cualquier proyecto nuevo, principalmente aquellos de tipo industrial, les corresponde pasar por una serie de trámites legales, administrativos y ambientales para llevarlo a cabo. Debe seguir una serie de normativas y aprobaciones que van desde la fase de prediseño hasta el cierre de operaciones.

Este proyecto está enfocado en analizar las condiciones básicas que harán factible un terreno para la ubicación de una planta de concreto premezclado. En Costa Rica existen legislación y trámites institucionales que regulan todo proyecto. La acción conjunta de todas estas medidas dará paso a aprobar o no la actividad.

La reglamentación dirigida al tema ambiental toma en cuenta factores como el suelo, agua, aire, aspectos humanos, sociales, económicos, etc. La producción de concreto como actividad debe adecuarse a estos factores e interactuar de manera que el medio no tenga impactos severos.

La institución que resguarda estos intereses es la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). No obstante para la aprobación por parte de esta entidad se debe recurrir a otros entes para efectos de recabar información necesaria de suplir.

⁴ Revista Hormigonar, Asociación Argentina del Hormigón Elaborado.

En el país la protección ambiental se basa en una gran cantidad de normativas, muchas veces no muy claras, con vacíos legales por la debilidad del marco institucional y administrativo. En la mayoría de los casos estas leyes no se llevan a la práctica por la carencia del apoyo financiero de las instituciones públicas, al no contar con los recursos económicos y humanos para llevar a cabo las tareas de control y monitoreo, para asegurarse que el proyecto se llevó a cabo tal y como fue originalmente presentado.

En el Anexo 2 se adjunta un resumen de la normativa legal aplicable con los artículos más específicos para este proyecto, desde la construcción, instalación y operación de éste.

A continuación, se desglosan las etapas y parte del procedimiento considerado para la viabilidad del proyecto:

Estudio de prediseño

Existen regulaciones que limitan o condicionan el diseño de un proyecto, Por tal razón, durante esta fase es necesario e imprescindible tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Uso del suelo

Verificación del uso del suelo: se obtiene con una copia del plano catastral de la propiedad.

La municipalidad es la encargada de otorgar el uso del suelo, tomando en cuenta leyes como: Ley de Aguas, Ley Forestal, Ley de Zona Marítimo Terrestre, la Ley del Polo Turístico Golfo Papagayo, además de los planes reguladores aprobados y vigentes, según sea el caso.

Además, de existir un plan regulador, la municipalidad tiene la potestad de no tomar en cuenta alguno de sus usos que no considere recomendables, para dar paso o no al nuevo proyecto. Al haber ausencia de un plan regulador la municipalidad puede aplicar total o parcialmente el reglamento de zonificación regional.

Para los proyectos industriales en la Gran Área Metropolitana es recomendado verificar si el uso industrial específico propuesto coincide con los establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEAGAM/NO. y su reforma DE-29415, por lo cual se debe consultar a la

oficina de la GAM (Gran Área Metropolitana) en la Dirección de Urbanismo del INVU.

Alineamientos

Se deben considerar alineamientos o retiros con respecto de las carreteras nacionales y las líneas de ferrocarril. En cualquiera de los anteriores casos se deben tramitar ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Los alineamientos respecto de carreteras cantonales se tramitan ante municipalidad de la zona.

Limitaciones

En caso de existir zonas de protección de nacientes, ríos, quebradas, arroyos, lagos y embalses naturales o artificiales y acuíferos, ha de referirse a la Dirección de Urbanismo del INVU. Los alineamientos con respecto de servidumbres, se debe tramitar una certificación de Notario Público o del Registro Nacional. Si existen servidumbres inscritas en el plano catastrado, debe marcarse la línea de construcción donde se visualice el paso de la servidumbre.

Por otro lado, se encuentra prohibida la construcción en zonas de protección. En aquellas áreas donde existan nacientes se debe mantener un radio de protección de cien metros medidos horizontalmente.

Debe existir un retiro de 15 y 10 metros en zona rural y urbana respectivamente a ambos lados de las riberas de los ríos en el caso de que el terreno sea plano. Para los terrenos en pendiente será de 50 metros horizontales.

Servicios básicos

Consultar ante las instituciones pertinentes sobre la disponibilidad de los servicios básicos como por ejemplo: agua, electricidad, líneas telefónicas, internet, recolección de basura, existencia de alcantarillado sanitario, etc.

Estudios arqueológicos

Este aspecto no es obligatorio pero se recomienda en aquellas zonas declaradas de interés arqueológico realizar un estudio previo a

los movimientos de tierras para comprobar si en la propiedad existen declaratorias de monumento.

Setena - Evaluación ambiental

En su etapa inicial, todo proyecto nuevo debe pasar por un proceso de evaluación ambiental, con el fin de determinar la viabilidad.

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental, en su Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto 31849) formula los pasos para llevar a cabo la evaluación.

Este procedimiento cuenta con dos etapas: Evaluación Ambiental Inicial y la Evaluación Ambiental Definitiva. Las anteriores fases deben ser consideradas para el proyecto planteado en este documento.

Evaluación ambiental inicial

Se realiza una clasificación de las actividades generales para conocer de forma preliminar en qué grupo se clasifica el proyecto, esto basado en el impacto ambiental potencial (IAP). El IAP considera criterios como tamaño, impacto ambiental, ubicación, si existe o no plan regulador.

La actividad por realizar se clasifica según su impacto en A (Alto Impacto Ambiental Potencial), B1 y B2 (Moderado Impacto Ambiental Potencial sin plan regulador) y C, B2 (Bajo Impacto Ambiental Potencial con plan regulador)

Clasificada la actividad por desarrollar se procede a llenar un formulario (D1 o D2) de acuerdo con el impacto. El formulario D1 será utilizado cuando la actividad se clasifique como A, B1 y B2 sin plan regulador. En el caso del D2 se utilizará cuando la actividad califique como C y B2 con plan regulador

Para el formulario D1, cuya finalidad es la de determinar si la actividad, obra o proyecto planteado es viable desde el punto de vista ambiental, se utiliza un sistema de puntuación llamado Significancia del Impacto Ambiental (SIA). De acuerdo con este valor la SETENA determinará si requiere o no de una profundización del análisis ambiental por medio de un instrumento de evaluación ambiental más detallado.

El formulario D2 dicta las prácticas ambientales por seguir por un desarrollador,

implantando el Código de Buenas Prácticas Ambientales (CBPA).

A través estos formularios, la Secretaria Técnica Nacional Ambiental dará la clasificación ambiental final.

Evaluación ambiental definitiva

Con la evaluación ambiental final dada por la SETENA, se indica el instrumento correspondiente para ejecutar la valoración. Éstos pueden ser:

- Declaración Jurada de Compromisos Ambientales (DJCA) Proyectos clasificados como B2

Consiste en una declaración jurada notarial en la cual el interesado en el proyecto se compromete a cumplir todos los requerimientos que tome como pertinente la SETENA una vez evaluado el proyecto. Debe incluir descripción del proyecto, características ambientales del área de influencia, impactos del proyecto al ambiente; impactos del ambiente al proyecto, entre otros.

- Pronóstico de Plan de Gestión Ambiental (P-PGA) Proyectos clasificados como B1

Proporciona información técnica acerca del impacto ambiental, además de incluir medidas ambientales con el fin de prevenir, mitigar, corregir compensar o restaurar impactos ambientales, evaluar costos, plazos y responsables de su aplicación. Si así lo solicitara la SETENA, se debe presentar el compromiso de cumplimiento del Código de las Buenas Prácticas Ambientales y la fijación de una garantía ambiental.

- Estudio de Impacto Ambiental (dirigido o exhaustivo) Proyectos clasificados como A

Términos por tomar en cuenta para la confección:

- Descripción del proyecto: Ubicación, justificación técnica, condiciones legales del proyecto, etc.
- Fases de desarrollo: Actividades, tiempo de ejecución.
- Equipo por emplear: Fases de construcción, Fases de operación.
- Recursos por utilizar: Servicios básicos, Mano de obra

- Prácticas de desechos
- Referencia con el uso de suelo
- Análisis y estudio financiero: Inversión, costos y beneficios, financiamiento, etc.
- Geomorfología
- Clima
- Características de los suelos
- Hidrología
- Calidad del aire, ruido, olores
- Amenazas naturales
- Descripción ambiente biológico
- Descripción ambiente socioeconómico
- Evaluación de impactos y medidas correctivas.

Los proyectos clasificados como C, se deben inscribir ante el Registro Oficial.

Basada en las evaluaciones la Comisión Plenaria del SETENA emitirá una resolución administrativa sobre la decisión final de la evaluación de impacto ambiental. En el caso de un rechazo no se dará paso a la continuación del proyecto. Se pueden plantear modificaciones o presentar un plan nuevo.

En caso de dictar su aprobación, se formalizarán los requerimientos solicitados en la resolución como lo son la suscripción de la DJCA, la designación del responsable ambiental y el pago de las garantías. La aprobación tendrá una validez de dos años para el inicio de la obra.

Este informe incluye un P-PGA y una DJCA, la fijación de una garantía ambiental, así como el nombramiento de un responsable ambiental.

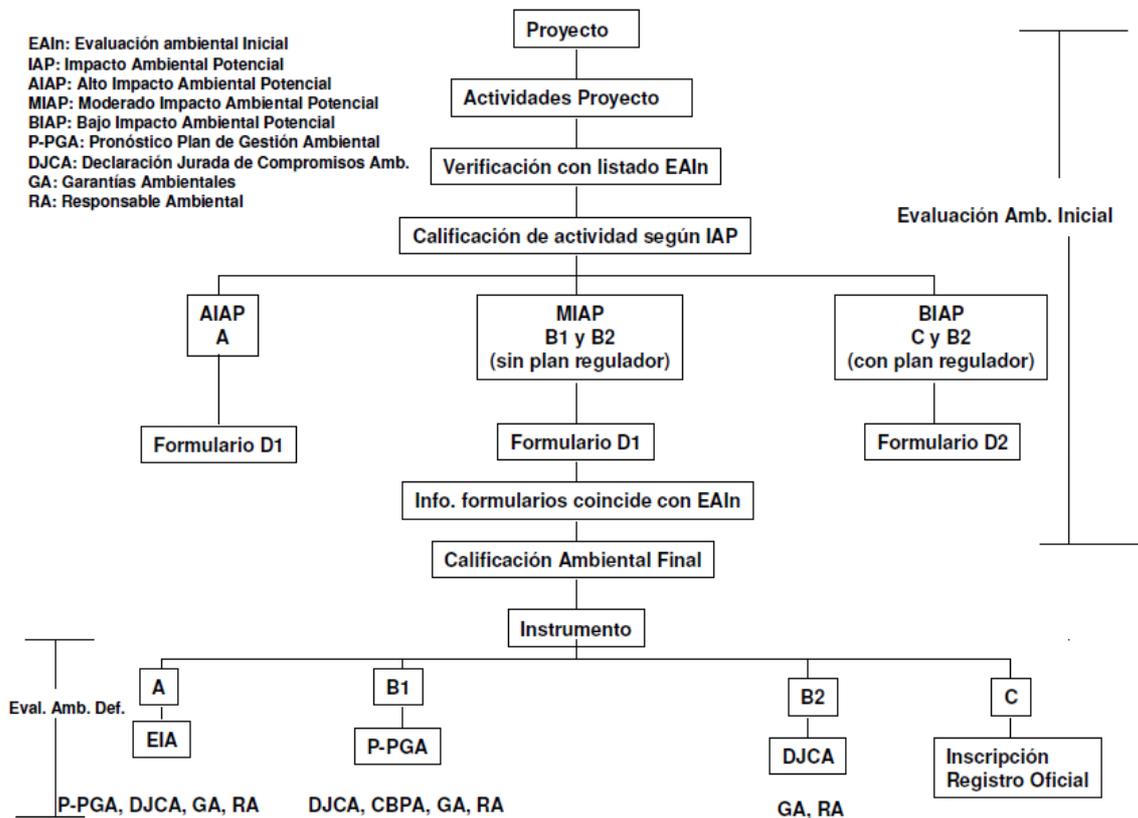


Figura 5. Esquematación Evaluación Ambiental - SETENA

Fuente: Curso Normativa, II Semestre, 2009. Ingeniería en Construcción – Instituto Tecnológico de Costa Rica

Permisos de construcción

El otorgamiento del permiso de construcción al interesado representa la autorización administrativa para el comienzo del proyecto.

Los requisitos y trámites para la construcción varían según el tipo de edificación o proyecto. Una vez finalizado el proceso de prediseño y la etapa de evaluación ambiental en la SETENA, se deben hacer los trámites ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

Para el proyecto en análisis corresponde considerar lo estipulado por el Ministerio de Salud en lo concerniente al visado de planos. Se debe presentar los planos constructivos finales de la obra y conjuntamente llenar un formulario de solicitud de visado de planos

La administración, en un mes calendario, hará las observaciones por escrito y una única vez. Si el Ministerio de Salud no se pronuncia en ese plazo los planos quedan aprobados (silencio positivo) sin trámite ni requisitos adicionales.

En caso contrario se debe presentar las observaciones dentro del plazo de siete días naturales.

Aprobado el visado de los planos por el Ministerio de Salud, se deben presentar los siguientes requisitos a la municipalidad respectiva:

- Copia del plano catastrado
- Alineamientos de construcción del MOPT con respecto de las carreteras nacionales o a la municipalidad si son carreteras cantonales.
- Alineamientos en áreas de protección, nacientes, ríos quebradas, arroyos, lagos. Son otorgados por La Dirección de Urbanismo del INVU o por el Ministerio de Ambiente y Energía MINAE.
- Llenar el formulario de solicitud de permisos de construcción
- Certificado de uso del suelo
- Suscripción de la póliza del riesgo del trabajo del INS

Se estima en promedio cinco días hábiles para ser otorgado el visado de construcción.

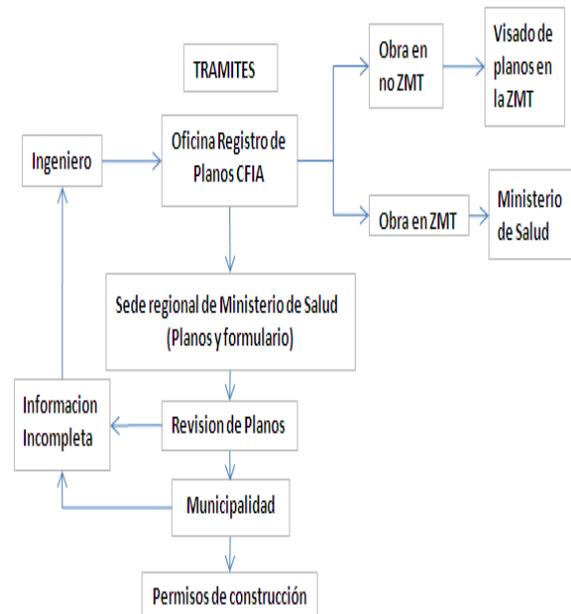


Figura 6. Tramitología para otorgamiento de visado de planos
Fuente: Curso Normativa, II Semestre, 2009. Ingeniería en Construcción – Instituto Tecnológico de Costa Rica

Valoración técnica del terreno

Consideraciones de diseño

Análisis de estabilidad

La estabilidad de taludes se basa en el análisis de superficies inclinadas con respecto de la horizontal que acoge un terreno. El análisis puede ser sobre taludes construidos por el hombre o naturales.

Uno de los factores actuantes sobre la estabilidad es la gravedad. El equilibrio nace cuando la gravedad compensa con la resistencia del terreno. En caso contrario surgirá una masa inestable que puede aparecer como un deslizamiento.

La representación de este fenómeno de falla al cortante se basa en las teorías de la resistencia de materiales. Según la ecuación de Columb se expresa de la siguiente manera:

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi$$

Donde:

- τ = Esfuerzo de resistencia a corte (kPa)
- c' = Cohesión (kPa)
- ϕ = Ángulo de fricción interna (°)

En ensayos triaxiales o de corte directo (drenados) se pueden obtener estos parámetros. Así como en ensayos triaxiales con consolidación previa y corte sin drenaje.

Los esfuerzos efectivos son la diferencia entre los esfuerzos totales y la presión de poros. Los efectivos controlan el comportamiento del suelo y pueden utilizarse en problemas de estabilidad a largo plazo. Por su parte, los totales son empleados para analizar el equilibrio a corto plazo.

Según el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR), el análisis por esfuerzos efectivos es el más complicado, principalmente cuando se analizan suelos de baja permeabilidad (suelos cohesivos), ya que en la práctica determinar los cambios en la presión de poros ejercidas por la aplicación de cargas es difícil.

Por lo tanto, para suelos cohesivos, como las arcillas, el análisis se efectúa por esfuerzos totales, pues la condición más desfavorable se

presenta hacia el final de la construcción. Esto se debe a que la transferencia de las cargas al estrato de suelos es lenta, generando un grado drenaje, además de un parcial traspaso de esfuerzos normales, lo cual provoca que la capacidad de carga incremente. Esta suposición, según el CCCR brinda resultados conservadores.

Cuando existe disipación de los excesos de presión de poros y la transmisión de los esfuerzos efectivos al suelo, se presentan las condiciones más favorables (largo plazo)

Para el análisis de estabilidad existen métodos de cálculo, entre ellos:

- Bishop
- Fellenius
- Janbu

La mayoría de éstos se basan en dividir el macizo potencialmente deslizante en dovelas (figura 7), cuyas caras son verticales, suponiendo una falla circular. El análisis se resume en calcular el equilibrio de cada una de ellas y finalmente analizar el equilibrio global, obteniendo un Factor de Seguridad, definido este como la relación entre los momentos o fuerzas resistentes y momentos o fuerzas actuantes.

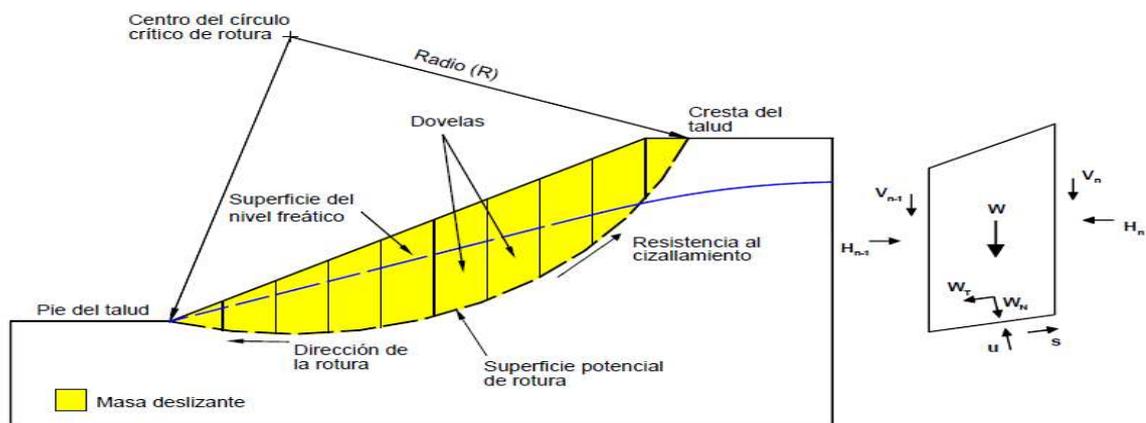


Figura 7. Principio de los Métodos de Cálculo

Fuente: www.aimecuador.org

El peso de la rebanada (W) se descompone en un empuje tangencial (W_t) y otro vertical (W_n), paralelo y normal, respectivamente a la base de aquella. W_t origina una tensión cortante, a la que se opone la propia resistencia al corte (s) del terreno, definida por la cohesión y la fuerza normal (W_n) disminuida en la presión intersticial (u).

Rellenos de sustitución

A continuación se muestra la metodología usada:

Presión bajo el relleno:

$$q_r = \frac{P * B * L}{(B + T) * (L + T)} + \gamma * T$$

Donde:

qr: Presión bajo el relleno (kg/m²)

P: Carga distribuida (kg/m²)

B: Ancho mínimo de la placa (m)

L: Largo de la placa (m)

T: espesor de la sustitución (m)

γ: Peso volumétrico total del material de relleno (kg/m³)

Para el cálculo de los asentamientos se empleó el método elástico multicapa de Steinbrenner. Según este método, el asentamiento producido por una carga vertical uniforme aplicada a través de una cimentación rectangular, viene dada por la siguiente expresión:

$$S = \frac{P * b}{2E} * (A * \phi_1(a, b, z) - B * \phi_2(a, b, z))$$

Donde:

S: Asentamiento

P: Presión vertical uniforme transmitida por la cimentación al terreno.

b: Ancho de la cimentación

E: Módulo de Elasticidad

A y B: Coeficiente dependientes del módulo de Poisson considerado.

μ: Módulo de Poisson

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2\nu^2$$

a= Largo de la cimentación

z= Espesor del estrato

$$m = z / b$$

$$n = a / b$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left[\ln \left(\frac{\sqrt{1+n^2+m^2} + n}{\sqrt{1+n^2+m^2} - n} \right) + n * \ln \left(\frac{\sqrt{1+n^2+m^2} + 1}{\sqrt{1+n^2+m^2} - 1} \right) \right]$$

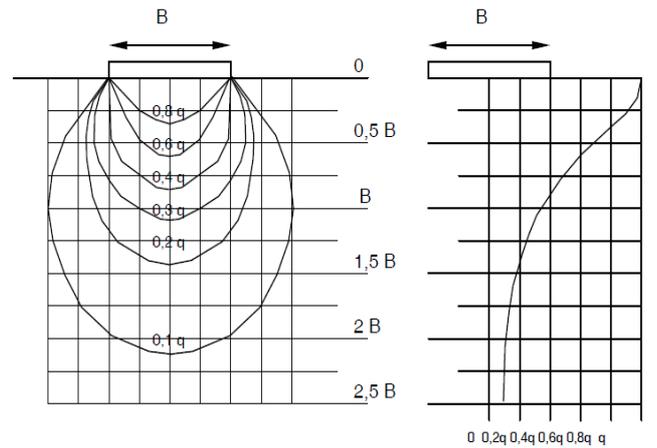
$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} * \arctag \left(\frac{n}{m * \sqrt{1+n^2+m^2}} \right)$$

El bulbo de tensiones es la zona situada bajo la superficie cargada, hasta donde se considera que llegan los esfuerzos transmitidos por la cimentación. Su forma depende de las dimensiones de esta última, y su magnitud es proporcional a la carga transmitida por ella, decreciendo en profundidad. Para cualquier

profundidad, el mayor esfuerzo tiene lugar debajo del centro de la cimentación.

La profundidad hasta la cual el esfuerzo es significativo se le llama Zona de Influencia y suele considerarse generalmente como aquella a la cual dicho esfuerzo alcanza un valor igual o inferior al 10% de la carga litostática (peso de las tierras por encima de la cota considerada).

CIMENTACIÓN CUADRADA CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



LÍNEAS DE IGUAL ESFUERZO VERTICAL TRANSMITIDO POR LA CIMENTACIÓN

ESFUERZO VERTICAL BAJO EL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

Figura 8. Representación Bulbo de Presiones.

Fuente: Libro Foundation Analysis and Desing

Metodología

La presente propuesta trata de una evaluación técnica y ambiental preliminar. Se hizo un desglose del marco de trabajo, fragmentado en dos fases, cada una relacionada con los objetivos específicos planteados. La primera parte corresponde a los aspectos ambientales, en búsqueda de una factibilidad ambiental del terreno sujeto a análisis. La segunda, corresponde a adaptar el espacio técnicamente para el desarrollo de la planta de concreto premezclado.

Perspectiva ambiental

El procedimiento realizado se basa fundamentalmente en el marco legal de Costa Rica.

Esta etapa consistió en ubicar y recopilar la normativa ambiental vigente, por lo cual se estudió cada uno de los requerimientos.

Se consultaron diversas fuentes, de las cuales se extrajeron aquellos temas referentes a la investigación. Las leyes, decretos y códigos son fuente primaria de este trabajo, entre ellas se describen las más relevantes:

- Ley Orgánica Ambiental N° 7554
- Ley Forestal N° 7575
- Ley de Aguas N° 276
- Ley General de Salud N° 5395
- Decreto 34375 - MINAE Guía Ambientales
- Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO. y su reforma DE-29415
- Decreto 31849 - Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental
- Guía Ambiental para la Construcción - Resolución N° 1948-2008-SETENA

Se ubicó el terreno, su situación actual y el medio donde se encuentra. Se realizaron visitas

de campo, para recolectar información visual. Otras fuentes importantes consultadas fueron mapas de la zona entre ellos:

- Mapa de amenazas de la Comisión Nacional de Emergencias.
- Mapa de uso de suelos
- Mapa de uso actual del suelo del Instituto Geográfico Nacional.

Los documentos específicos para llevar a cabo este estudio son los decretos ejecutivos N° 31849 (Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental) y N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO, emitidos por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) respectivamente. En ellos se dan las regulaciones para la zona en estudio, especificando los lineamientos por seguir para optar por la viabilidad del proyecto en este terreno.

Para el análisis de la factibilidad ambiental se estudió cada uno de los factores implicados en el proyecto (tránsito vehicular, contaminación en el medio, alineamientos, limitaciones, terreno, ubicación, servicios básicos, requerimientos ambientales, etc.) desde la etapa de diseño hasta la puesta en marcha del proyecto, con el fin de verificar si el lote cumple con las disposiciones dadas en la ley. En caso de no ser así, se estudiaron las medidas ambientales que se deben tomar para mitigar el impacto, para hacer viable el proyecto.

Perspectiva técnica

En esta etapa, se buscó verificar la capacidad de soporte del terreno para la instalación de una planta de concreto premezclado. Para ello se aplicarían criterios de

ingeniería para adecuar el suelo y permitir su funcionamiento.

Inicialmente, se obtuvieron datos del terreno como ubicación, vegetación existente y curvas de nivel. Se realizó un estudio de suelos específico para la zona con el fin de conocer la estratigrafía del terreno por parte del Laboratorio de suelos CACISA. Se configuraron cortes transversales (perfiles) para observar la topografía de la zona.

Un aspecto importante para llevar a cabo una obra en relación con el medio soportante, es la creación de un modelo geotécnico, el cual permite al ingeniero comprender mejor las condiciones presentes en un determinado lugar, además de identificar los principales problemas geotécnicos y hacer más realista la estimación de propiedades del suelo del proyecto. Con ayuda del estudio de suelos y la consulta a varias fuentes de información se permitió conocer aspectos como:

- Geología de la zona
- Historia geológica y tectónica del sitio
- Problemas geológicos, sondeos y ensayos de laboratorio, cercanos a las obras
- Presencia de agua

Se visitaron instituciones públicas como la Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica y al Servicio de Aguas, Riego y Avenamiento (SENARA), en búsqueda de información que permitiera conocer mejor las condiciones geológicas generadas en el área.

Con la recopilación de la información se generó un modelo geotécnico para el sitio, la cual identificó los estratos presentes así como las propiedades en cada una de ellas, como punto de partida para hacer el análisis técnico respectivo. Considerando las medidas ambientales, aspectos topográficos y las disposiciones legales que rigen en la zona, se confeccionó un diseño de sitio, ubicando zonas verdes, laboratorio de calidad, planta de concreto, parqueo para automezcladoras, almacenamiento de agregados, piletas de decantación y oficinas.

Una vez dispuesta la ubicación de cada una de las partes del proyecto, se realizó el análisis de estabilidad del terreno tomando en cuenta la influencia que transmite por su peso la planta de concreto sobre el terreno.

Para el estudio de estabilidad se utilizó el programa de cómputo MACSTARS 2000, el cual permitió el análisis de la estabilidad global de acuerdo con los criterios establecidos en el Código Sísmico de Costa Rica, así como en el Código de Cimentaciones de Costa Rica. El análisis se efectuó según dos condiciones a corto plazo (condición no drenada) y a largo plazo (condición drenada).

Se compararon las cargas involucradas en el proyecto especialmente las transmitidas por la planta de concreto al suelo, con el fin de conocer si el terreno tiene la capacidad soportante adecuada para cimentar la planta.

Una de las propuestas planteadas es mejorar la capacidad soportante del suelo por medio de rellenos compactados en sustitución del terreno suave, para transmitir la carga a estratos de mejor calidad y consecuentemente a reducir los asentamientos diferenciales. La metodología empleada fue plantear diferentes espesores de sustitución, proponiendo dimensiones de placa y que los asentamientos producidos por la carga impuesta no fueran mayores a los establecidos en el Código de Cimentaciones de Costa Rica para este tipo de estructuras.

Para ello se utilizó la teoría de consolidación según la siguiente formulación:

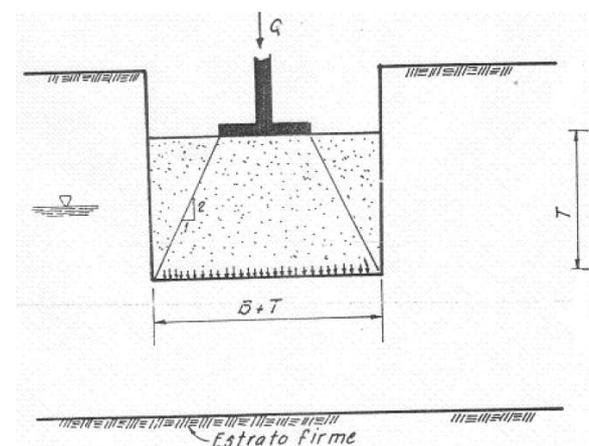


Figura 9. Distribución de esfuerzos bajo un área cargada.

Resultados

Consideraciones sobre la factibilidad ambiental

Para efectos de investigación, este proyecto se limita a la obtención de certificados o permisos por parte de las diferentes entidades involucradas. Solamente se analizará de acuerdo con la normativa los pasos requeridos para obtener su viabilidad ambiental.

Para efecto de determinar si el terreno es apto para el desarrollo de una planta de concreto premezclado se analizaron la legislación y normativa vigentes.

El proyecto se ubica en el distrito de San Miguel de Santo Domingo de Heredia. Dicha zona se encuentra normada con el Plan Regional Metropolitano (GAM-1982), pues no cuenta con un plan regulador específico. En este decreto se fijan las directrices básicas para la elaboración de planes urbanos más pormenorizados de las municipalidades que integran el Gran Área Metropolitana haciendo un mejor ordenamiento territorial.

El GAM-1982 utiliza como instrumento legal el Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO. y su reforma DE-29415, en el cual se establecen “zonas especiales de protección” necesarias para ordenar y concentrar el crecimiento de las poblaciones sobre todo fuera del límite de la Gran Área Metropolitana. Esto cuando los Gobiernos Municipales no hayan promulgado sus propios Reglamentos de Planificación y Desarrollo Urbano.

El terreno donde se pretende llevar a cabo la instalación de la planta de concreto se localiza dentro de las zonas marcadas como de especial protección, de ahí que se presenten ciertas restricciones para el uso del suelo. Anexo 2

El sector donde se ubica la propiedad, y según este decreto, es de uso predominante del suelo es agrícola, en ella solo se permitirá cierto tipo de construcciones de acuerdo con la actividad por desarrollar.

A continuación se detallarán aspectos por tomar en cuenta para los terrenos dentro de zonas de especial protección y requieran desarrollar una actividad industrial, basado en los artículos 1 y 4 del Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO Anexo 2.

--- Para el caso de industrias o actividades industriales sólo se tomarán en cuenta las que sean definidas por el Reglamento de Higiene Industrial del Ministerio de Salud como de tipo inofensiva o incómoda. Lo anterior se refiere a que la actividad por ejercer no cause daños o molestias al vecindario o a las personas que en ellas trabajen. Las de tipo incómodo se permitirán siempre que las posibles molestias sean confinables en la propiedad donde se pretende ubicar la industria, mediante requisitos constructivos especiales o de cualquier otro tipo que establezca el Ministerio de Salud. (Anexo 2)

Así pues el ruido, trepidaciones, malos olores, cambios sensibles en la temperatura, humedad, polvo, impacto en el tránsito vehicular, número de trabajadores son aspectos por evaluar por parte del Ministerio de Salud, los cuales se detallan:

Tránsito vehicular

La industria del concreto conlleva la adquisición de vehículos (camiones automezcladores) para el traslado del producto a los sitios de encargo. De acuerdo con la producción de la planta por instalar (60m³/h) se requieren de 5 a 10 automezcladores.

La construcción de la planta de concreto no tendrá mayor impacto sobre el tránsito de la zona pues la propiedad se ubica frente a la carretera Braulio Carrillo, ruta nacional que comunica el Valle Central con la Zona Atlántica. Esta carretera es una de las arterias principales de la economía del país, transitada en su mayoría por vehículos pesados, pues sirve para el traslado de materiales a los muelles; por lo tanto el vecindario

no tendrá una percepción importante en flujo y tipo de vehículo por emplear. Además el terreno está alejado de los centros de población, consecuentemente no altera significativamente el tránsito de vehículos. A su vez, no tiene mayor afluencia de personas al sector, pues el número de empleados en esta actividad es reducido. Se ocuparán aproximadamente 20 distribuidos entre choferes, operadores, técnicos, guardas, peones, entre otros.

Aire

Una de las posibles disconformidades es el polvo que pueda generar la actividad por desarrollar. El almacenamiento abierto de los agregados (materia prima), la descarga dividida de las materias primas, el polvo originario del proceso de mezcla, el vaciado a los camiones despachadores y del transitar de los vehículos suelen permitir el aumento de contaminantes como el polvo. Estas fuentes pueden ser reducidas con el empleo de mecanismos que ayuden a confinarlas dentro de la propiedad.

Algunas de las acciones propuestas para la reducción de las emisiones son el riego periódico para aumentar el nivel de humedad del sitio (dispersores), la construcción de barreras naturales como árboles en el perímetro del terreno, la pavimentación de accesos y de las zonas donde transitarán los camiones de carga, la utilización de mangas plásticas en el proceso de vaciado a los camiones, la instalación de mallas o muros para evitar la acción del viento entre otras.

Las acciones anteriores ayudarán a confinar la emisión por polvo dentro de la propiedad, y reducirá el traslado de partículas de polvo generada por la acción del viento a las propiedades vecinas.

Sonido

Se considerará como incómodo el sonido generado a través de la actividad cuando éste se perciba en el interior de las habitaciones vecinas con una intensidad mayor a los 75 decibeles durante el día.

La planta de concreto premezclado tiene distintas fuentes generadoras de ruido entre ellas las más importantes son: motores de la planta camiones automezcladores y cargadores. Según la Organización Internacional de Trabajo (OIT) en

su artículo “El ruido en su lugar de trabajo”, se establecen niveles sonoros según la fuente. Aplicando este estudio a las distintas fuentes mencionadas en el proyecto, el nivel sonoro total ronda los 90 a 100 decibeles (dB) propiamente en el origen de la fuente. Ver anexo 3

En el siguiente gráfico se muestra la disminución del nivel de sonido de acuerdo con la distancia, basta con tener seis metros de distancia de la fuente del sonido para estar por debajo del valor permitido por el Ministerio de Salud.

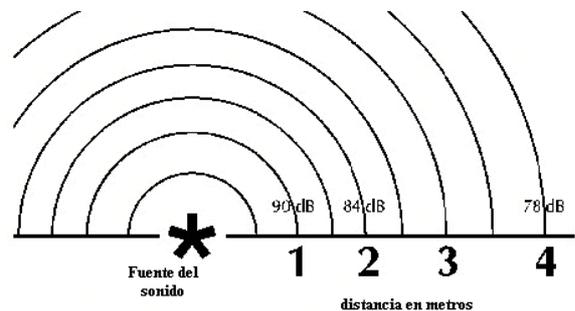


Figura 10. Disminución del sonido conforme la distancia ⁵
Fuente: Organización Internacional de trabajo (OIT)

Conforme con lo anterior, las personas de las cercanías no tendrán incomodidades por el sonido según la reglamentación existente. El lote por utilizar posee un área mayor a las cuatro hectáreas, esto ayuda a que el sonido generado por la actividad se confine en dicha área, además como se muestra en la figura 11, los alrededores de la propiedad no hay presencia de centros de población conglomerados y las casas más cercanas se encuentran a más de 100 metros de distancia del proyecto.

Por otro lado, la instalación de la planta de concreto premezclado no producirá malos olores, vibraciones, trepidaciones o cambios sensibles en la temperatura pues por su funcionamiento no trabajará con sustancias o materiales que emitan olores fuertes, calderas o chimeneas, las cuales provoquen las acciones anteriores.

La actividad por desarrollar se ajusta con los requisitos establecidos en los artículos del 4 al 11 del Reglamento de Higiene Industrial del

⁵ Fuente: Organización Internacional de trabajo (OIT)
http://actrav.itcilo.org/osh_es/m%3dulos/noise/noiseat.htm#III
[La medición del ruido](#)

Ministerio de Salud. A pesar de generar polvo, ruido y emisiones, estas pueden ser confinadas dentro de la propiedad reduciendo las molestias a los alrededores.

— Siguiendo con los artículos 1 y 4 del Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO la propiedad donde se llevará a cabo el proyecto al encontrarse marcada como zona de especial protección y realizar una actividad industrial, la ley indica que requiere un área mínima de cinco hectáreas con una cobertura hasta un 10 por ciento del área para poder desarrollar el proyecto.

El área con que se cuenta actualmente es de 43.278 m², la cual es insuficiente para dar paso al proyecto. Si bien es cierto, la instalación de la planta requiere de aproximadamente 3.000 m² para su operación, la ley indica que debe tener al menos cinco hectáreas de terreno con el fin de proteger y de que exista un balance en el paisaje de la zona. La insuficiencia en el área de lote es razón suficiente para que autoridades gubernamentales deroguen el desarrollo del proyecto.

Al disponer de una superficie por debajo del área mínima dispuesta por ley, una solución es la adquisición del terreno restante por parte de los interesados en el proyecto. Al suroeste de la propiedad en la cual se pretende colocar la planta de concreto existe un terreno, el cual puede ser adquirido para dicho fin. La superficie para completar el área mínima es de aproximadamente 6722 m².

Por lo tanto, se recalca que con el área del terreno actual el proyecto no es viable y quedará supeditado a la adquisición de terrenos adyacentes que le permitan cubrir el área mínima establecida en el Decreto Ejecutivo especificado.

Siempre y cuando se alcance el área mínima requerida, el propietario puede hacer uso del 10 por ciento, que son 5000 m² distribuidos entre oficina, laboratorio, planta, parqueos, zonas de apilamiento y zonas de lavado.

Gracias al proyecto de Planificación Regional y Urbana de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM) desarrollado por el Gobierno, se han presentado mapas cartográficos del área metropolitana que sirven de monitoreo de los diferentes cambios en las actividades humanas, el efecto de la planificación prevista y el comportamiento de las tendencias de

crecimiento. La sección del mapa de la figura 11 muestra como está distribuido el uso de suelo en las cercanías del terreno. (Anexo 4).

Como se puede observar en la siguiente figura no hay presencia de centros de población cercanos a la propiedad, lo cual favorece al proyecto por cualquier molestia o disconformidad a los habitantes de la zona.



Figura 11. Uso de Tierras.

Existen regulaciones que limitan o condicionan el diseño de un proyecto. Por tal razón, durante esta fase es imprescindible tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Alineamiento

Por estar el lote ubicado frente a una ruta nacional, el alineamiento por considerar se regirá por la normativa del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Para el proyecto se debe tomar un retiro de 25 metros medidos a partir de la línea de centro de la carretera hacia ambos lados. En el anexo 5 se aprecia que la actual propiedad tiene el alineamiento pertinente como lo demarca el Ministerio. Además, ninguno de sus linderos colinda con viviendas y no se ubica contiguo a zonas residenciales de alta densidad.

Limitaciones

La infraestructura por utilizar en el proyecto se basa en edificaciones (laboratorios, oficinas) menores a los 12 metros de altura, por lo cual el

retiro mínimo permitido es de 20 metros a sus alrededores.

Por otro lado, basado en la Ley Forestal No 7575, se debe marcar el límite de construcción (área permitida para construir) para evitar que se utilicen terrenos en peligro de deslizamiento, erosión o efectos similares. El terreno en análisis colinda con el río Virilla y su topografía es quebrada, de ahí que conforme con el marco legal aplicable debe haber un retiro de 50 metros medidos horizontalmente del margen del río. Esta zona de protección no debe ser modificada, sino más bien demarcada de forma natural como por ejemplo con una barrera de árboles. Anexo 5

En cuanto a estudios arqueológicos no se requiere uno previo a los movimientos de tierras, ya que el terreno no se ubica en una zona arqueológica potencial. Cabe destacar que la propiedad se encuentra libre servidumbres y nacientes.

Servicios Básicos

El diseño del sitio contará con los servicios básicos. La implantación del proyecto no requiere de una amplia infraestructura por desarrollar, sin embargo se detalla el tipo de servicio requerido.

El agua potable por emplearse en el proyecto será obtenida de la red de distribución de agua potable de la zona proporcionada por la Municipalidad de Santo Domingo de Heredia. Será usada por los trabajadores así como en el proceso de producción.

Se instalará una planta de concreto con una capacidad de producción de 60 m³/h que, conforme con los fabricantes, requiere de un caudal de 150 litros por minuto para el funcionamiento de ésta. Actualmente la propiedad posee una "paja de agua" tipo residencial con un caudal de 12 litros por minuto, la cual no solventa el caudal requerido. Personeros consultados del Municipio de la zona, marcan como posibles soluciones realizar una solicitud adicional de "paja de agua" que permita alcanzar el caudal deseado o, a su vez, cambiar la "paja de agua" existente por otra de mayor diámetro, siempre y cuando se obtengan los permisos respectivos para su utilización y consumo. Se recomienda una paja de 1 ½ pulgada de grosor. Para ambos casos la Municipalidad tendrá la capacidad para abastecer de agua potable el proyecto. El acueducto

municipal cuenta para brindar el suministro de agua potable a la población con seis pozos (Barrio del Socorro, Lencha, Quizarco, Hermanos Castillo, Arizona, La Colonia), así mismo tiene con cinco tomas superficiales (Zurquí, Lajas, Otoniel, Agrá, Los Chinos) y una captación de tipo naciente (Fuente Pérez). Asimismo el sistema de distribución cuenta con ocho tanques de almacenamiento (Lino Víquez, Castilla, Pará, Santa Elena, San Vicente, Quizarco, Uriche, La Colonia).

La energía eléctrica que se requerirá para el proyecto corresponderá a labores administrativas, iluminación, manejo de sistemas de cómputo, operación de la planta y otros. Será adquirida del tendido público existente en la zona para lo que se requerirá realizar un cableado desde el límite de la finca hasta el sitio donde se ubicarán las instalaciones. El abastecimiento de electricidad sería por parte de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), empresa encargada de suministrar el servicio en la zona.

Para el funcionamiento de la planta se necesitarían alrededor de 250 kw. Se debe solicitar a la CNFL el servicio para tal requerimiento. Una de las ventajas del proyecto es que la propiedad ya presenta un medidor y esto asegura la presencia de este servicio en el lugar.

En cuanto a la recolección y disposición de desechos sólidos, la Municipalidad de Santo Domingo brinda este servicio dos veces por semana a todos los sectores del cantón. El servicio se presta de forma permanente con dos camiones recolectores y ocho funcionarios (cuatro en cada camión), y de forma ocasional con un camión de menores dimensiones, principalmente en las zonas de difícil acceso, con tres funcionarios municipales. Actualmente se recolecta un aproximado de 55 toneladas diarias de desechos sólidos, lo cual representa una cantidad elevada considerando la población del cantón. Los desechos recolectados son depositados en el Vertedero Controlado propiedad de la Municipalidad, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Santa Rosa.

El desarrollo de este proyecto generará desechos ordinarios (papelería, envolturas, etc), pues por su mecanismo de funcionamiento no se trabajará con desechos tóxicos o contaminantes. Se estima la generación de otros desechos

sólidos por los desperdicios generados a partir del proceso de producción del concreto (escombros). Éstos por su condición no son recolectados por el servicio que presta la Municipalidad, por lo cual la empresa se encargará del transporte para situarlos en el vertedero autorizado dispuesto por la Municipalidad.

Como producto de la inexistencia de alcantarillado sanitario en los alrededores del proyecto, se procedería a construir un tanque séptico cercano a las instalaciones para evitar que estos desechos residuales ordinarios sean lanzados directamente al cauce del río. Al mismo se le dará tratamiento periódicamente para su limpieza.

SETENA

Todas las edificaciones por construir se harán bajo un estricto control de impacto que puedan generar en la zona donde se instalarán, proporcionando los elementos de juicio necesarios para evaluar dicho proyecto.

Siguiendo las directrices del Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO, es necesario hacer una evaluación ambiental. Esta valoración debe ajustarse al procedimiento ambiental emitido por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental en su Decreto N° 31849⁶.

De acuerdo con el marco teórico a continuación se detalla la propuesta de evaluación ambiental para el proyecto:

La producción de concreto premezclado se clasifica, según el listado de evaluación ambiental inicial como:

- Categoría: C (Explotación de minas y canteras)
- División: Explotación de minas y canteras
- Descripción de la actividad: Plantas de beneficiado mineral, cuando no sea parte de un proyecto de extracción minera.
- Impacto Ambiental Potencial (IAP): B1 Volumen a procesar mayor que 20.000m³ y menor o igual que 50.000m³.

⁶ Visitar pagina web decreto disponible: <http://www.pqr.go.cr>

Según el artículo 17 de la Ley Orgánica Ambiental se necesita cumplir con un Estudio de Impacto Ambiental ante la SETENA (EsIA) basado en la categoría impuesta al proyecto. No obstante, el proyecto no se basa específicamente en la extracción minera sino que es un favorecido del mineral extraído, es decir, la actividad de la producción del concreto premezclado es beneficiada por la explotación de minas para la obtención de las materias primas, pero el proyecto en análisis no es parte de la extracción.

Basado en lo anterior la clasificación para el impacto ambiental potencial (IAP) del proyecto es de un B1 (Moderado Impacto Ambiental sin plan regulador).

Así mismo, el terreno trazado para la instalación de la planta tampoco se encuentra en el listado de Áreas Ambientalmente Frágiles.

De acuerdo con el marco teórico planteado el formulario ambiental por utilizar corresponde al D1, esto basado en la clasificación y la zona.

Siguiendo las consideraciones anteriores, a continuación se presenta el formulario D1. La información proporcionada corresponde a los impactos más significativos que surgirían considerando el desarrollo de este tipo de proyecto.

Cuadro 3. Evaluación Ambiental Inicial (Consumo / Afectación)

Componente/ Subcomponente	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco regulatorio (z)					X= z y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
							a	b	c	d	e			
2.1. Agua	2.1.1. Acueducto público existente. Consumo de agua no supera los 50 m ³ /mes.		Consumo de agua entre 50 y 200 m ³ /mes.		Consumo de agua mayor a los 200 m ³ /mes.	3		3				9,00		
	2.1.2. Superficial.	Consumo de agua no supera el 25% del caudal remanente.	Consumo de agua es mayor al 25% y menor al 50% del caudal remanente	Consumo de agua es mayor al 50% y menor al 100% del caudal remanente.	Consumo mayor que el mayor al 50% y menor al 100% del caudal remanente.	0		2				0,00		9,00
	2.1.3. Subterránea.		Consumo de agua no supera los 50 m ³ /día.	Consumo de agua entre 50 y 200 m ³ /día.	Consumo de agua mayor a los 200 y menor a 500 m ³ /día.	Consumo de agua mayor a los 200 y los 500 m ³ /día.	0		2				0,00	
2.3. Energía	2.2.1. Modificación de uso. No se produce modificación de uso.				Se produce modificación de uso.	1		3				3,00		3,00
	2.3.1.1. Bio-combustibles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 2500 Mwh/año.	Se generarán más de 2500 y menos de 5000 Mwh/año.	Se generarán más de 5000 y menos de 10000 Mwh/año.	0		3				0,00		
	2.3.1.2. Combustibles fósiles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 500 Mwh/año.	Se generarán más de 500 y menos de 1200 Mwh/año.	Se generarán más de 1200 y menos de 2400 Mwh/año.	Se generarán más de 2400 Mwh/año.	0		3				0,00	
2.3.2. Abastecimiento externo.	Se consumirán menos de 240 Mwh/año, o 360.000 litros de combustible por año, o 12 T/año.		Se consumirán más de 240 y menos de 1200 Mwh/año.	Se consumirán más de 1200 Mwh/año, o más de 360.000 L y menos de 1800.000 L de combustible por año, o más de 12 o menos de 60 T/año.	Se consumirán más de 1200 Mwh/año, o 1.800.000 L de combustible por año, o de 60 T/año.	3		2				6,00		6,00
	No hay afectación.		Hay afectación.	Hay afectación.	Hay afectación a especies en peligro, indicadoras o con poblaciones reducidas.	1		2				4,00		4,00
2.4. Biotopos	No hay afectación.	Si hay afectación de flora pero no eliminación de árboles.	Se eliminan árboles aislados en área sin cobertura boscosa.	Se eliminan parches arbóreos en sitios menores de 2 ha.	El desarrollo de la actividad, obra o proyecto implica la corta de árboles en áreas con cobertura boscosa.	1		2				4,00		4,00
														26,00

Cuadro 4. Evaluación Ambiental sobre el impacto en Aire, Agua, Suelo y Humano

Impacto	Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco legal (z?)					X= zy	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
								a	b	c	d	e			
3.1. Aire	3.1.1 Fuentes fijas.			Hay emisiones controladas.		Hay emisiones no controladas.	0			2			0,00		
	3.1.1.2 Fuentes móviles.				Se utilizan equipos móviles.		4		3				12,00		
	3.1.1.3 Radiaciones ionizantes.					Hay emisiones controladas.	0			2			0,00		
3.2. Agua	3.1.2 Contribución de las emisiones generales a la contaminación atmosférica con olores, gases y otros efectos.			Las emisiones del proyecto contribuyen a la generación de contaminación atmosférica, pero están controladas.		Las emisiones del proyecto contribuyen a la generación de contaminación atmosférica, pero no están controladas.	3			2			6,00		27,00
	3.1.3 Ruidos y vibraciones.			Hay producción de ruido o vibraciones y la producción total es cercana al límite de la regulación vigente, se puede confinar.		Hay producción de ruido o vibraciones y la producción total es cercana al límite de la norma, no es confinable.	3			3			9,00		
	3.2.1 Aguas de escorrentía superficial.	El aumento del caudal superficial neto es menor a un 10% referido al área de destogüe.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 10% y menor al 25% referido al área de destogüe.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 25% y menor al 50% referido al área de destogüe.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 50% y menor al 75% referido al área de destogüe.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 75% referido al área de destogüe.	2			2			4,00		
3.2.2 Aguas residuales ordinarias.	Producción de aguas residuales ordinarias y se utilizará una planta de tratamiento o alcantarillado sanitario con planta de tratamiento.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en alcantarillado sanitario con un sistema de tratamiento de probada eficiencia.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en un tanque séptico o similar.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en un tanque séptico o similar.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en un tanque séptico o similar.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en alcantarillado sanitario sin planta de tratamiento.	4			2			16,00		32,00
	3.2.3 Aguas residuales de tipo especial.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad inferior a 50 m ³ /mes.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 50 y menor a 200 m ³ /mes.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 200 m ³ /mes.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 200 m ³ /mes.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 200 m ³ /mes.	3			2			12,00		
														59,00	

Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	Marco legal (z)					X=zy	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
						a	b	c	d	e			
3.3 Suelo	3.3.1 Ditanos.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y su disposición final en un relleno sanitario propio o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se dispone finalmente en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado con clasificación por autoridad competente.	Disposición final en relleno sanitario o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	2	3				6,00	Prd	43,00
		Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario propio o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se dispone finalmente en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado con clasificación por autoridad competente.	Disposición final en relleno sanitario o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	0	3				0,00	Prd	
		Se dispone finalmente en una escombrera dentro del AP o a un tercer sin fines comerciales, de conformidad con el reglamento de construcciones y el reglamento para el control nacional de fraccionamiento y urbanizaciones.		Se dispone finalmente en un relleno sanitario con clasificación o una escombrera debidamente autorizada fuera del AP.		2	3				6,00	Prd	
	3.3.2 Residuos peligrosos	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar, se trata y la disposición final se da en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar, se trata y la disposición final se da en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar, se trata y la disposición final se da en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado (sin tratamiento previo).	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar y disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar y disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	3	2			12,00		
		Se clasifica para recuperar, reutilizar, se trata y disposición final en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, se trata y disposición final en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, se trata y disposición final en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar y disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	0	2			0,00		
		Se clasifica, se trata y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica, se trata y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	0	2				0,00		
3.3.3 Movimientos de tierra.	Se contemplan movimientos de tierra y relleno sin movilización fuera del área del proyecto.	Se contemplan movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 10.000 m ³ .	Se contemplan movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 1.000 m ³ .	Se contemplan movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 10.000 m ³ .	Se contemplan movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes superiores a 10.000 m ³ .	2	2			4,00			
3.3.4 Pendiente.	El área afectada tiene pendiente entre 0-15%.	El área afectada tiene pendiente entre 15-30%.	El área afectada tiene pendiente entre 30% y 60%.	El área afectada tiene pendiente mayor a 60%.	Se espera una densidad máxima mayor que 200 ocupantes por hectárea.	2	3			6,00			
3.3.5 Densidad de población.	Se espera una densidad máxima menor que 50 ocupantes por hectárea.	Se espera una densidad máxima menor que 50 ocupantes por hectárea.	Se espera una densidad máxima mayor o menor que 200 ocupantes por hectárea.	Se espera una densidad máxima mayor o menor que 200 ocupantes por hectárea.	Se espera una densidad máxima mayor que 200 ocupantes por hectárea.	1	3			3,00			
3.3.6 Densidad de construcción.		La cobertura de construcción es menor al 25% de la propiedad del Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor al 25% pero menor al 50% de la propiedad del Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor que 50% y menor que el 70% de la propiedad del Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor que el 70% de la propiedad del Área Total del Proyecto.	3	2			6,00			

Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco legal (z?)					X=z*y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
							a	b	c	d	e			
3.4 Humano Impacto	3.4.1.1 Generación de empleo.	Genera más de 100 plazas nuevas.	Genera entre 25 a 50 plazas nuevas.	Genera menos de 25 plazas nuevas.	No genera nuevas plazas.	3				2		6,00		28,00
	3.4.1.2 Movilización, reubicación, traslado de personas que habitan en el A.P., por efecto del proyecto.	No se produce movilización, reubicación, traslado, etc. de personas que habitan en el A.P., por efecto del proyecto.			Se produce movilización, reubicación, traslado, etc. de personas que habitan en el A.P., por efecto del proyecto.	1			3			3,00		
	3.4.2.1 Paisaje.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana o rural y utiliza una infraestructura preexistente.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana y no provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona rural y no provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana y provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona rural y provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	3			3		9,00		
	3.4.2.1 Patrimonio.	El proyecto no afecta el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico.	El proyecto contempla la conservación y el mejoramiento del patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el A.P.	El proyecto contempla la conservación del patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el A.P.	El proyecto afecta de forma parcial y con autorización el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el A.P.	El proyecto afecta de forma total y con autorización el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el A.P.	1				2		4,00	
3.4.3 Validad		Genera tráfico nuevo en una proporción inferior al 25% de la capacidad vial instalada.	Genera tráfico nuevo en una proporción mayor al 25% y menor al 50% de la capacidad vial instalada.	Genera tráfico nuevo en una proporción mayor al 50% de la capacidad vial instalada.	Genera tráfico nuevo en una proporción mayor al 50% de la capacidad vial instalada.	1			3			6,00		

Factor	CASO 1 (Valor = 0)	CASO 2 (Valor = 1)	CASO 3 (Valor = 2)	CASO 4 (Valor = 3)	CASO 5 (Valor = 4)	y	Marco legal (z?)					X= zy	Medidas ambientales Anexo No.
							a	b	c	d	e		
4.1 Manejo de combustible fósil.	No consume, maneja o almacena.	Consumo, maneja o almacena una cantidad menor a 5.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 5.000 y menor a 50.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 50.000 y menor a 500.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 500.000 litros al mes.	2			2			8,000	
4.2 Manejo de agroquímicos.	No consume, maneja o almacena.				Se usan, almacenan y consumen agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, insecticidas, etc.).	0			2			0,000	
4.3 Manejo de Sustancias peligrosas	No hay consumo, manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas.				Si hay consumo, manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas.	5				2		20,000	
4.4 Manejo de material radiactivo.	No hay consumo, manejo o almacenamiento de material radiactivo.				Si hay consumo, manejo o almacenamiento de material radiactivo.	0				2		0,000	
4.5 Manejo de Bio riesgos.	No hay consumo, manejo o almacenamiento de material biológico.				Si hay consumo, manejo o almacenamiento de material biológico.	0				2		0,000	



El formulario D1, presentado anteriormente, es un requisito que de acuerdo con la clasificación de impacto ambiental se debe presentar ante la SETENA. En él se detalla una serie de factores, los cuales fueron analizados asignándole un valor. La suma de cada uno de estos valores se llama Significancia de Impacto Ambiental (SIA). Este valor será ajustado y conllevará a la asignación de un instrumento que sirva de apoyo al detallar con mayor precisión el proyecto planteado.

Criterios de ponderación:

La nota obtenida (valor preliminar de Significancia de Impacto Ambiental "SIA") en los cuadros 2 y 3 debe ser ponderada con los factores siguientes para obtener el resultado final que servirá de criterio para la clasificación según la Significancia del Impacto Ambiental (SIA). Se utilizaron dos criterios: la regulación que aplica para la operación de la actividad (ρ) y la clasificación de área según la zona donde se ubica el proyecto (β). A éstos se les aplicó un valor para ponderar la calificación final.

El primer criterio (ρ) va depender de los siguientes términos:

- a. Con reglamento específico en materia ambiental que regule la actividad, obra o proyecto. Se multiplica el valor preliminar de SIA por un factor de 1
- b. Compromiso del desarrollador en adherirse voluntariamente a una norma o guía ambiental de construcción y operación, según corresponda, que exista para cada actividad, obra o proyecto que se plantea en el D1. Dicha norma o guía ambiental será de acatamiento obligatorio para el desarrollador, en lo que corresponda, desde el momento en que la SETENA le otorga la viabilidad ambiental. El valor preliminar de SIA obtenido se multiplica por un factor de 0,75.
- c. Sin reglamento específico en materia ambiental que regule la operación, se multiplica el valor preliminar de SIA por un factor de 2

Cuadro 4. Valor ajustado de SIA por regulaciones

Criterio (ρ)	Factor	Valor Preliminar SIA	Valor SIA _R ajustado
c	2	184	368

El segundo criterio (β) obedece a los siguientes términos:

- a. Localización autorizada por Plan Regulador u otra planificación ambiental de uso del suelo, aprobados por la SETENA, incluyen la variable ambiental según la metodología establecida por la SETENA. Se multiplica el valor preliminar de SIA_R por un valor de 0,5.
- b. Localización autorizada por el Plan Regulador NO aprobado por SETENA. Se multiplica el valor de SIA_R por un valor de 1,0.
- c. Localización en área sin plan regulador. Se multiplica el valor de SIA_R por un valor de 1,5.
- d. Localización en área ambientalmente frágil, excepto, que esté contemplada en el numeral 5. Se multiplica el valor de SIA_R por un factor de 2.

Cuadro 5. Valor final de SIA

Criterio (ρ)	Factor	Valor SIA _R ajustado	Valor final SIA
C	1,5	368	552

Según la ruta de decisión, establecida por la Secretaría Técnica Ambiental se emitiría la siguiente clasificación:

Cuadro 6. Procedimiento de acuerdo con el valor final SIA

Tipo	Valoración	Procedimiento
A	Mayor que 1000	EsIA
B ₁	Mayor que 300 y menor o igual que 1000	P-PGA
B ₂	Menor o igual que 300	DJCA

Donde:

EsIA= Estudio de Impacto Ambiental

P-PGA= Pronóstico Plan de Gestión Ambiental

DJCA= Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.

Según las consideraciones ambientales preliminares y siguiendo la evaluación ambiental inicial planteada en el marco teórico, donde se elaboró el formulario correspondiente y se obtuvo el valor final de la significancia del impacto ambiental (SIA), el instrumento por presentar según el Decreto N° 31849 es un Pronóstico de Plan de Gestión Ambiental (P-PGA). Su confección se basó en el Manual de Estudios de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°32996 Minae-2006⁷).

Como se puede apreciar en los cuadros 5 y 6, con las condiciones preliminares consideradas para este proyecto, no se necesita de un estudio ambiental exhaustivo o dirigido, sino que corresponde un P-PGA, cuyo fin es realizar un pronóstico general de los aspectos e impactos ambientales más relevantes que generará la actividad por desarrollar, los cuales incluyen: las medidas ambientales, destinadas a prevenir, mitigar, corregir, compensar o restaurar impactos ambientales que se producirían, así como sus posibles costos, plazos y responsables de aplicación.

Adicionalmente se deberá de cumplir con una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales (DJCA) y el pago de Garantías Ambientales (GA) que fije la SETENA.

A continuación se presentará la propuesta del P-PGA, para la actividad por desarrollar:

Evaluación de impactos

Propuesta para pronóstico - Plan de Gestión Ambiental (P-PGA)

Uso actual de la tierra en sitios aledaños

El proyecto se encuentra frente a la ruta nacional # 32, aproximadamente kilómetro # 7.5.

Al suroeste del proyecto hay presencia de terrenos cuya vegetación es escasa. Por otro lado, visitas al campo constataron la existencia de pequeñas industrias principalmente para el

⁷ Visitar pagina web decreto disponible:
http://www.setena.go.cr/p_documentos.htm

almacenaje y bodegaje. La actividad predominante son planteles para vehículos, oficinas, talleres de industrias dedicadas a actividades relacionadas con la construcción.

Existe una relación de dependencia y, a su vez, de complementariedad con la industria que colinda al noreste del proyecto, pues su actividad es la venta de agregados para la construcción, lo cual sería de beneficio para el proyecto planteado, unas de las principales materias primas del concreto premezclado

Cabe destacar la presencia en los alrededores al área del proyecto casas o residencias cuya densidad es baja. El principal foco de población es el Barrio los Angeles de San Miguel aproximadamente a 1 km de distancia Ver Anexo 3 (Mapa uso actual del suelo)

Caracterización de la población

El cantón de Santo Domingo de Heredia posee una población total de 34.748 habitantes, de los cuales 17.228 son hombres y 17.520 son mujeres, para una densidad del 1.4 personas por kilómetro cuadrado. A lo interno del cantón se distribuye de la siguiente forma.

Cuadro 7. Distribución de la población del Cantón de Santo Domingo de Heredia		
Población por distrito	Hombres	Mujeres
Santo Domingo	2.422	2.759
San Vicente	2.564	2.603
San Miguel	2.855	2.839
Paracito	810	794
Santo Tomás	2.615	2.607
Santa Rosa	3.209	3.187
Tures	1.356	1.364
Pará	1.397	1.367

Tomando como fuente de información el Censo del 2000, la tasa de fecundidad es de un 1.6, el analfabetismo ocupa el 1.95% y la desocupación llega al 16%. Se considera que la población económicamente activa es de un 50%.

Dentro del sector social se indica que el porcentaje de la población con educación

primaria es de un 42%, educación secundaria 29.4% y educación universitaria el 18.5%
Por otro lado, la tasa de discapacidad es de un 4.7.

La población de uno y otro sexo que se encuentra asegurada en este cantón representa un 86.5%.

Según los sectores productivos, la fuerza laboral concentra en el sector primario un 5.1%, sector secundario 24.4% y en el sector terciario el 70.5%.

Servicios de básicos disponibles

Se identifica la disponibilidad de los servicios básicos: agua potable, alcantarillado, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, servicios de salud y otros.

Entre los servicios básicos que ofrece el cantón de Santo Domingo de Heredia, se ubican tres bancos públicos, una estación de policía y otra de Cuerpos de Bomberos, un local de la Cruz Roja Costarricense, una clínica de la Caja Costarricense del Seguro Social, un centro de Salud del Ministerio de Salud, medios de transporte, Municipalidad y los diversos servicios que ofrece el Municipio. Además se pueden encontrar estaciones de servicio de combustible, almacenes de abarrotes, tiendas de productos de primera necesidad (alimentación y vestimenta), talleres mecánicos, clínicas privadas, así como escuelas de primaria y secundaria principalmente. Santo Domingo cuenta con un buen servicio de transporte público hacia Heredia y San José.

Es importante mencionar que tiene otros servicios tanto en el Cantón como en sus distritos como son hoteles, restaurantes, bares, locales comerciales, frecuentados principalmente por nacionales no residentes en la zona así como por extranjeros.

— Servicios de Emergencia disponibles:
Propiamente en el sitio del proyecto no existen servicios de emergencia, pero en el centro del Cantón sí, aproximadamente a unos 5.5 km.
Los impactos potenciales a los servicios de emergencia por parte del proyecto son bajos, debido a que no es una actividad de peligro, sin embargo, se deben seguir parámetros de higiene y seguridad como por ejemplo el reglamento de

seguridad e higiene de trabajo para reducir al máximo eventuales necesidades. Además, la fuerza laboral por necesitar para desarrollar la actividad es relativamente baja.

Infraestructura comunal

La infraestructura de las áreas aledañas al proyecto se limita a carreteras de asfalto, lastre, viviendas, oficinas y zonas de almacenamiento. Conforme las características de la actividad por desarrollar, no hay implicaciones negativas con la implantación de éste.

No hay implicaciones que tenga que ver con el desplazamiento de personas, familias o comunidades y no existen otras construcciones que se vean afectadas directamente por el proyecto. Al contrario, se esperan efectos positivos ya que el proyecto está dirigido a fortalecer este tipo de infraestructura.

Organización del proyecto y ejecutor de las medidas

La organización, tanto en la fase constructiva como operativa, del proyecto de desarrollo de la planta de concreto premezclado estará a cargo de la empresa Maquinaria Construcciones y Materiales S.A, quien será responsables por la ejecución, utilizando las mejores prácticas de ingeniería para garantizar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas.

Evaluación de impacto

Generalmente, todas las actividades que realiza el ser humano sobre el medio involucran algún tipo de impacto sobre los diferentes componentes del ambiente.

La fase de construcción implica la utilización de maquinaria y sus operadores, así como recurso humano que se encargaran del levantamiento de la infraestructura. Por ello, es fundamental determinar la transición entre el estado inicial del ambiente y un estado de alteración con carácter controlado.

A continuación se hace una puntualización de los elementos que pudieran verse afectados potencialmente por el desarrollo del proyecto.

— Suelo

De acuerdo con las características del proyecto y las condiciones de terreno, sólo se hará remoción parcial de la capa vegetal del suelo existente. Esto se debe a que según lo planificado y se utilizarían rellenos de sustitución con material selecto para mejorar las condiciones. La remoción del suelo orgánico evitaría asentamientos del terreno y poder ser utilizado preferentemente en labores de revegetación, mejoramiento paisajístico, para estabilización y revegetación de taludes, zonas verdes, así como mejorar el paisaje y controlar la erosión.

La tierra removida se depositará en un área cercana al sitio del proyecto, por eso no se requerirá la movilización de suelo orgánico hacia sitios alejados del Área de proyecto (AP). Este suelo orgánico estaría cubierto adecuadamente para la posterior utilización. En caso de existir la posibilidad de que haya un exceso de material orgánico sin utilizar, éste será depositado en rellenos autorizados.

Con esta medida se espera reducir el impacto tanto a nivel del área del proyecto como en el área de influencia directa. Igualmente la tierra depositada en el sitio de acopio será compactada y conformada y se revegetará con árboles nativos y otras especies forestales que recomienden los técnicos en la materia.

Para el caso del material resultante de las excavaciones estructurales (aproximadamente 1.000 m³) será depositado en centros de acopio (botaderos) autorizados

— Vegetación

La vegetación existente es escasa. Hay muy poca presencia de árboles, predomina la cobertura de pastizales. De ahí que no haya variedad de vegetación en el área de proyecto y no habrá un impacto relevante en este aspecto.

No constituye un centro de anidación o alimentación importante para la fauna, de ahí que no se contará con pérdidas de hábitat y ecosistemas que perjudiquen la instalación del equipo.

— Infraestructura

El proyecto, no requerirá de campamentos para el personal. Este se hospedará en sus propias casas de habitación y de ser necesario el personal que no resida en la zona, será transportado a la zona de trabajo.

Dentro de la infraestructura necesaria se citan:

- Oficina
- Laboratorios para llevar el control de calidad del producto
- Servicios sanitarios
- Piletas de decantación
- Taller de mantenimiento
- Zona de parqueo para automezcladoras
- Depósitos para la acumulación de agregados
- Silo de cemento
- Planta de hornada y aditamentos.

— Aire

En términos generales, el elemento aire se encuentra ya afectado por la circulación constante de vehículos diariamente por las rutas que concurren al AP (área de proyecto), dada la cercanía a una ruta nacional.

Con el desarrollo del proyecto en las etapas construcción y operación se incrementarán los porcentajes de emisiones, generadas por la maquinaria y el equipo por utilizar en el proyecto. En la etapa operativa, el efecto se dará por el desplazamiento de automotores, los apilamientos de materias primas (agregados) y el funcionamiento de la propia planta de concreto.

— Empleo

El proyecto es de poca magnitud, durante la fase constructiva, así como en el procesamiento para obtener concreto. Esto implica la generación de empleos, o bien, la continuidad del personal involucrado en este tipo de labores.

— Paisaje

El paisaje sí se verá afectado en la medida en que se efectuó una sustitución de lo existente y se construya la infraestructura. Sin embargo, se potenciarían las áreas verdes así como cercas vivas, pantallas con árboles para darle más

armonía con el ambiente, generando una reducción del ruido y la contaminación del aire. Tomando en cuenta el punto anterior, a continuación se presentará una matriz de cumplimiento para los compromisos ambientales por ejecutar durante las diferentes etapas del proyecto. En ella se describirán las acciones que presentan posibles riesgos ambientales, así como las medidas ambientales por ejecutar.

Cuadro 8. Matriz de cumplimiento de los compromisos ambientales para la fase constructiva

Acción	Factor	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Acondicionamiento del área	Suelo	Remoción capa vegetal	N° 7554: Ley Orgánica del Ambiente N°833: Ley de construcciones N° 7779: Ley de uso, manejo y conservación de suelos. N° 10541: Reglamento de control de ruido y vibraciones N° 28718 Reglamento para el control de la contaminación por ruido N° 30184 Reglamento para la revisión técnica vehicular	Se dispondrá en un montículo dentro del AP. Reutilizado en labores de revegetación de zonas verdes. El sobrante será centros autorizados.	1-3 meses	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de la obra Regente Ambiental	m ³ removidos	Se procurará remover la menor cantidad de capa de suelo orgánico
		Rellenos de Sustitución.		Material de relleno se seleccionará de fuentes pertenecientes a la empresa siempre que las características del suelo sean las estipuladas en el diseño (grava)				m ³ depositados	Se procurará mover la menor cantidad de material al sitio del proyecto. Sólo se hará uso del área de terreno estrictamente necesario para el desarrollo de las obras del Proyecto.
		Estabilidad de taludes		Se debe contar con un plan de mantenimiento apropiado para las zonas de pendiente.				Presencia de erosión en los taludes	Se colocará vegetación en los taludes para mejorar estabilidad (pasto)
	Agua	Contaminación de cuerpos de agua por sedimentos		En las zonas donde puede haber erosión colocar vegetación				Presencia o ausencia de turbidez en agua de quebradas aledañas.	Evitar la erosión por efecto de la precipitación colocando vegetación

Continuación

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Acondicionamiento del área	Paisaje	Condición ambiental actual de las áreas del proyecto	N° 7554: Ley Orgánica del Ambiente N°833: Ley de construcciones N° 7779: Ley de uso, manejo y conservación de suelos. N° 10541: Reglamento de control de ruido y vibraciones N° 28718 Reglamento para el control de la contaminación por ruido N° 30184 Reglamento para la revisión técnica vehicular	Se impulsará el desarrollo de acciones y obras de control y seguimiento ambiental	1 -3 meses	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de la obra Regente Ambiental	Se llevarán reportes de control y seguimiento en las obras de trabajo, con el fin de utilizar el menor área requerida para el proyecto	Utilizar sólo el área requerida y que no sobrepase lo estipulado por ley. El área de cobertura máxima por utilizar es el 10% del total de la propiedad.
	Aire	Contaminación atmosférica por partículas de polvo. Contaminación atmosférica por ruido y emisiones de los equipos	Equipos trabajarán en horas hábiles y se les aplicarán los mantenimientos respectivos. Todos los vehículos que ingresen al proyecto deben contar con la Revisión Técnica Vehicular al día.	Ruido máximo en el día 75 decibelios. Ruido máximo en la noche 45 decibelios				Reducir al máximo la generación de polvo humedeciendo las áreas desprovistas de cobertura vegetal (dispersores). Se reducirá al generación de ruido y vibración por medio de mantenimiento de los equipos y barreras vivas. (árboles y vegetación)	

Continuación

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso	
Construcción de Infraestructura e Instalación de Equipo	Humano	Posibilidad de accidentes durante la construcción de la infraestructura e instalación de equipo	N° 7554: Ley Orgánica del Ambiente N°833: Ley de construcciones N° 7779: Ley de uso, manejo y conservación de suelos N° 276: Ley de aguas Código de Trabajo, CCSS N° 10541: Reglamento de control de ruido y vibraciones N° 28718 Reglamento para el control de la contaminación por ruido N° 30184 Reglamento para la revisión técnica vehicular	Utilización de equipo de seguridad	1-3 meses	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Encargado de Seguridad Laboral	Inspecciones rutinarias	Brindar los implementos de seguridad necesarios para la ejecución de las actividades (casco, chaleco, zapatos de puntera, línea de seguridad)	
	Suelo / Agua	Contaminación del suelo por residuos sólidos ordinarios		Clasificar residuos y depositar en sitios de disposición final autorizado.					Kg de residuos ordinarios generados	Llevar los desechos a sitios autorizados para su tratamiento (botaderos, rellenos sanitarios)
	Agua	Aumento en agua de escorrentía superficial		Construcción de desagües					N/A	Canalización de éstos hacia el cordón cuneta y, por este medio, al sistema existente en el sector
	Social	Generación de empleo		Mejores oportunidades de trabajo					Número de empleadores	Emplear trabajadores de los alrededores (10 a 25 empleados)
	Aire	Contaminación por partículas de polvo		Equipos trabajarán en horas hábiles. Revisión Técnica Vehicular al día.					N/A	Reducir la contaminación del aire por medio de polvo, controlando todas las fuentes de contaminación por medio del humedecimiento del suelo (dispersores)

Continuación

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Construcción de infraestructura e instalación de equipo	Aire	Ruido y emisiones de los equipos	N° 28718 Reglamento para el control de la contaminación por ruido N° 30184 Reglamento para la revisión técnica vehicular	Equipos trabajarán en horas hábiles. Revisión Técnica Vehicular al día.	1-3 meses	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de la obra Regente Ambiental	Ruido máximo en el día 75 decibelios. Ruido máximo en la noche 45 decibelios	Se reducirá al máximo la generación de ruido y vibración por medio de un adecuado mantenimiento mensual de los equipos.

Cuadro 9. Matriz de cumplimiento de los compromisos ambientales para la fase operativa

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Operación de la Planta	Aire	Emisión de partículas de polvo por los montículos de agregados	N° 5395 Ley General de la Salud N°833: Ley de construcciones N° 10541: Reglamento de control de ruido y vibraciones N° 28718 Reglamento para el control de la contaminación por ruido N° 30184 Reglamento para la revisión técnica vehicular	Mantener los montículos de agregados tapados con plásticos	Su tiempo ejecución dependerá de la duración cuando la planta esté en funcionamiento	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de Operación Regente Ambiental	N/A	Mantener tapados los montículos, riegos periódicos, fronteras naturales en accesos
		Emisión de polvo por el transporte		Tapar material cuando son transportados				Utilización de lonas/vehículo	Vehículos utilizarán lonas , fronteras naturales, mangas plásticas para la carga de los camiones
		Ruido y emisiones de los equipos		Revisión Técnica Vehicular al día				Reportes de ruido / Aprobación RTV	Vehículos y a la planta se les aplicará mantenimiento preventivo
	Humano / Suelo / Agua	Almacenaje de sustancias peligrosas		Aportar condiciones adecuadas para el almacenaje				Índice de peligrosidad	Construcción de una bodega condicionada para el almacenaje de las sustancias
		Humano		Accidentes laborales				Cumplir con la reglamentación y normativa técnica establecida por las autoridades sobre seguridad laboral e higiene ocupacional.	# de accidentes reportados

Continuación

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Operación de la Planta	Suelo / Agua Aire	Contaminación por desechos sólidos, (escombros: concreto desechado)	N° 5395 Ley General de la Salud N°833: Ley de construcciones N° 7554: Ley Orgánica del Ambiente N°833: Ley de construcciones N° 7779: Ley de uso, manejo y conservación de suelos	Se dispondrá en montículo dentro del AP.	Su tiempo ejecución dependerá de la duración cuando la planta este en funcionamiento	Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de Operación Regente Ambiental	m ³ acumulados	Transportar los escombros a sitios previamente autorizados
		Contaminación por desechos líquidos (aguas residuales)		Construcción de tanques residuales y drenajes individuales				m ³	Contratar empresa para la limpieza de tanques y su debido tratamiento de los desechos acumulados
		Contaminación por desechos líquidos (aguas especiales)		Cumplir con los límites permisibles para el vertido de aguas				m ³	Construcción de piletas de decantación para tratar el agua
		Contaminación por el uso de lubricantes, combustibles y aceite		Realizar reparaciones en un cobertizo impermeabilizado que se encuentre cerca del área del proyecto				Presencia de derrames	Construcción de fosa para reparaciones y cambios de aceite / Se venderá el aceite quemado para el uso en hornos
	Paisaje	Contaminación por fase operativa	Utilizar en la medida de lo posible, las barreras naturales, sean estas vegetales o topográficas que puedan presentarse en el AP	N/A	Construcción de fronteras naturales como árboles y plantas en las zonas de acceso, de acuerdo las recomendaciones del Regente Ambiental				

Continuación

Acción	Factor	Impacto	Regulación ambiental	Medidas ambientales	Tiempo ejecución	Costo de la medida	Responsable medida	Indicadores de desempeño	Síntesis de compromiso
Operación de la Planta	Social	Generación de empleo	Código de Trabajo, CCSS	Mejoría en las oportunidades de trabajo	Su tiempo ejecución dependerá de la duración cuando la planta este en funcionamiento	Estas acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental dependen de la operación del mismo proyecto	Director del proyecto Encargado de Operación	# Empleados	Crecimiento laboral (10 a 25 empleados)
		Uso de servicios básicos	Ley 7593 (Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos)	Utilizar los recursos necesarios				Consumo-mensual	Uso racional de las fuentes de servicios básicos (agua, electricidad, teléfono, internet). Usar solo en el proceso de operación de la planta.

Monitoreo- Regencia

Se efectuará un monitoreo constante con el fin de verificar que las acciones correctivas y mitigadoras de los impactos ambientales identificados se están ejecutando de acuerdo con lo establecido.

Como elemento principal de este proceso, aparece la figura del Regente Ambiental, profesional a cargo de velar por el adecuado manejo y cumplimiento de todas las medidas ambientales definidas durante el proceso de evaluación ambiental, informando a SETENA de cualquier cambio que se produzca durante la ejecución de éste.

Algunas de las acciones por monitorear en el desarrollo del proyecto son:

En la fase constructiva, el monitoreo se realizará mediante un procedimiento documentado y registrado para medir, vigilar y evaluar una vez cada dos semanas, como mínimo, las operaciones y actividades propuestas en el Plan de Gestión Ambiental.

En la fase operativa se llevará un registro informativo consecutivo de las labores de seguimiento y su desempeño (control operacional, mensualmente).

Se requerirá de una evaluación integrada del cumplimiento de las acciones del Plan de Gestión Ambiental cada mes.

Costos de la gestión ambiental

Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto: áreas verdes, recuperación del paisaje, diseño de sitio y de obra civil, conformación y control de escorrentía, etc. Por lo tanto, no conllevará gastos económicos extras para el proyecto la implantación del proyecto de gestión ambiental, pues se incluyen dentro del costo general, siendo esencialmente el único egreso el salario del Regente Ambiental.

Precisando gastos generales:

Basado con el Colegio de Geólogos de Costa Rica.⁸

⁸ http://www.geologos.or.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=187

Regente Ambiental \$150 por visita al área del proyecto. Se recomienda como mínimo dos visitas mensuales en la etapa de construcción y en la etapa de operación, una visita al mes, por el periodo que indique la SETENA.

Cuadro 10. Costo de regente ambiental para el proyecto.		
Fase Construcción		
Salario/mensual (\$)	Duración/meses	Total (\$)
300	3	900
Fase Operativa		
150	12	1.800/año

Plan de contingencias

El plan está dirigido a actividades que utilicen sustancias peligrosas o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos. Se presentarán medidas preventivas según sea el peligro, así como los pasos en caso de emergencia.

A continuación se detallará un cuadro donde se describirán los mayores peligros que pueden presentarse en el desarrollo y funcionamiento del proyecto, así como las medidas de prevención por tomar en cuenta para disminuir el riesgo de algún evento.

Cuadro 11. Peligros detectados en el desarrollo de la actividad con las medidas de prevención para cada caso		
Peligro	Riesgo	Medidas de Prevención
Derrame de lubricantes, combustible, químicos	Contaminación de agua Contaminación de suelo	Almacenamiento en bodegas adecuadas para tal fin. Mantenimiento preventivo de equipos y vehículos, para evitar rotura de mangueras u otras piezas o sistemas hidráulicos. Normas Internas: Prohibido el vaciado de productos nocivos a cauces naturales o artificiales de agua, o a tierra en planos abiertos, quebradas, caminos, accesos y cualquier otro lugar no definido para ello (jabones o detergentes, combustibles, solventes, aceites, productos químicos).
Desechos líquidos residuales ordinarios (aguas residuales, agua disuelta con aditivos)	Contaminación de agua Contaminación de suelo	Construcción de tanques sépticos. Normas Internas: Queda estrictamente prohibido el vaciado de productos nocivos a cauces naturales o artificiales de agua, o a tierra en planos abiertos, quebradas, caminos, accesos y cualquier otro lugar no definido para ello.
Desechos líquidos residuales especiales	Contaminación de agua Contaminación de suelo	Construcción de piletas de decantación para el tratamiento y volver a darle uso al agua en cualquier otro empleo que no sea consumo humano o vertidas al alcantarillado. Normas Internas: Queda estrictamente prohibido el vaciado a cauces naturales o artificiales de agua, o a tierra en planos abiertos, quebradas, caminos, accesos y cualquier otro lugar no definido para ello
Desechos sólidos	Contaminación de agua Contaminación de suelo	Se destinará una zona para la acumulación de escombros, para luego ser depositados en un lugar autorizado. Normas Internas: Queda estrictamente prohibido el vaciado a cauces naturales o artificiales de agua, o a tierra en planos abiertos, quebradas, caminos, accesos y cualquier otro lugar no definido para ello
Emisión de partículas de polvo	Contaminación del aire	Humedecer periódicamente las zonas desprotegidas de vegetación, tapar con plásticos los montículos de agregados, Usar mangas plásticas para la carga de camiones automezcladores. Barreras naturales como árboles
Tránsito de vehículos	Accidentes	Todos los vehículos tendrán alarma de retroceso. Uso de vehículos con RTV aprobado Normas Internas: Las personas a lo interno del proyecto usarán chalecos reflectores, cascos
Derrames del producto	Contaminación suelo Contaminación agua	Mantenimiento preventivo a las tolvas de los automezcladores

En el cuadro anterior se presentaron las medidas de prevención por considerar para disminuir el riesgo de un evento de peligro. Sin embargo, ninguna actividad está exenta de un acontecimiento así. Por tal motivo a continuación se describirán las medidas por tomar en caso de emergencia:

Emergencia: Derrame de lubricantes, combustible y químicos / Desechos líquidos residuales ordinarios y especiales.

- Aislar fugas utilizando accionamientos, herramientas, maquinaria y equipos convenientes, como así también colocarse los elementos de protección personal asignados para estas etapas.
- Contención del derrame por los medios más adecuados (material absorbente, aserrín, arena, etc.), evitando que el derrame ingrese a conductos de drenajes pluviales, cloacales o cursos de agua. Todas las unidades de construcción estarán equipadas apropiadamente.
- Delimitar el área del derrame cercándola con carteles fijos, cintas de prevención, etc.
- Impedir el ingreso al área del derrame de toda persona ajena a las tareas, permitiendo solo el ingreso del personal autorizado con los elementos de protección personal asignados.
- Disponer la adecuada eliminación del material utilizado para la contención del derrame.
- Si el derrame se produce sobre el terreno natural, proceder al retiro de la capa de suelo afectada y reemplazarla por las capas necesarias, si éste se ve comprometido. Posteriormente disponer la adecuada eliminación del suelo contaminado.
- Se elaborarán actas de accidentes ambientales

Emergencia: Accidentes de tránsito

Normas básica de protección por tener en cuenta:

- Apartar a la víctima del peligro.
- Procurar que el accidente no sea más grave (señalización)
- No arriesgar su vida ni la de terceros.

- Llamar al 911
- Examinar cuidadosamente al accidentado:
- No abandonar a la víctima ni en el lugar del accidente ni durante su traslado.
- Si no siente en el cuello el pulso, existe una parada cardíaca y debe actuarse de inmediato con RCP básica antes de atender cualquier otra urgencia. Sólo en caso de que los servicios de emergencia no se hayan apersonado al sitio.
- Asegurarse de que la víctima va a ser transportada con garantía (vigilancia permanente de la conciencia, respiración y pulso).

Es importante tener presente que un herido grave no debe ser movilizado salvo por estas tres razones:

- Para poderle aplicar los primeros auxilios
- Evitar el agravamiento de sus heridas
- Protegerlo de un nuevo accidente

En caso de existir hemorragias:

- No extraiga el objeto que causó la herida si está todavía insertado en la piel a profundidad.
- En caso de hemorragia aplique presión continua con un pañuelo limpio o una gasa durante diez minutos por lo menos.
- Acueste a la víctima con las piernas elevadas.
- Cuando la hemorragia haya cesado, coloque un vendaje bien sujeto para mantener la compresa en su sitio. No quitar esta compresa o el vendaje ya que podría volver a abrirse la herida. Consiga asistencia médica lo antes posible. Mantenga limpia la zona de la herida.

Emergencia: Derrame del producto (concreto)

- Realizar la identificación del problema. Hacer una visión general de la situación y comenzar a obtener información para identificar la cantidad del producto comprometido, verificar si existen personas involucradas y comprometidas con la emergencia.
- Tratar de visualizar cómo controlar la emergencia, ubicar a los jefes del control del accidente,
- El equipo principal encargado del control del derrame, con todos sus elementos de protección personal, realizará la contención del derrame, evitando que el producto tenga

contacto con alcantarillados, canales, ríos, etc.

- Una vez finalizada la contención, se procederá al control del derrame que consiste en terminar con el origen del incidente. Este procedimiento puede abarcar las actividades siguientes:
 - Control de los derrames de lodos.
 - Dar las causas de la emergencia.
 - Confeccionar los procedimientos para evitar la repetición del incidente.
- Se recogerá el producto derramado en la labor de remoción y se procederá a la disposición final de estos residuos. Para ello, se contará con minicargadores que serán transportados al lugar del evento.
- Completada la remoción, se procederá al aseo y limpieza del derrame. Además, se contempla la irrigación de sustancias que ayuden a eliminar los residuos del producto que pudiesen afectar el lugar.

Al dar por finalizada toda emergencia, se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Evaluación de la contingencia ocurrida
- Propuesta de mejoras o correcciones al plan.
- Inventario actualizado de materiales disponibles, reposición de los equipos y materiales utilizados y deteriorados o estropeados.
- Evaluación de requerimiento de medidas de reparación o compensación ambiental.

Compromisos ambientales

Producción de emisiones, desperdicios sólidos y líquidos

- Disponer de zonas para el acumulamiento de escombros, para luego ser llevados a sitios autorizados para su tratamiento.
- La maquinaria y vehículos por utilizarse durante la fase de construcción deberán estar en óptimas condiciones, en especial sus sistemas de combustión.
- Mantenimiento preventivo.
- Construcción de una bodega con las medidas adecuadas para el almacenaje de las sustancias químicas (aditivos, disolventes etc.)

- Construcción de tanque séptico y drenajes individuales, piletas de decantación, para dar tratamiento a las aguas ordinarias y especiales.
- Cuando se tenga un acumulado de líquidos residuales ordinarios, contratar una empresa para la limpieza del tanque y tratamiento de los desechos acumulados y, a su vez, asegurarse que éstos sean depositados en un sitio autorizado.
- Reducir la generación de polvo, humedeciendo las zonas desprovistas de vegetación.
- Los vehículos que transportan la materia prima como los agregados usarán lonas, para reducir el polvo, así mismo plásticos para tapar los montículos cuando éstos no estén en uso.
- Se utilizarán mangas plásticas para la carga de los camiones auto mezcladores.
- Mantener limpias las alcantarillas y cunetas de posibles desechos que impidan transcurrir las aguas de escorrentías, evitando el deterioro de obras civiles.

Producción de ruidos y vibraciones

Durante las fases de construcción y operación se implantarán medidas para evitar y reducir los impactos de ruidos y vibraciones que se produzcan.

- Se establecerá un horario de trabajo que no presente problemas con las horas de descanso de los residentes.
- La maquinaria, vehículos y equipos por usarse durante la fase de construcción y operación deberán estar en óptimas condiciones. De ser viable, se instalarán silenciadores.
- Se construirán fronteras naturales como árboles y plantas en las zonas de acceso

Otros

- Establecer un programa de seguridad y salud ocupacional en el trabajo, adaptado a las condiciones del sitio donde se desarrollarán las labores.
- Exigir el uso del equipo de protección personal a los trabajadores para mitigar los efectos derivados del funcionamiento de la planta.

- Uso racional de los recursos (Agua, electricidad)
- Crear zonas verdes que ayuden a mejorar el paisaje en la zona de proyecto.

El Pronóstico - Plan de Gestión Ambiental (P-PGA), descrito anteriormente, forma parte de la evaluación ambiental que se debe presentar ante la SETENA.

Consideraciones sobre la factibilidad técnica

Esta sección consistió en analizar la capacidad de soporte del terreno dispuesto para la instalación de la planta de concreto premezclado. Se analizó la estabilidad natural del terreno adquirido hasta este momento por el propietario, tomando en cuenta la influencia de la estructura y se consideraron las medidas planteadas desde el punto de vista ambiental para plantear un diseño de sitio para el proyecto.

Modelo geotécnico del sitio

Para la identificación de los estratos se realizó un estudio de suelos específico para la zona, el cual estuvo a cargo del Laboratorio de Suelos CACISA. El estudio está conformado por tres perforaciones, la separación entre ellas es de 55 metros y cada una tiene 12 metros de profundidad.

En el estudio de suelo referido en el Anexo 6 existen dos perforaciones (P1 y P3) que se utilizaron como información directa de la zona donde se colocará la planta de concreto.

Para crear el modelo, se realizó una caracterización de la topografía del terreno, con el fin de tener una idea más clara del relieve, por medio de curvas de nivel del área en estudio, esto que permitió realizar cortes transversales del espacio y observar el comportamiento natural de terreno.

En la siguiente figura se muestra una sección con el modelo geotécnico de análisis.

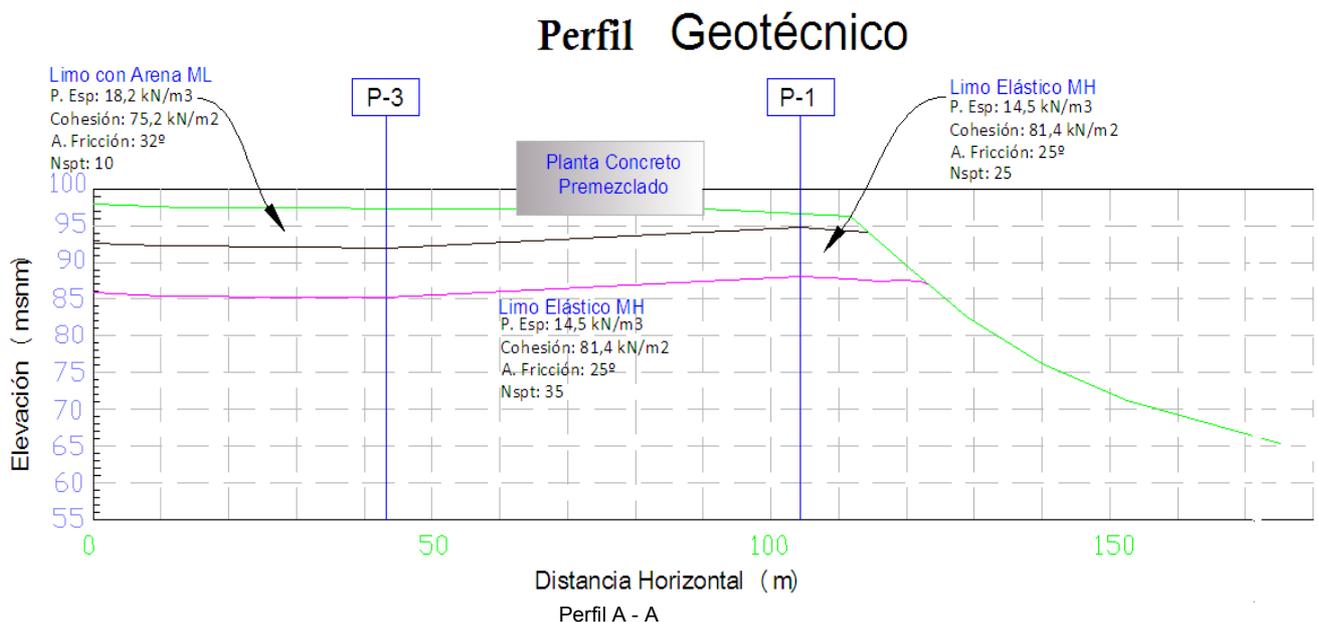


Figura 12. Modelo geotécnico derivado para el sitio

Como se puede apreciar, se identificaron tres estratos de suelo. El terreno donde se ubica el proyecto está conformado por un suelo natural con capa superficial de material orgánico de 50 cm de espesor.

Subyacente al suelo orgánico aparece una secuencia de estratos constituidos por un limo con arena (ML) de color café de baja plasticidad con una consistencia de blando a medio firme y dos estratos de limo elástico (MH) de alta

plasticidad, de consistencia variable de medio firme a firme.

Según el Código de Cimentaciones de Costa Rica, el proyecto se ubica en un suelo tipo V3 del mapa de zonificación geotécnica de la hoja de San José y corresponde con suelos residuales de origen volcánico del tipo MH o ML.

A continuación se presentarán las propiedades geotécnicas para cada estrato.

- Capa orgánica: 50 cm de espesor

Capa 1 Limo con Arena (ML)

- Peso específico: 18,2 kN/m³
- Cohesión: 75,2 kN/m²
- Ángulo fricción ϕ : 32°
- Nspt: 10
- Módulo de elasticidad (E): 407887 kg/m²
- Coeficiente de Poisson: 0,33

Capa 2 Limo Elástico (MH)

- Peso específico: 14,5 kN/m³
- Cohesión: 81,4 kN/m²
- Ángulo fricción ϕ : 25°
- Nspt: 25
- Modulo de elasticidad (E): 1019716 kg/m²
- Coeficiente de Poisson: 0,33

Capa 3 Limo Elástico (MH)

- Peso específico: 14,5 kN/m³
- Cohesión: 81,4 kN/m²
- Ángulo fricción ϕ : 25°
- Nspt: 35
- Modulo de elasticidad (E): 1529574 kg/m²
- Coeficiente de Poisson: 0,33

De acuerdo con el estudio de suelos se reportan los siguientes valores de capacidad soportante admisible por estrato para la zona de estudio.

Cuadro 12. Valores promedio de capacidad soportante por estrato

# Capa	Espesor (m)	Material	Cap. Soporte Promedio (ton/m ²)
1	3,8	Limo c/Arena	10
2	6,75	Limo Elástico	25
3	3,6	Limo Elástico	19,5

Un aspecto importante es que la empresa interesada en el proyecto no ha definido una planta de concreto en específico, solamente ha señalado la productividad de ésta (60m³/h). De ahí que no se cuenta con datos concretos del peso que debe soportar el suelo para cada una de las partes que conforman la planta. En el mercado existen diferentes configuraciones de plantas con la misma producción, por lo cual se dio a la tarea de recopilar información por medio de los fabricantes sobre el peso por metro cuadrado para arreglos similares a la siguiente figura.

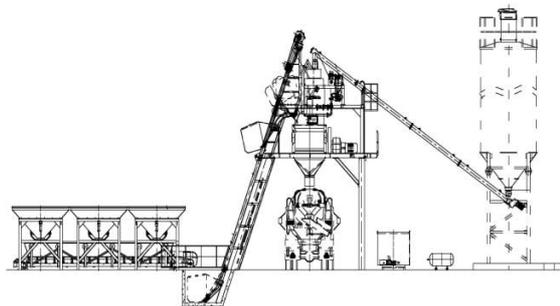


Figura 13. Planta de concreto premezclado, imagen ilustrativa

Cuadro 13. Pesos promedio para las diferentes partes de la planta de concreto

Peso (ton/m ²)		
Tolvas	Torre	Silos
12	8	20

De acuerdo con los datos anteriores se presentan los resultados obtenidos.

Análisis de estabilidad

Se proyecta colocar una planta de concreto premezclado como se encuentra esquematizada en la figura 12. Según la ubicación de la estructura, se considerará la influencia de ésta sobre la estabilidad natural del terreno ya que está muy cerca de un talud.

Se ha estimado que esta edificación transmitiría una carga distribuida de 20 ton/m², principalmente donde se colocarán los silos de almacenamiento de cemento.

El análisis de estabilidad se realizó con ayuda del programa MACSTAR 2000 de la empresa Macaferri. El modelo se sometió a un comportamiento a corto y largo plazo, para lo cual se consideraron valores de esfuerzos totales y efectivos, con el fin de analizar el comportamiento del suelo a través de la aplicación de la carga y del tiempo.

Se siguieron los criterios establecidos en el Código Sísmico de Costa Rica, así como en el Código de Cimentaciones de Costa Rica. Cabe acotar que el diseño propuesto parte del perfil geotécnico figura 12.

Basado en el Código Sísmico de Costa Rica se hicieron las siguientes consideraciones:

— Sitio de Cimentación: S2

Un perfil de suelo con condiciones predominantes de medianamente denso a denso o de medianamente rígido a rígido, cuya profundidad excede los 50m.

— Zonificación sísmica: Zona III

Según tabla 2.1 Zonas sísmicas según provincia, cantones y distritos- CSCR

El estudio de estabilidad del terreno se hizo según efectos dinámicos, es decir, se tomó en cuenta el efecto sismo.

Cuadro 14. Coeficiente dinámico, según tipo de zona y suelo

Tipo de sitio	Zona	Coeficiente dinámico horizontal
S2	III	0.2

Se estima un 50% del coeficiente dinámico horizontal para la componente vertical, según el Cuadro 6.2 del Código de Cimentaciones de Costa Rica.

Cuadro 15. Factor de seguridad mínimo para el análisis de estabilidad.

Concepto	FS mínimo
Falla Global	1.5 (estático)
	1.3 (dinámico)

Fuente: Código de Cimentaciones de Costa Rica. Tabla 3.4

Estado natural.

Inicialmente, se analizó la estabilidad natural del espacio propuesto con la influencia de la planta de concreto premezclado, utilizando los valores de peso establecidos en el cuadro 13 como se muestra en la siguiente figura.

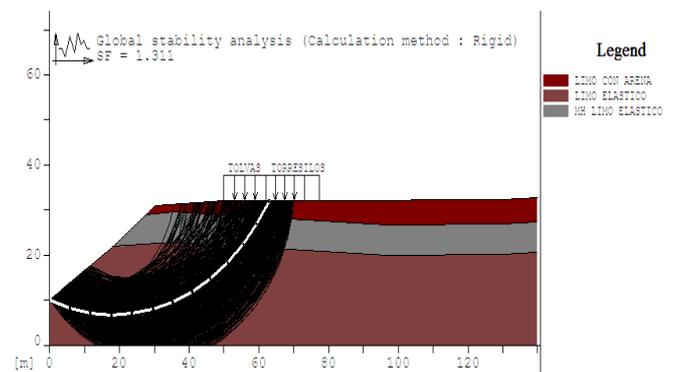


Figura 14. Modelación estado natural en MacStar 2000

El programa genera superficies de falla a lo largo del terreno, con el fin de encontrar la superficie con el menor factor de seguridad. Apéndice 1. De acuerdo con ello, se presentan los siguientes resultados:

Cuadro 16. Factor de seguridad para falla global en el análisis de estabilidad.

Análisis	F. Seguridad	Método
Corto Plazo	1,331	Bishop
	1,310	Janbú
Largo Plazo	1,466	Bishop
	1,311	Janbú

Capacidad de soporte

Basados en los valores presentados en los cuadros 12 y 13 la capa 1 (limo con arena), no tiene la capacidad soportante adecuada para la colocación de la planta de concreto premezclado.

A raíz de lo anterior una de las propuestas para colocar los sistemas de fundación de la planta es excavar hasta encontrar la capa de suelo 2, la cual como muestra en el cuadro 12 tiene capacidad idónea para la instalación.

Otra solución es trabajar con rellenos compactados en sustitución del terreno suave ayudando a transmitir la carga a estratos de mejor calidad y consecuentemente a reducir los asentamientos.

A continuación, se muestra el análisis y resultados de esta última propuesta de solución.

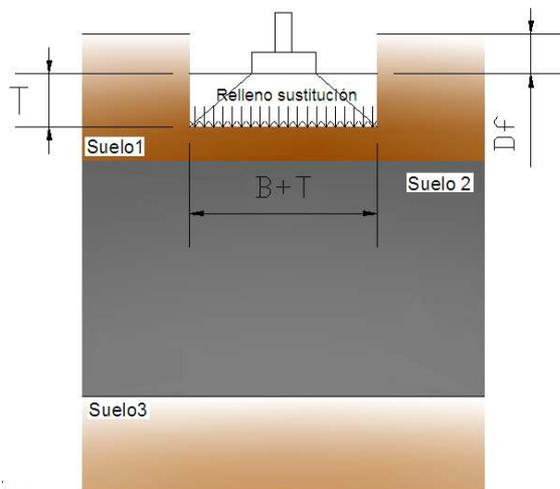


Figura 15. Modelo para el cálculo del relleno de sustitución

Donde:

T: espesor de relleno de sustitución.

B: Ancho de la cimentación.

Df: Nivel de desplante.

Los resultados obtenidos están restringidos a un asentamiento máximo de 5 cm para este tipo de estructuras, establecido por el Código de Cimentaciones de Costa Rica en el Cuadro 3.5.

El material de sustitución puede ser concreto pobre o lastre-cemento que alcance una resistencia a la compresión mínima de 30 kg/cm² a los 28 días. Para este análisis se utilizó material granular (lastre) compactado con las siguientes propiedades:

Material de sustitución

- Peso específico: 1610 kN/m³
- Módulo de elasticidad (E): 10197000 kg/m²
- Coeficiente de Poisson: 0,5

Como se mencionó anteriormente, al no poseer un modelo específico de planta para enfocar el análisis, se presentarán resultados de referencia para distintas dimensiones de fundación y espesores de relleno.

Los resultados seguidamente expuestos están sometidos a una carga distribuida de 20t/m².

Cuadro 17. Asentamientos para diferentes dimensiones de cimentación para espesores de relleno.

Espesor relleno (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Asentamiento Estimado Total (cm)
0,6	1,00	1,00	0,1256
	1,00	2,00	0,3111
	2,00	2,50	1,0719
	2,50	3,00	1,7163
	3,50	3,50	2,9188
	4,00	4,00	3,8199
	4,00	5,00	4,7090
1	1,00	1,00	0,1631
	1,00	2,00	0,4069
	2,00	2,50	1,3402
	2,50	3,00	2,0924
	3,50	3,50	3,4516
	4,00	4,00	4,4462
	4,00	4,50	4,9456

En el siguiente cuadro se muestra a manera de comparación asentamientos para distintas dimensiones de cimentación inducidos por la misma carga pero sin utilizar el relleno de sustitución.

Cuadro 18. Asentamientos para diferentes dimensiones de cimentación sin relleno de sustitución.

Espesor relleno (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Asentamiento Estimado Total (cm)
Sin Relleno	1,00	1,00	2,4745
	1,00	2,00	3,4134
	2,00	2,50	5,7293
	2,50	3,00	7,1555
	3,50	3,50	9,4187
	4,00	4,00	10,9430
	4,00	5,00	12,3628

En el apéndice 2 se presentan gráficas que muestran los asentamientos para diferentes aplicaciones de carga y espesores de rellenos de sustitución.

En ocasiones, cuando no se realizan los estudios adecuados esta metodología puede inducir a problemas, pues cuando se trata de una sustitución parcial el suelo suave subyacente puede verse sometido a una condición más severa de carga, debido a un peso de relleno mayor que las cargas transmitidas por la estructura.

El grado de compactación mínimo que se debe garantizar deberá ser 95% según el ensayo del Proctor Modificado. El material de sustitución debe ser colocado y compactado en capas sucesivas con espesores no superiores a 30 cm, con una humedad en obra próxima y algo inferior a la óptima del ensayo mencionado como referencia para el peso específico seco. Esto se debe a las cargas a las cuales está sometido el suelo, ya que cualquier asentamiento no previsto puede ocasionar daños severos a las instalaciones.

Diseño de sitio

Tomando en cuenta las consideraciones ambientales impuestas por la ley en la zona del proyecto se propuso un diseño del sitio.

Actualmente el sector noreste de la propiedad cuenta con una oficina y se utiliza para el almacenamiento de agregados para la construcción. Este sector es el propuesto para la colocación de la planta de concreto premezclado, ya que presenta una topografía regular en consideración al resto del terreno.

En el anexo 8 se presentan los planos con la distribución propuesta de: laboratorio, oficina, parqueo para los camiones automezcladores, almacenamiento de materia prima, piletas de decantación y área de lavado.

El diseño del sitio propuesto trata de no alterar las condiciones naturales del terreno y sólo disponer según los alineamientos marcados por ley del área necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Análisis de los resultados

En este apartado se hará un análisis de los resultados a la luz de los objetivos propuestos.

Primeramente, se tiene la investigación de la tramitología para los permisos y regulaciones ambientales que deben ser tomados en cuenta para la instalación y operación de una planta de concreto premezclado.

Si bien es cierto, es limitante y no objetivo de esta investigación, la búsqueda de certificados por parte de las diferentes instituciones, se logró establecer las prioridades, tomando aquellos factores que tienen que ver con materia ambiental desde la fase de diseño, pasando por la constructiva y hasta llegar a la fase de operación.

De acuerdo con el decreto N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO y a la normativa consultada, el distrito de San Miguel de Santo Domingo de Heredia, donde se ubica la propiedad para el proyecto se encuentra en un marco de zona de especial protección. El objetivo de estas zonas es ordenar y concentrar el crecimiento de las poblaciones sobre todo fuera del límite de la Gran Área Metropolitana.

Una de las características de estas zonas es el uso predominante del suelo como agrícola. Sin embargo, se pueden desarrollar actividades industriales en ellas siempre que cumplan con una serie de requisitos.

En la sección de resultados se describió cada uno de los factores envueltos en el desarrollo del proyecto, los cuales fueron analizados verificando su cumplimiento según la ley. Dentro de los factores relevantes sólo se permitirán industrias o actividades industriales que sean de tipo incómodas e inofensivas según el Ministerio de Salud, es decir, que no causen daño al vecindario y aquellas posibles molestias se puedan confinar dentro de la propiedad. Para ello, se analizaron el flujo de tránsito vehicular, la emisión de contaminantes (ruido, aire, desechos, etc.), trepidaciones, oportunidades laborales y no se encontraron disconformidades

para el proyecto. Todos estos parámetros cumplen según las regulaciones, en el caso de la contaminación por polvo y desechos, éstos pueden ser confinables dentro de la propiedad llevando medidas adecuadas como las que se muestran en el apartado de resultados.

Actualmente, la propiedad presenta servicios básicos como agua, electricidad, alcantarillado y recolección de basura, pues cuenta con una oficina y parte de la propiedad es destinada al almacenamiento de agregados para la construcción. Para el funcionamiento de la planta de concreto se necesario contar con estos servicios. Una de las problemáticas está en el servicio de agua y electricidad, pues el suministro actual no permite el funcionamiento adecuado de la planta de concreto. En el caso del agua, como se menciona en la sección de resultados se necesita un caudal de aproximadamente 150 litros por minuto. Una de las soluciones encontradas es solicitar al Municipio una “paja de agua” de mayor grosor (1 ½ pulg), para dicho fin, la Municipalidad de Santo Domingo tiene la capacidad de suministrar el servicio.

Por otro lado, el servicio de electricidad de la planta va depender de las condiciones técnicas de operación impuestas por el fabricante, es decir, del sistema eléctrico escogido por el fabricante para el funcionamiento de los diferentes motores. Por ejemplo, en el caso de que los motores sean tipo monofásico no representarían mayor problema pues el suministro actual en la zona, dado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), abastecería el servicio para el funcionamiento. Pero si los motores fueran de tipo trifásico se tendría que coordinar con CNFL para la colocación de un transformador en las cercanías de la propiedad, y representaría un costo pues la compra del transformador debe ser solventada por el desarrollador del proyecto. La

CNFL daría el servicio para cualquiera de las dos condiciones mencionadas.

Con respecto de los alineamientos de la propiedad dados por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, debe haber de 25 metros medidos de la línea de centro de la carretera, que según el plano catastrado adjunto cumpliría con el alineamiento. Otra de las consideraciones es que como el lote colinda con el río Virilla la ley Forestal N° 7575 establece un retiro de 50 metros medidos horizontalmente de la margen del río. De acuerdo con esta disposición el desarrollo del proyecto no entra en esta zona y más bien se encuentra alejada como se muestra en los planos anexos.

Una de las limitantes más importantes para llevar a cabo el proyecto es el área del terreno, pues según el decreto N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO debe cumplir con un área mínima de cinco hectáreas para llevar a cabo un desarrollo industrial del cual sólo se puede hacer uso del 10% como área de cobertura, siempre que se cumpla con el área mínima.

Actualmente la propiedad cuenta con 43.278 m² lo cual imposibilita el desarrollo. Una de las soluciones encontradas sería adquirir el terreno restante (6.722m²) por medio de la compra a los dueños de las propiedades vecinas. Los lotes colindantes tienen la misma vegetación y se encuentran en estado natural, es decir, no presentan ningún desarrollo. Una vez alcanzada el área mínima solicitada por ley, el propietario podría hacer uso del 10% del terreno, el cual quedaría distribuido entre oficina, laboratorio, planta de concreto, zonas de apilamiento de materia prima y zonas de parqueo.

En conformidad con el anterior decreto, el terreno tiene según el análisis realizado las condiciones ambientales para la instalación de la planta de concreto. Es claro que por su condición natural debe ajustarse a normativas, para poder optar por un permiso de construcción como se muestra en la sección de resultados.

En cuanto a las regulaciones de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y su decreto N° 31849, se le otorgó una clasificación preliminar al proyecto como de medio impacto ambiental potencial (MIAP). Para esto se siguieron los procedimientos trazados por la SETENA. Se elaboró el formulario

correspondiente para el proyecto, evaluando los posibles riesgos sobre el ambiente (formulario D1).

Adicionalmente, se presentó un pronóstico preliminar de Plan de Gestión Ambiental, el cual esboza un análisis del ambiente social y el impacto de la actividad sobre ella y a partir de aquí se proponen las medidas que se tomarán desde el inicio del proyecto con el fin de no provocar impactos severos sobre el ambiente.

Si bien, la SETENA emitirá la evaluación ambiental definitiva, la actividad según la evaluación ambiental inicial (figura 5) no pasaría a un estudio de impacto ambiental dirigido o exhaustivo, pues como se muestra en el apartado de resultados y a la puntuación preliminar de los formularios, la actividad se clasifica como de mediano impacto ambiental potencial, de ahí que en esta etapa inicial se analizaron los factores del formulario D1 y consecuentemente el instrumento de Plan-Pronóstico de Gestión Ambiental (P-PGA) correspondiente a la puntuación obtenida en el formulario.

Siguiendo con los objetivos formulados, se realizó una propuesta de conformación del suelo para la colocación de la planta de concreto premezclado. La propuesta consiste en utilizar rellenos de sustitución compactados, la cual es una solución muy frecuente en el medio para la cimentación de obras en suelos de baja calidad. Esta propuesta ayuda a transmitir la carga a estratos de mejor calidad y consecuentemente a reducir los asentamientos.

Para llevar a cabo este objetivo se desarrolló un estudio específico para la zona, con el fin de obtener el tipo de suelo y las propiedades geotécnicas que conforman el terreno. El informe estuvo a cargo de Consultor CACISA y está compuesto por tres perforaciones de 12 metros de profundidad. Para el caso en análisis, la magnitud de la obra se clasifica como baja y su complejidad como media, de ahí que se requiere de al menos tres perforaciones o puntos de exploración para generar un modelo geotécnico que se ajuste en gran medida a la realidad. Lo anterior cumple con el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR).

Se generó un perfil geotécnico (figura 12) basado en el estudio de suelos y de acuerdo

con las condiciones topográficas del terreno, como elemento principal para analizar la capacidad soportante del suelo en relación con el peso impuesto por la colocación de cada una de las partes que conforman una planta de concreto premezclado.

Con ayuda del software MacStar2000, y con efectos dinámicos, se analizó la estabilidad del terreno en condiciones naturales y con la influencia de la instalación de la planta de concreto premezclado.

Se probó la estabilidad global a corto y largo plazo, generando superficies potenciales de falla y obteniendo aquella de menor factor de seguridad. Para ambas condiciones se obtuvieron valores de seguridad por arriba de los establecidos por el CCCR. Por lo tanto, la zona presenta un medio que no muestra peligro aparente de deslizamientos.

Para el análisis de los rellenos de sustitución, al no contar con información específica de la planta de concreto por utilizar, se recopiló información por medio de los fabricantes de configuraciones similares a la figura 13, para los pesos de cada una de las partes que conforma una planta, los cuales se resumen en el cuadro 13.

Conforme lo anterior, en el cuadro 17 se presentan resultados de referencia para distintas dimensiones de fundación, espesores de relleno. Para este tipo de estructuras el CCCR el asentamiento máximo permitido es de 5cm. En el cuadro 18 se muestran los asentamientos para las mismas dimensiones de cimentación pero sin sustituir el suelo, en él se observa que para muchos de los casos los asentamientos son mayores.

Es importante utilizar este tipo de solución con consideraciones reales, pues sino puede inducir a problemas, pues cuando se trata de una sustitución parcial del suelo suave puede verse sometido a condiciones más severas de carga, debido a un peso del relleno mayor que las cargas transmitidas por la estructura.

Debe resaltarse la importancia de una adecuada inspección durante la construcción, a

fin de verificar que las premisas teóricas tomadas en el diseño se cumplan en la ejecución. Además se recomienda seguir con las especificaciones técnicas con cada uno de los materiales por utilizar, así como en el procedimiento constructivo

En cuanto al objetivo específico de establecer un diseño del sitio tomando en cuenta la distribución de espacio y equipo de acuerdo con los requerimientos y normativas vigentes, este se cumple consecuentemente al ejecutar los objetivos anteriores.

La propuesta elaborada considera medidas para mitigar los impactos ambientales durante el funcionamiento de la planta, generando un espacio que interactúe de la manera óptima con el medio que lo rodea. Lo anterior se desglosa en el plano anexado al presente documento.

Conclusiones y Recomendaciones

— Según lo investigado en relación con materia ambiental el país cuenta con amplia normativa, pero no así de aquella que regule de manera específica. Por ejemplo, las disposiciones emitidas por el SETENA son de forma globalizada que van interactuando con el ambiente a lo largo de la vida de cualquier proyecto; así mismo las dispuestas por el Ministerio de Salud.

— El terreno donde se pretende llevar a cabo la instalación de la planta de concreto se encuentra dentro de las zonas marcadas como de especial protección según el Decreto Ejecutivo N° 25902-MP-MIVAH-MINAEGAM/NO. El total de área disponible actualmente es de 43278 m², pues la ley indica que debe tener al menos cinco hectáreas de terreno para llevar a cabo cualquier actividad industrial. Esto con el fin de proteger y de que exista un balance en el paisaje de la zona. La insuficiencia en el área del lote es razón suficiente para que autoridades gubernamentales deroguen el desarrollo del proyecto. Una de las soluciones sería completar la superficie mínima de aproximadamente 6.722 m² adquiriendo una parte de los lotes colindantes.

— Alcanzando el área mínima requerida por Decreto Ejecutivo, el propietario puede hacer uso del 10 por ciento del terreno.

— El lote cumple con los alineamientos marcados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Se tomará un retiro de 25 metros medidos a partir de la línea de centro de la carretera hacia ambos lados.

— De acuerdo con la Ley Forestal No 7575, se marca un límite de construcción para evitar que se utilicen terrenos en peligro de deslizamiento, erosión o efectos similares. El

terreno en análisis colinda con el río Virilla por lo cual se marca un retiro de 50 metros medidos horizontalmente del margen del río.

— El terreno no se ubica en una zona arqueológica potencial, de ahí que no se requiere realizar un estudio arqueológico previo a los movimientos de tierras.

— El terreno trazado para la instalación de la planta no se halla en el listado de Áreas Ambientalmente Frágiles

— Cabe destacar que la propiedad está libre servidumbres y nacientes de agua.

— El proyecto demandaría de servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, servicio de alcantarillado y recolección de basura, todos ellos serán suministrados por las instituciones respectivas. En el caso del agua potable, según las necesidades del proyecto el servicio actual sería insuficiente, de ahí que se deban tramitar los permisos pertinentes para adquirir una “paja de agua” de mayor grosor.

— De acuerdo con el decreto N° 31849 la clasificación para el impacto ambiental potencial (IAP) del proyecto es de un B1 (Moderado Impacto Ambiental sin plan regulador).

— Según el formulario realizado, el valor final de Significancia de Impacto Ambiental (SIA) es de 552. Por este valor y el Decreto N° 31849 el instrumento por presentar ante la SETENA es un Pronóstico de Plan de Gestión Ambiental (P-PGA).

— El propósito general de este documento es la aplicación de las medidas ambientales básicas durante la construcción y operación de la planta. Por medio del formulario y el Plan de

Pronóstico de Gestión Ambiental se detectaron los factores que están inmersos con el desarrollo del proyecto, tomando las medidas adecuadas para mitigar y controlar el impacto sobre ellos.

— Basado en la normativa y legislación consultadas, el terreno tendría las condiciones ambientales para la instalación de la planta de concreto. Es importante que por su condición natural debe ajustarse a normativas para mitigar ciertos impactos sobre el ambiente, con el fin poder optar por un permiso de construcción.

— Cabe destacar que el análisis del sitio y sus consideraciones legales y técnicas se circunscribieron a un área que abarca aproximadamente el 10% de lo permitido por ley y su factibilidad técnica dependerá de las nuevas condiciones de los terrenos que se adquieran por parte del interesado para completar el área de terreno para llevar a cabo el proyecto.

— Según el Código de Cimentaciones de Costa Rica, el proyecto se ubica en un suelo tipo V3 del mapa de zonificación geotécnica de la hoja de San José y corresponde con suelos residuales de origen volcánico del tipo MH o ML.

— De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica el sitio de cimentación es tipo S2 y la zonificación sísmica es tipo III.

— Los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad global según efectos dinámicos y con la influencia de la planta de concreto de premezclado, son mayores a los factores mínimos impuestos por el CCCR, por lo cual no muestra aparente peligro de deslizamientos.

— Los rellenos de sustitución propuestos concluyen como una buena medida para el mejoramiento de la capacidad soportante del suelo, pues con ello se consigue cimentar la estructura sin que se produzcan asentamientos excesivos.

— La compactación es un proceso de gran relevancia para la construcción de un relleno. La buena aplicación permitirá la no existencia de asentamientos indeseables. El grado de

compactación del relleno será basado en la importancia de la obra e impuesto por el CCCR. El porcentaje es del 95 por ciento del Proctor Modificado. El material de sustitución debe ser colocado y compactado en capas sucesivas con espesores no superiores a 30 cm, con una humedad en obra próxima y algo inferior a la óptima del ensayo mencionado.

— Realizar una adecuada inspección y monitoreo durante la construcción, a fin de verificar que las premisas teóricas tomadas en el diseño preliminar se cumplan durante la ejecución. De igual forma la verificación de los compromisos ambientales adquiridos a través del P-PGA.

Apéndice

En esta sección se presentan el siguiente apéndice.

Apéndice 1. Análisis de estabilidad Global por medio del programa MacStar2000.

Apéndice 2. Gráficas y hoja de cálculo para los rellenos de sustitución propuestos.

Apéndice 1

Estabilidad Global Largo Plazo
MAC.ST.A.R.S 2000 – Rel. 2.1

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Internet Licence

Project Title.....: Factibilidad Tecnica y Ambiental para la colocación de una Planta de Concreto Premezclado

File.....: Estabilidad Perfil Natural LP

TABLE OF CONTENTS SOIL PROPERTIES

Soil: LIMO CON ARENA Description: Material color cafe, resistencia de medio firme a firme y de baja plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	9.86
Friction Angle.....	[°]	:	32.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	18.20
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	18.20

Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	407887.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

Soil: LIMO ELASTICO Description: Material de color cafe claro, resistencia de medio firme a firme y de alta plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	9.86
Friction Angle.....	[°]	:	25.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50

Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	1529574.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

Soil: MH LIMO ELASTICO Description: Material de color gris, resistencia de medio firme a firme y de alta plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	9.86
Friction Angle.....	[°]	:	25.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50

Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	1019716.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

STRATA PROFILES

Stratum: LIMO CON ARENA Description:

Soil : LIMO CON ARENA

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
27.73	28.90	30.38	31.00	49.96	32.07	77.46	32.09
130.00	32.38	140.00	32.75				

Stratum: LIMO ELÁSTICO Description:

Soil : LIMO ELASTICO

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	10.00	17.88	21.85	35.62	22.81	96.84	20.01
130.00	20.23	140.00	20.60				

Stratum: MH LIMO ELASTICO Description:

Soil : MH LIMO ELASTICO

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
17.88	21.85	27.73	28.90	35.62	29.56	96.84	26.76
130.00	26.98	140.00	27.35				

SURCHARGE LOADS

Distributed Loads : SILOS

Description : Almacenamiento de Concreto

Magnitude.....[kN/m²] = 196.10 Inclinacion angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 73.00 To = 77.46

Distributed Loads : TOLVAS

Description : Almacenamiento de agregados

Magnitude.....[kN/m²] = 117.70 Inclinacion angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 50.00 To = 62.00

Distributed Loads : TORRE

Description : Torre: Mezclado de concreto y despacho

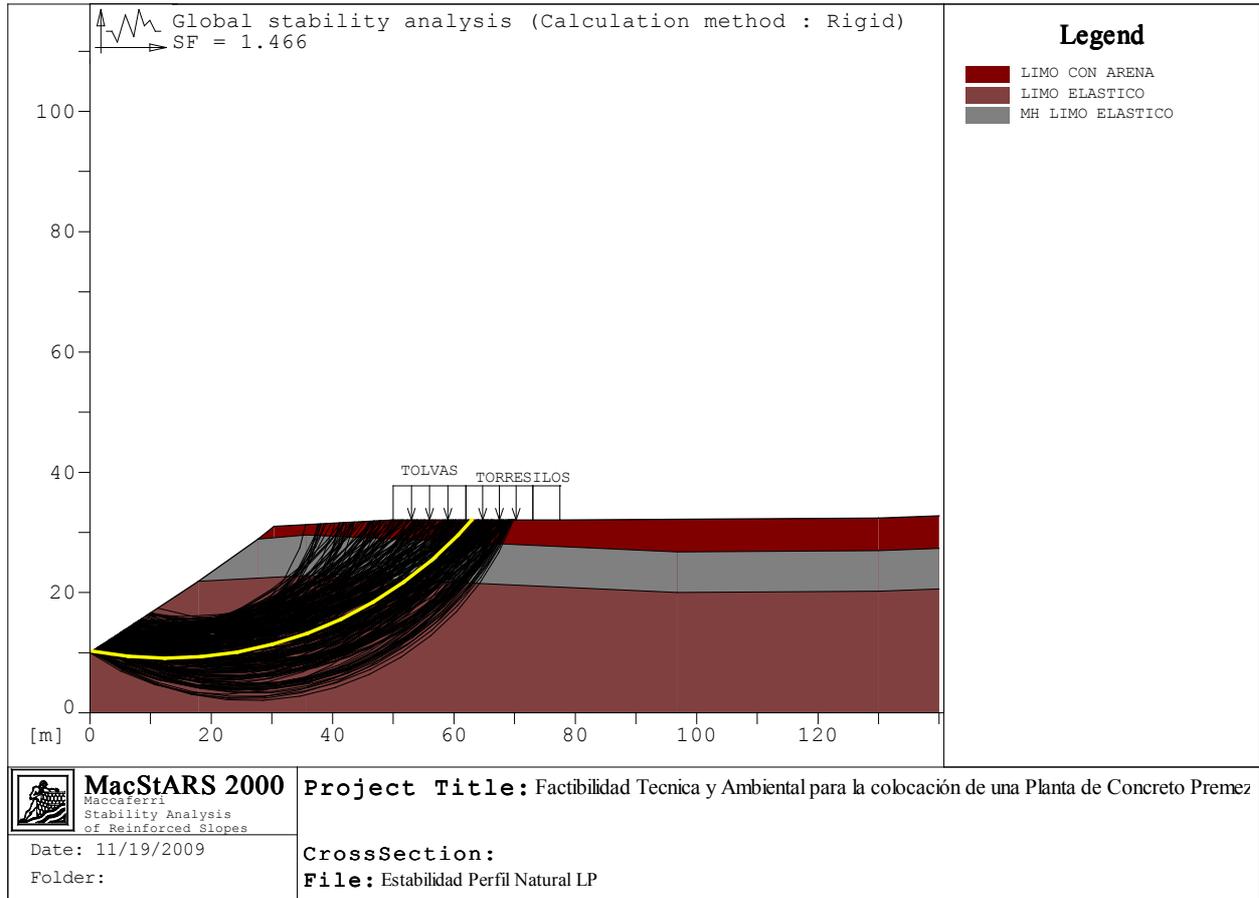
Magnitude.....[kN/m²] = 78.45 Inclinacion angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 62.00 To = 73.00

Earthquake Load :

Acceleration.....[m/s²] : Horizontal = 1.96 Vertical = 0.98

CHECKS RESULTS



Global Stability Check :

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Bishop's Method

Evaluated Safety Factor: 1.466

Surfaces searching range

Starting range, abscises [m]		Arrival range, abscises [m]	
First point	Second point	First point	Second point
0.00	30.00	25.00	70.00
Number of starting point on the starting segment.....:		301	
Total number of trial surfaces.....:		3010	
Minimum base length of slices..... [m]:		6.00	
Superior limit search angle..... [°]:		0.00	
Inferior limit search angle..... [°]:		0.00	

The Officine Maccaferri SpA assumes no responsibilities for the drawings and calculations it provides, as they must be intended as general indications to suggest the proper use of its product.

Estabilidad Global Corto Plazo

MAC.ST.A.R.S 2000 – Rel. 2.1

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes
 Officine Maccaferri S.p.A.Via Agresti 6, 40123 Bologna
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Internet Licence

Project Title: Factibilidad Tecnica y Ambiental para la colocación de una Planta de Concreto Premezclado

File.....: Estabilidad Perfil Natural CP

TABLE OF CONTENTS
SOIL PROPERTIES

Soil: LIMO CON ARENA Description: Material color cafe, resistencia de medio firme a firme y de baja plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	75.20
Friction Angle.....	[°]	:	0.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	18.20
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	18.20
Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	407887.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

Soil: LIMO ELASTICO Description: Material de color cafe claro, resistencia de medio firme a firme y de alta plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	81.40
Friction Angle.....	[°]	:	0.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	1529574.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

Soil: MH LIMO ELASTICO Description: Material de color gris, resistencia de medio firme a firme y de alta plasticidad

Cohesion.....	[kN/m ²]	:	81.40
Friction Angle.....	[°]	:	0.00
Ru value.....		:	0.00
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³]	:	14.50
Elastic Modulus.....	[kN/m ²]	:	1019716.00
Poisson's ratio.....		:	0.33

STRATA PROFILES

Stratum: LIMO CON ARENA Description:

Soil : LIMO CON ARENA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
25.73	17.90	28.38	20.00	49.96	21.07	77.46	21.09
130.00	21.38	140.00	21.75				

Stratum: LIMO ELÁSTICO Description:

Soil : LIMO ELASTICO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	16.88	10.85	35.62	11.81	96.84	9.01
130.00	9.23	140.00	9.60				

Stratum: MH LIMO ELASTICO Description:

Soil : MH LIMO ELASTICO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
16.88	10.85	25.73	17.90	35.62	18.56	96.84	15.76
130.00	15.98	140.00	16.35				

SURCHARGE LOADS

Distributed Loads : SILOS

Description : Almacenamiento de Cemento

Magnitude.....[kN/m²] = 196.10 Inclination angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 73.00 To = 77.46

Distributed Loads : TOLVAS

Description : Almacenamiento de agregados

Magnitude.....[kN/m²] = 117.70 Inclination angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 50.00 To = 62.00

Distributed Loads : TORRE

Description : Torre: mezclado de concreto y despacho

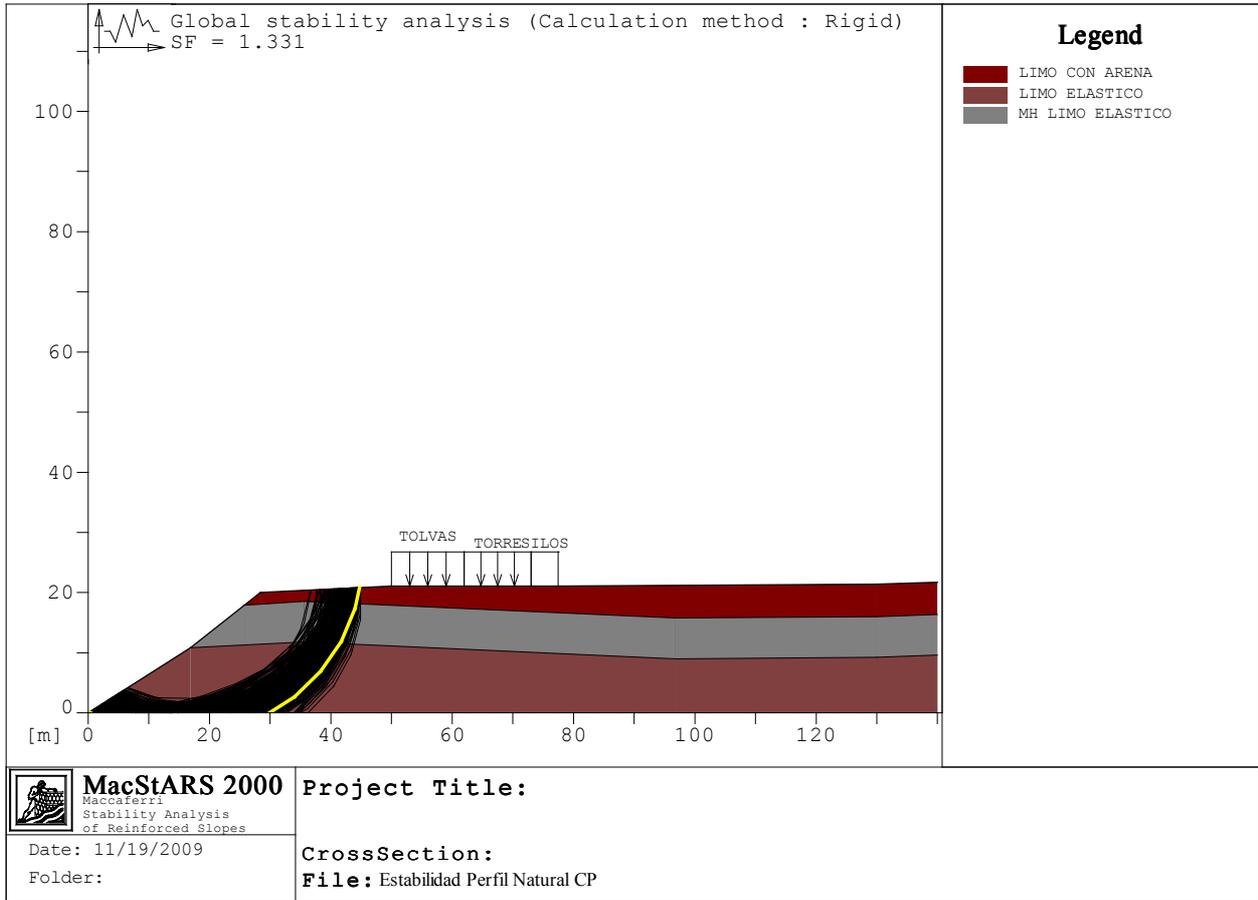
Magnitude.....[kN/m²] = 78.45 Inclination angle.....[°] = 0.00

Abscissa.....[m] : from = 62.00 To = 73.00

Earthquake Load :

Acceleration.....[m/s²] : Horizontal..... = 1.96 Vertical..... = 0.98

CHECKS RESULTS



Global Stability Check :

Reinforcements active Forces according to Rigid Method
 Stability analysis with circular surfaces according to Bishop's Method
 Evaluated Safety Factor.....: 1.331

Surfaces searching range

Starting range, abscises [m]		Arrival range, abscises [m]	
First point	Second point	First point	Second point
0.00	30.00	25.00	45.00
Number of starting point on the starting segment.....:		301	
Total number of trial surfaces.....:		3010	
Minimum base length of slices.....:		6.00	
Superior limit search angle.....:		0.00	
Inferior limit search angle.....:		0.00	

The Officine Maccaferri SpA assumes no responsibilities for the drawings and calculations it provides, as they must be intended as general indications to suggest the proper use of its product.

Apéndice 2

Propiedades de los Suelos				
Estrato	Espesor (m)	P. específico (Kg/m3)	Módulo def. E (Kg/m2)	Coef. Poison
Limo c/Arena	3,8	1855	407887	0,33
Limo Elástico	6,75	1478	1019716	0,33
Limo Elástico	3,6	1478	1529574	0,33
Material de relleno (Lastre)		1610	10197000	0,5

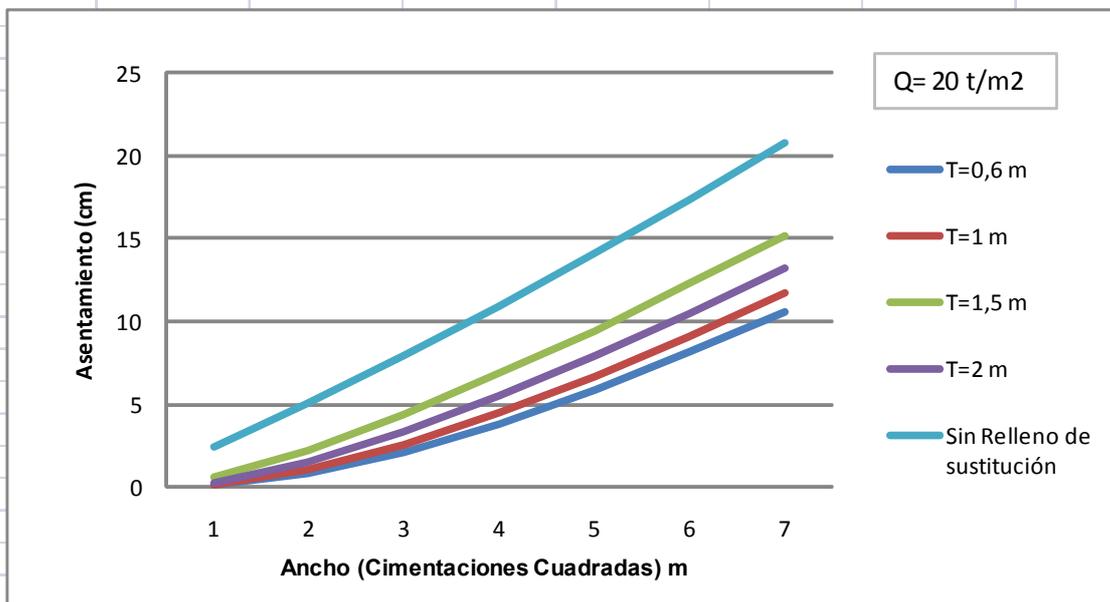
Datos		
Carga de trabajo	20000,00	kg/m2
Desplante (Df)	1,00	m

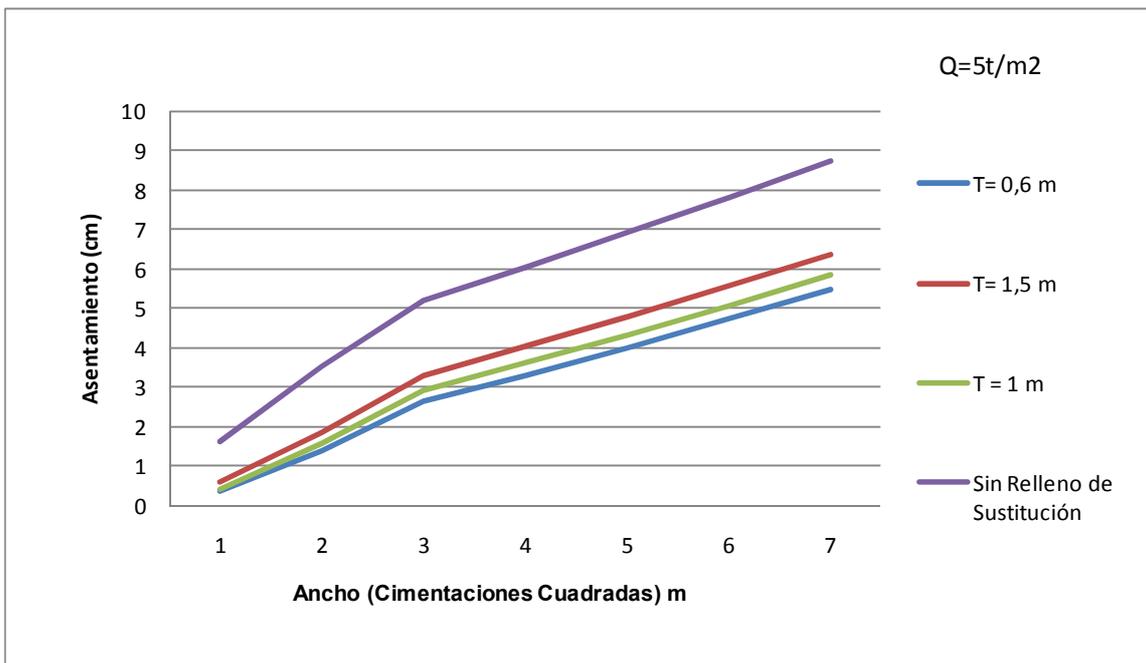
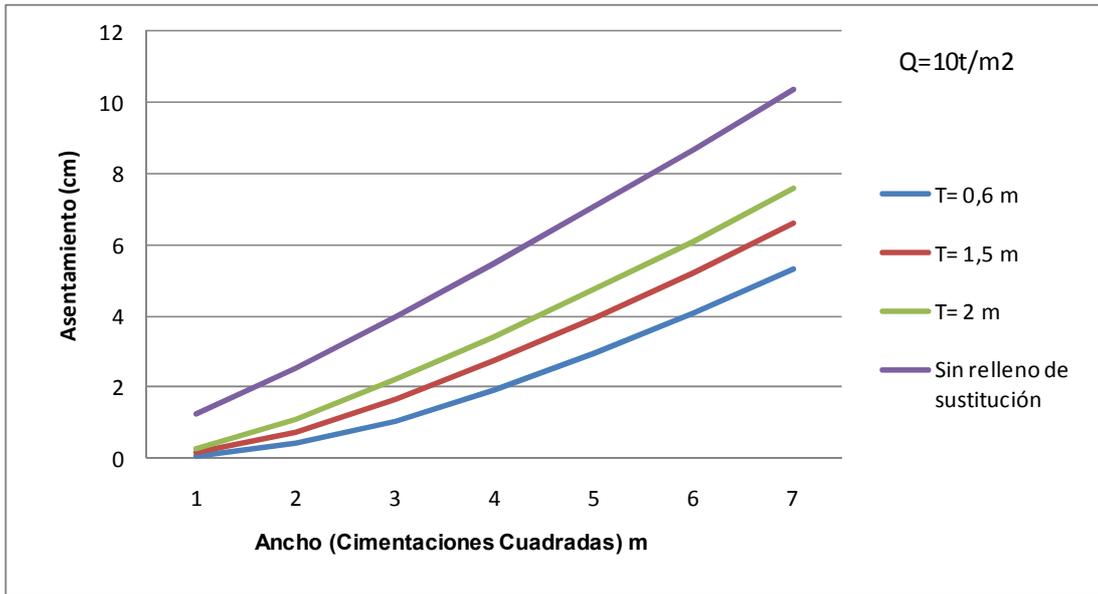
Espesor relleno (m)	Cimentación		Carga Trans. (Kg/m2)	A	B	m	n	Termino	Ø1	Ø2	Asentamiento por capa	Asentamiento Total (cm)	
	Ancho (m)	Largo (m)											
0,6	1,00	1,00	7665,5000	0,7500	0,0000	0,6000	1,0000	1,5362	0,9892	0,1578	0,000278865	0,1256	
	1,00	1,00	1953,1250	0,8911	0,4522	2,2000	1,0000	2,6153	0,5129	0,1205	0,000963763		
	1,00	1,00	202,0151	0,8911	0,4522	8,9500	1,0000	9,0610	0,1411	0,0351	1,08804E-05		
	1,00	1,00	108,9310	0,8911	0,4522	12,5500	1,0000	12,6294	0,1010	0,0252	2,7998E-06		
	1,00	2,00	9468,3846	0,7500	0,0000	0,6000	2,0000	2,3152	1,4215	0,1841	0,000494984		
	1,00	2,00	2976,1905	0,8911	0,4522	2,2000	2,0000	3,1369	0,9006	0,1975	0,002602		
	0,3111	1,00	2,00	367,1325	0,8911	0,4522	8,9500	2,0000	9,2251	0,2788	0,0690	1,08804E-05	
		1,00	2,00	202,8886	0,8911	0,4522	12,5500	2,0000	12,7476	0,2008	0,0499	2,7998E-06	
		2,00	2,50	12259,9479	0,7500	0,0000	0,3000	1,2500	1,6286	1,2149	0,1144	0,001095531	
		2,00	2,50	5065,8561	0,8911	0,4522	1,1000	1,2500	1,9423	0,9396	0,1854	0,009357563	
		2,00	2,50	797,5913	0,8911	0,4522	4,4750	1,2500	4,7527	0,3414	0,0836	0,000208405	
		2,00	2,50	456,6679	0,8911	0,4522	6,2750	1,2500	6,4760	0,2483	0,0614	5,77707E-05	
	1,0719	2,50	3,00	13293,8602	0,7500	0,0000	0,2400	1,2000	1,5804	1,2031	0,0966	0,001470429	
		2,50	3,00	6137,4795	0,8911	0,4522	0,8800	1,2000	1,7929	0,9963	0,1821	0,015149473	
		2,50	3,00	1096,2709	0,8911	0,4522	3,5800	1,2000	3,9059	0,4021	0,0976	0,000422288	
		2,50	3,00	640,9503	0,8911	0,4522	5,0200	1,2000	5,2574	0,2950	0,0726	0,000120502	
		3,50	3,50	14427,6579	0,7500	0,0000	0,1714	1,0000	1,4246	1,1092	0,0726	0,002059852	
		3,50	3,50	7540,7818	0,8911	0,4522	0,6286	1,0000	1,5476	0,9787	0,1599	0,025876425	
	2,9188	3,50	3,50	1580,6197	0,8911	0,4522	2,5571	1,0000	2,9222	0,4540	0,1083	0,000964662	
		3,50	3,50	951,0777	0,8911	0,4522	3,5857	1,0000	3,8545	0,3380	0,0824	0,000287222	
		4,00	4,00	14975,8733	0,7500	0,0000	0,1500	1,0000	1,4221	1,1122	0,0650	0,002450182	
		4,00	4,00	8324,6618	0,8911	0,4522	0,5500	1,0000	1,5174	1,0072	0,1532	0,03380804	
		4,00	4,00	1908,1409	0,8911	0,4522	2,2375	1,0000	2,6470	0,5061	0,1191	0,001486161	
		4,00	4,00	1168,2989	0,8911	0,4522	3,1375	1,0000	3,4415	0,3809	0,0922	0,000454847	
3,8199	4,00	4,50	15198,2685	0,7500	0,0000	0,1500	1,1250	1,5127	1,1796	0,0655	0,0002637147		
	4,00	4,50	8666,3457	0,8911	0,4522	0,5500	1,1250	1,6025	1,0786	0,1587	0,037793583		
	4,00	4,50	2066,8571	0,8911	0,4522	2,2375	1,1250	2,6967	0,5617	0,1313	0,001788415		
	4,00	4,50	1275,7927	0,8911	0,4522	3,1375	1,1250	3,4799	0,4252	0,1025	0,000554771		
	1	1,00	1,00	4755,0000	0,7500	0,0000	1,0000	1,0000	1,7321	0,8384	0,1667	0,000146609	0,1631
		1,00	1,00	2551,0204	0,8911	0,4522	1,8000	1,0000	2,2891	0,5963	0,1364	0,001468732	
1,00		1,00	219,2922	0,8911	0,4522	8,5500	1,0000	8,6662	0,1476	0,0367	1,23546E-05		
1,00		1,00	115,6587	0,8911	0,4522	12,1500	1,0000	12,2320	0,1043	0,0260	3,06979E-06		
1,00		2,00	6421,6667	0,7500	0,0000	1,0000	2,0000	2,4495	1,2817	0,2180	0,000302678		
1,00		2,00	3759,3985	0,8911	0,4522	1,8000	2,0000	2,8705	1,0110	0,2116	0,003710782		
0,4069		1,00	2,00	397,0125	0,8911	0,4522	8,5500	2,0000	8,8376	0,2913	0,0720	4,41918E-05	
		1,00	2,00	214,9700	0,8911	0,4522	12,1500	2,0000	12,3540	0,2073	0,0515	1,13413E-05	
		2,00	2,50	9376,8095	0,7500	0,0000	0,5000	1,2500	1,6771	1,1597	0,1560	0,000799804	
		2,00	2,50	6119,9510	0,8911	0,4522	0,9000	1,2500	1,8364	1,0145	0,1855	0,012305389	
		2,00	2,50	857,7985	0,8911	0,4522	4,2750	1,2500	4,5649	0,3561	0,0870	0,000233813	
		2,00	2,50	482,3985	0,8911	0,4522	6,0750	1,2500	6,2824	0,2561	0,0633	6,29539E-05	
1,3402		2,50	3,00	10469,2857	0,7500	0,0000	0,4000	1,2000	1,6125	1,1651	0,1372	0,001121483	
		2,50	3,00	7267,4419	0,8911	0,4522	0,7200	1,2000	1,7200	1,0569	0,1764	0,019199796	
		2,50	3,00	1175,2953	0,8911	0,4522	3,4200	1,2000	3,7598	0,4187	0,1013	0,000471578	
		2,50	3,00	675,8355	0,8911	0,4522	4,8600	1,2000	5,1049	0,3041	0,0748	0,000130999	
		3,50	3,50	11853,7654	0,7500	0,0000	0,2857	1,0000	1,4428	1,0872	0,1073	0,001658831	
		3,50	3,50	8721,9651	0,8911	0,4522	0,5143	1,0000	1,5048	1,0197	0,1493	0,031476278	
3,4516		3,50	3,50	1687,2988	0,8911	0,4522	2,4429	1,0000	2,8227	0,4715	0,1120	0,001070011	
		3,50	3,50	1000,3164	0,8911	0,4522	3,4714	1,0000	3,7484	0,3481	0,0848	0,000311137	
		4,00	4,00	12555,0000	0,7500	0,0000	0,2500	1,0000	1,4361	1,0951	0,0976	0,002022535	
		4,00	4,00	9512,4851	0,8911	0,4522	0,4500	1,0000	1,4841	1,0411	0,1407	0,040306114	
		4,00	4,00	2031,7138	0,8911	0,4522	2,1375	1,0000	2,5630	0,5246	0,1228	0,001641362	
		4,00	4,00	1226,8880	0,8911	0,4522	3,0375	1,0000	3,3506	0,3919	0,0947	0,00049158	
4,4462	4,00	4,50	12845,9091	0,7500	0,0000	0,2500	1,1250	1,5258	1,1633	0,0990	0,002198261		
	4,00	4,50	9852,2167	0,8911	0,4522	0,4500	1,1250	1,5710	1,1115	0,1446	0,044687693		
	4,00	4,50	2198,1041	0,8911	0,4522	2,1375	1,1250	2,6143	0,5817	0,1352	0,001971061		
	4,00	4,50	1338,8001	0,8911	0,4522	3,0375	1,1250	3,3900	0,4373	0,1052	0,000598891		

Sin Relleno	1,00	1,00	20000,00	0,8911	0,4522	0,0001	1	1,4142	1,1222	0,0000	0,0245	
	1,00	1,00	1385,04	0,8911	0,4522	2,8000	1	3,1369	0,4205	0,1010	0,0002	2,4745
	1,00	1,00	179,69	0,8911	0,4522	9,5500	1	9,6541	0,1324	0,0330	0,0000	
	1,00	2,00	20000,00	0,8911	0,4522	0,0001	2	2,2361	1,5317	0,0000	0,0335	
	1,00	2,00	2192,98	0,8911	0,4522	2,8000	2	3,5833	0,7662	0,1754	0,0006	3,4134
	1,00	2,00	328,27	0,8911	0,4522	9,5500	2	9,8083	0,2619	0,0649	0,0000	
	2,00	2,50	20000,00	0,8911	0,4522	0,0001	1,25	1,6008	1,2500	0,0000	0,0546	
	2,00	2,50	3930,82	0,8911	0,4522	1,4000	1,25	2,1266	0,8354	0,1771	0,0026	5,7293
	2,00	2,50	718,51	0,8911	0,4522	4,7750	1,25	5,0362	0,3215	0,0789	0,0001	
	2,50	3,00	20000,00	0,8911	0,4522	0,0000	1,2	1,5620	1,2262	0,0000	0,0670	
	2,50	3,00	4879,64	0,8911	0,4522	1,1200	1,2	1,9221	0,9066	0,1813	0,0043	7,1555
	2,50	3,00	991,88	0,8911	0,4522	3,8200	1,2	4,1270	0,3795	0,0924	0,0002	
	3,50	3,50	20000,00	0,8911	0,4522	0,0000	1	1,4142	1,1222	0,0000	0,0858	
	3,50	3,50	6172,84	0,8911	0,4522	0,8000	1	1,6248	0,9138	0,1670	0,0078	9,4187
	3,50	3,50	1438,62	0,8911	0,4522	2,7286	1	3,0733	0,4299	0,1031	0,0006	
	4,00	4,00	20000,00	0,8911	0,4522	0,0000	1	1,4142	1,1222	0,0000	0,0981	
	4,00	4,00	6920,42	0,8911	0,4522	0,7000	1	1,5780	0,9519	0,1639	0,0105	10,9430
	4,00	4,00	1742,90	0,8911	0,4522	2,3875	1	2,7749	0,4804	0,1139	0,0009	
	4,00	4,50	20000,00	0,8911	0,4522	0,0000	1,125	1,5052	1,1890	0,0000	0,1039	
	4,00	4,50	7252,22	0,8911	0,4522	0,7000	1,125	1,6600	1,0243	0,1714	0,0119	11,6821
4,00	4,50	1890,98	0,8911	0,4522	2,3875	1,125	2,8224	0,5339	0,1257	0,0010		

Gráficas

Representación gráfica de dimensiones de cimentación para distintos espesores de relleno, con el fin de observar el asentamiento probable.





Anexos

En esta sección se presentan los siguientes anexos:

Anexo 1. Mapa de Amenazas de Santo Domingo.

Anexo 2. Legislación y Normas Técnicas Ambientales.

Anexo 3. Niveles sonoros vrs Fuente de sonido

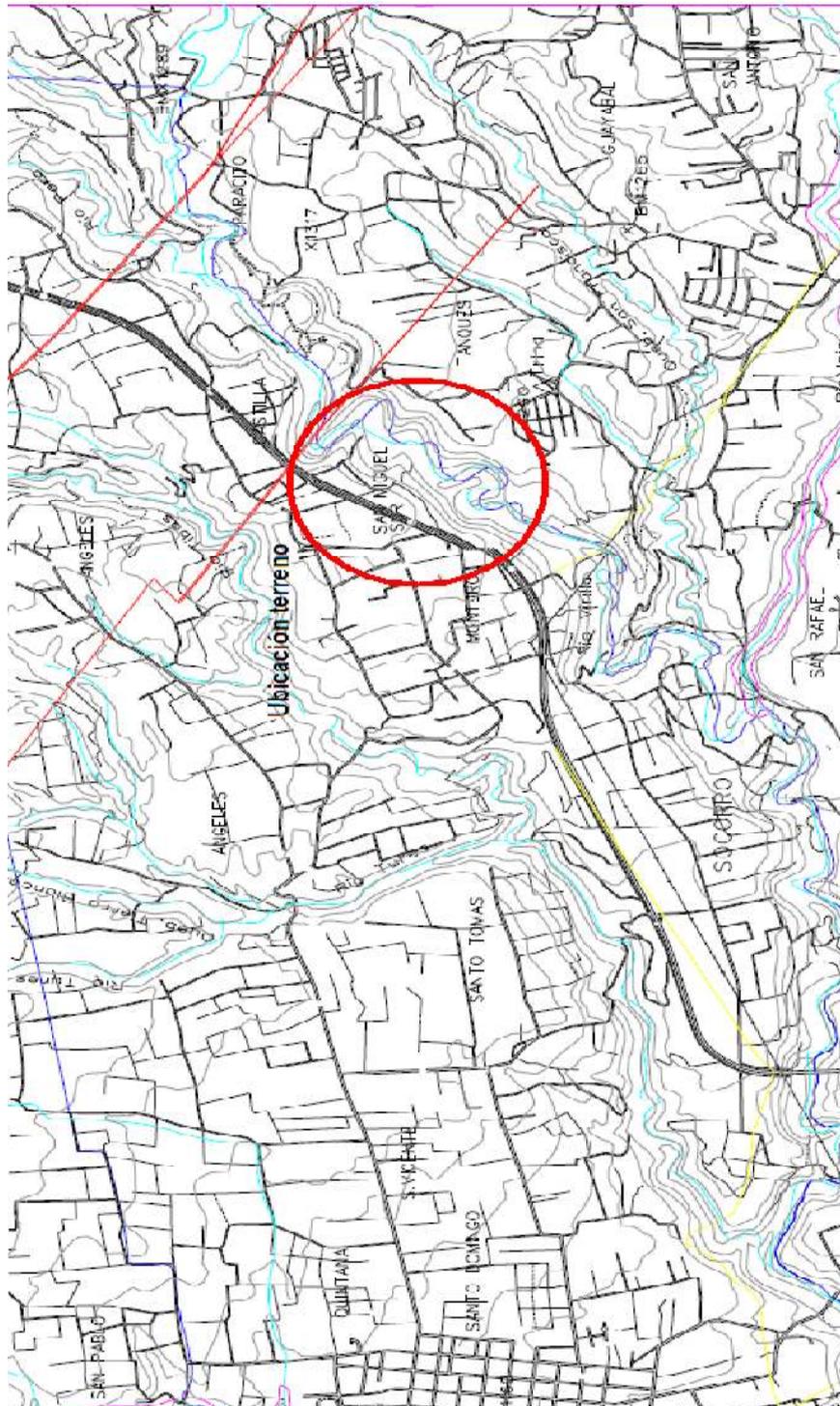
Anexo 4. Mapa usos de suelo actual de la zona.
Fuente: MIVAH.

Anexo 5. Plano Catastro de la propiedad.

Anexo 6. Estudio de suelos específico (SPT y capacidad soportante)

Anexo 7. Diagrama Procedimiento Ambiental

Anexo 8. Plano (Distribución de Sitio)



FUENTES DE INFORMACION:
 COMISION NACIONAL DE PREVENCION DE RIESGOS
 Y ATENCION DE EMERGENCIAS, 2000
 PROYECTO MIRVYS, U.C.R. / U.N.A. / RECOPE / ICE.
 BASE GEOGRAFICA
 HOJAS TOPOGRAFICAS CUBIJOUL, PAVAS, ESCAZU, URICHÉ, SANTO DOMINGO
 TORRES, PARA, SAN ISIDRO, MORAVIA, ESCALA 1:10.000
 PROYECCION LAMBERT, ESFEROIDE CLARKE 1866

LEYENDA

	RED IVA		GEOLÓGICO
	RÍOS Y QUEBRADAS		FALDAS GEOLÓGICAS
	ÁREAS SUCEPTIBLES A INUNDACION		ÁREAS SUCEPTIBLES A INESTABILIDAD DE LIXENS



Anexo 1

Anexo 2. LEGISLACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES

A continuación se hará descripción de las leyes y normas las cuales se deberán tomar en cuenta para llevar a cabo el proyecto, que de una u otra forma afectarán o pondrán restricciones a la utilización del suelo al fin que se le pretende.

Ley	Nº Artículo	Contenido
Ley de Aguas	145	Medidas referentes a la conservación de los árboles, especialmente aquellos ubicados sobre en los márgenes del río y los que se encuentran en las nacientes de aguas con el fin de disminuir las aguas.
	148	Los propietarios de terrenos atravesados por ríos, arroyos o aquellos en los cuales existan manantiales, en cuyas vegas o contornos hayan sido destruidos los bosques que les servían de abrigo, están obligados a sembrar árboles en las márgenes de los mismos, a una distancia no mayor de cinco metros de las aguas, en todo el trayecto y su curso, comprendido en la respectiva propiedad.
	150	Se prohíbe destruir, tanto en los bosques como en los terrenos particulares, los árboles situados a de cinco metros de los ríos o arroyos que discurran por sus predios
	151	La infracción a lo dispuesto en los artículos anteriores obliga al infractor a reponer los árboles destruidos y lo sujeta a infracciones colaterales. Además, la infracción será causa suficiente para que pueda procederse a la expropiación de las fajas de terreno en los anchos expresados en el artículo anterior, o a uno y otro lado del curso del río o arroyo en toda su extensión.
Ley Orgánica Ambiental No 7554	17	Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental.
	18	La aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental, deberá gestionarse ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental; estas evaluaciones deberán ser realizadas por un equipo interdisciplinario de profesionales, inscritas y autorizadas por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, de conformidad con las guías elaboradas por ella. El costo de las evaluaciones de impacto ambiental correrá por cuenta del interesado.
	20	La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) dará seguimiento al cumplimiento de las resoluciones de evaluación de impacto ambiental por medio de medios e instrumentos idóneos. En los casos de violación de su contenido, podrá ordenar la paralización de las obras, resultando directa y solidariamente responsable el interesado, el autor del estudio y quienes lo aprueben, por los daños que causen.
	21	En obras o proyectos que requieran la evaluación de impacto ambiental, el SETENA fijará el monto de la garantía de cumplimiento de las obligaciones ambientales que deberá rendir el interesado. Esta garantía será hasta del uno por ciento (1%) del monto de la inversión, puede ser de dos tipos: a) Cumplimiento durante el diseño y la ejecución del proyecto. b) Funcionamiento para el período, que puede oscilar de cinco a diez años, dependiendo de impacto del proyecto y del riesgo de la población de sus alrededores.
	50	El agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés público.

Ley	Nº Artículo	Contenido
Ley Orgánica Ambiental No 7554	99	<p>Ante la violación de las normativas de protección ambiental o ante conductas dañinas al ambiente claramente establecidas en esta ley, la Administración Pública aplicará las siguientes medidas protectoras y sanciones:</p> <p>a) Advertencia mediante la notificación de que existe un reclamo. b) Amonestación acorde con la gravedad de los hechos violatorios y una vez comprobados. c) Ejecución de la garantía de cumplimiento, otorgada en la evaluación de impacto ambiental. d) Restricciones, parciales o totales, u orden de paralización inmediata de los actos que originan la denuncia. e) Clausura total o parcial, temporal o definitiva, de los actos o hechos que provocan la denuncia. f) Cancelación parcial, total, permanente o temporal, de los permisos, las patentes, los locales o las empresas que provocan la denuncia, el acto o el hecho contaminante o destructivo. g) Imposición de obligaciones compensatorias o estabilizadoras del ambiente o la diversidad biológica. h) Modificación o demolición de construcciones obras que dañen el ambiente. i) Alternativas de compensación de la sanción, como recibir cursos educativos oficiales en materia ambiental; además, trabajar en obras comunales en el área del ambiente.</p>
	101	<p>Los causantes de las infracciones a la presente ley o a las que regulan la protección del ambiente y la diversidad biológica, sean personas físicas o jurídicas, serán civil y solidariamente responsables por los daños y perjuicios causados. Solidariamente, también responderán los titulares de las empresas o las actividades donde se causen los daños, ya sea por acción o por omisión. Igual responsabilidad corresponderá a los profesionales y los funcionarios públicos que suscriban una evaluación de impacto ambiental contra las disposiciones legales o las normas técnicas imperantes o no den el seguimiento debido al proceso, originando un daño al ambiente o a la diversidad biológica.</p>
Ley Forestal No 7575	33	<p>Se declaran áreas de protección inciso b) donde se menciona: Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.</p>
Ley General de la Salud No 5395	293	<p>Toda persona natural o jurídica queda obligada a emplear el máximo de su diligencia en el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias o de los pedidos especiales que ordene la autoridad competente, a fin de evitar o controlar la contaminación atmosférica y del ambiente de los lugares destinados a la vivienda, trabajo o recreación.</p> <p>Se entiende por contaminación de la atmósfera el deterioro de su pureza por la presencia de agentes de contaminación, tales como partículas sólidas, polvo, humo, vapor, gases, materias radiactivas y otros, que el Ministerio defina como tales, en concentraciones superiores a las permitidas por las normas de pureza del aire aceptadas internacionalmente y declaradas oficiales por el Ministerio. Se estima contaminación del aire, para los mismos efectos, la presencia de emanación o malos olores que afecten la calidad del ambiente, perjudicando el bienestar de las personas.</p>
	294	<p>Queda prohibido a toda persona física o jurídica la descarga, emisión o emanación de contaminantes atmosféricos de naturaleza y en proporciones prohibidas, resultantes de sus actividades personales, industriales, comerciales que cause o contribuya a la contaminación atmosférica.</p>
	295	<p>Queda prohibido a toda persona física o jurídica la descarga, emisión o emanación de contaminantes atmosféricos de naturaleza y en proporciones prohibidas, resultantes de sus actividades personales, industriales, comerciales que cause o contribuya a la contaminación atmosférica.</p>

Ley	Nº Artículo	Contenido
Ley Orgánica del Ministerio de Salud No 5412	48 bis	Las personas físicas o jurídicas, privadas o públicas, que requieran permisos o autorizaciones del Ministerio de Salud relativos al control de los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que afecten el ambiente humano, contribuirán económicamente con el pago del servicio, conforme a las normas que dicte ese Ministerio y con las limitaciones establecidas en la Ley de la Administración Financiera de la República.
Reglamento de Construcciones	X2	La ubicación de establecimientos industriales se hará de acuerdo con el Reglamento de Zonificación del Plan Regulador y en su defecto, donde lo indiquen el Ministerio de Salud y el INVU.
	X3	La cobertura máxima será de un sesenta por ciento del área del lote. El retiro frontal será el indicado en el Plan Regulador o, en su defecto, el que indique el Ministerio de Salud o el INVU. Los retiros laterales y posterior serán de seis metros.
Reglamento sobre Higiene Industrial	4	Se consideran como inofensivos los establecimientos industriales que no causen ni puedan causar daños o molestias al vecindario o a las personas que en ellos trabajan. Se estimará, particularmente, como fuente de eventuales molestias el número de trabajadores, si con él se altera significativamente la afluencia de personas al sector y el tránsito de vehículos.
	5	Se consideran incómodos los establecimientos industriales que sin ser insalubres ni peligrosos, generan molestias manifiestas al vecindario o a las personas que en ellos trabajan, por ruidos, trepidaciones, humo, malos olores, cambios sensibles de temperatura, luces, polvo, gases, humedad u otros inconvenientes.
	6	Son incómodos por sonido cuando estos se perciban en el interior de las habitaciones vecinas con una intensidad mayor de sesenta y cinco decibeles (A), desde las seis hasta las dieciocho horas y mayor de cuarenta decibeles (A) en las restantes doce horas. La División de saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud, establecerá los procedimientos de acuerdo a las normas establecidas para efectuar las pruebas de medición en el momento en que estime conveniente
	7	Se entiende que existe incomodidad por trepidaciones; cuando éstas se transmiten en forma molesta, a juicio del Ministerio, a las habitaciones vecinas.
	8	La incomodidad por cambios sensibles de temperatura, provendrá de modificaciones de la temperatura en habitaciones vecinas superiores o inferiores a dos grados centígrados.
	9	Los establecimientos son incómodos por luces cuando éstas siendo constantes o intermitentes, iluminan el interior de las habitaciones vecinas.
	10	Se entenderá que existe incomodidad por polvo, chispas, humo o vapores, cuando estos elementos penetren en las habitaciones vecinas o ensucian muros o techos
11	Se considerará que existe incomodidad por olores, cuando estos invaden las habitaciones vecinas.	

REGULACIÓN AMBIENTAL PARA LA PRODUCCION DE CONCRETO PREMEZCLADO

Ley	Nº Artículo	Contenido
	275	Queda prohibido a toda persona natural o jurídica contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o desechos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación.
	276	Sólo con permiso del Ministerio podrán las personas naturales o jurídicas hacer drenajes o proceder a la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos u otros que puedan contaminar el agua superficial, subterránea, o marítima, ciñéndose estrictamente a las normas y condiciones de seguridad reglamentarias y a los procedimientos especiales que el Ministerio imponga en el caso particular para hacerlos inocuos.
	278	Todos los desechos sólidos que provengan de las actividades corrientes personales, familiares o de la comunidad y de operaciones agrícolas, ganaderas, industriales o comerciales, deberán ser separados, recolectados, acumulados, utilizados cuando proceda y sujetos a tratamiento o dispuestos finalmente, por las personas responsables a fin de evitar o disminuir en lo posible la contaminación del aire, del suelo o de las aguas.
Ley General de la Salud No 5395	281	Las empresas agrícolas, industriales y comerciales, deberán disponer de un sistema de separación y recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos provenientes de sus operaciones, aprobado por el Ministerio cuando por la naturaleza, o cantidad de éstos, no fuere sanitariamente aceptable el uso del sistema público o cuando éste no existiere en la localidad.
	291	Queda prohibido descargar residuos industriales y de establecimientos de salud en el alcantarillado sanitario sin autorización previa de la autoridad de salud y sin cumplir las instrucciones que ésta pueda ordenar para hacerlos inocuos, a fin de precaver cualquier daño al sistema de desagüe, o evitar la contaminación de las fuentes o cursos de agua; del suelo y del aire, o cualquier otro riesgo para la salud humana que se derive de la evacuación final inadecuada de los desagües.
	292	Queda prohibido en todo caso la descarga de las aguas negras, de las aguas servidas y de residuos industriales al alcantarillado pluvial. El Ministerio que da facultado para restringir, regular, o prohibir la eliminación de productos sintéticos no biodegradables a través de los sistemas de recolección de excretas, aguas negras y servidas.
	294	Se entiende por contaminación de la atmósfera para los efectos legales y reglamentarios, el deterioro de su pureza por la presencia de agentes de contaminación, tales como partículas sólidas, polvo, humo, vapor, gases, materias radiactivas y otros, que el Ministerio defina como tales, en concentraciones superiores a las permitidas por las normas de pureza del aire aceptadas internacionalmente y declaradas oficiales por el Ministerio. Se estima contaminación del aire, para los mismos efectos, la presencia de emanación o malos olores que afecten la calidad del ambiente, perjudicando el bienestar de las personas. Será asimismo considerada como contaminación atmosférica la emisión de sonidos que sobrepasen las normas aceptadas internacionalmente y declaradas oficiales por el Ministerio.

Ley	N° Artículo	Contenido
Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	295	<p>Para efectos del presente Reglamento, se clasificará el reuso de aguas residuales según los siguientes tipos:</p> <p>Tipo 1: REUSO URBANO Riego de todo tipo de zonas verdes (campos de golf, parques, cementerios, etc.), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios, y otros usos con similar acceso o exposición al agua.</p> <p>Tipo 2: RIEGO CON ACCESO RESTRINGIDO Cultivo de césped, silvicultura, y otras áreas donde el acceso del público es prohibido, restringido o poco frecuente.</p> <p>Tipo 3: REUSO AGRICOLA EN CULTIVOS DE ALIMENTOS QUE NO SE PROCESAN COMERCIALMENTE Riego superficial o por aspersión, de cualquier cultivo comestible, incluyendo aquellos que se consumen crudos.</p> <p>Tipo 4: REUSO AGRICOLA EN CULTIVOS DE ALIMENTOS QUE SE PROCESAN COMERCIALMENTE Estos cultivos son aquellos que, previo a su venta al público, han recibido el procesamiento físico o químico necesario para la destrucción de los organismos patógenos que pudieran contener.</p> <p>Tipo 5: REUSO AGRICOLA EN CULTIVOS NO ALIMENTICIOS Riego de pastos para ganado lechero, forrajes, cultivos de fibras y semillas, y otros cultivos no alimenticios.</p> <p>Tipo 6: REUSO RECREATIVO Contacto incidental (pesca, canotaje, etc.) y contacto primario con aguas recuperadas.</p> <p>Tipo 7: REUSO PAISAJISTICO Aprovechamientos estéticos donde el contacto con el público no es permitido, y dicha prohibición esté claramente rotulada.</p> <p>Tipo 8: REUSO EN LA CONSTRUCCION Compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales, producción de concreto.</p>
	39	<p>Se prohíbe el vertido de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y de tanques sépticos a los cuerpos de agua. Para estos efectos regirán las disposiciones que al respecto emita el Ministerio de Salud.</p>

**LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA EL VERTIDO DE AGUAS
RESIDUALES AL ALCANTARILLADO SANITARIO**

Parámetro	Límite máximo
DBO _{5,20}	300 mg/l
DQO	1000 mg/l
- Sólidos suspendidos	500 mg/l
Sólidos disueltos	1500 mg/l
Sólidos sedimentales	1 ml/l
Grasas/aceites	100 mg/l
Potencial hidrógeno	6 a 9
Temperatura	T ≤ 40 °C
Mercurio	0,01 mg/l
Arsénico	0,5 mg/l
Cadmio	0,1 mg/l
Cromo	2,5 mg/l
Cianuro	2 mg/l
Cobre	2 mg/l
Plomo	0,5 mg/l
Fenoles y cresoles	5 mg/l
Níquel	2 mg/l
Zinc	10 mg/l
Plata	3 mg/l
Selenio	3 mg/l
Sulfatos	500 mg/l
Fluoruros	10 mg/l
Cloruros	500 mg/l
Sustancias activas al azul metileno	10 mg/l
Sumatoria de los compuestos organofosforados	0,1 mg/l
Sumatoria de los carbamatos	0,1 mg/l
Sumatoria de los compuestos organoclorados	0,05 mg/l

**LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA EL VERTIDO DE AGUAS
RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA**

Parámetro	Límite máximo
Grasas/ aceites	30 mg/l
Potencial hidrógeno	5 a 9
Temperatura	15 °C \neq 40 °C
Sólidos sedimentales	1 ml/l
Materia flotante	ausente
- Mercurio	0,01 mg/l
Aluminio	5 mg/l
Arsénico	0,1 mg/l
Bario	5 mg/l
Boro	3 mg/l
Cadmio	0,1 mg/l
Cloro residual	1 mg/l
Color	50
Cromo	1,5 mg/l
Cianuro total	1 mg/l
Cianuro libre	0,1 mg/l
Cianuro libre en el cuerpo de agua, fuera del área de mezcla	0,005 mg/l
Cianuro disociable en ácido débil	0,5 mg/l
- Cobre	0,5 mg/l
Plomo	2 mg/l
Fenoles	1 mg/l
Níquel	1 mg/l
Zinc	5 mg/l
Plata	1 mg/l
Selenio	0,05 mg/l
Sulfitos	1 mg/l
Sulfuros	25 mg/l
Fluoruros	10 mg/l
Sumatoria de compuestos organofosforados	0,1 mg/l
Sumatoria de carbomatos	0,1 mg/l
Sumatoria de compuestos organoclorados	0,05 mg/l
Sustancias activas al azul metileno	2 mg/l

**LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA
EL REUSO DE AGUAS RESIDUALES**

Tipo de reuso	DBO _{5,20}	Parámetros	Coliformes Fecales (1)
Tipo 1	40		< 100
Tipo 2	-----		< 1000
Tipo 3	-----		< 100
Tipo 4	-----		< 1000 (2)
Tipo 5	-----		(3)
Tipo 6 (4)	40		1000
Tipo 7	40	-----	
Tipo 8	-----	100	

Notas:

- 1 Los análisis microbiológicos se practicarán en una muestra compuesta de al menos seis muestras simples distribuidas en el período diario de reuso. Los resultados se reportarán en unidades consistentes con el método de análisis empleado.
- 2 El riego debe cesar dos semanas antes de la cosecha.
- 3 Debe evitarse el pastoreo del ganado lechero durante quince días siguientes a la finalización del riego. Si no se respeta este período, la concentración de coliformes fecales no deberá exceder los 1000/100ml.
- 4 El agua reusada no debe ser irritante para la piel o los ojos. El agua reusada debe ser clara, y no debe presentar olores molestos ni contener sustancias tóxicas por ingestión.

No.25902-MIVAH-MP-MINAE

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA
LA SEGUNDA VICEPRESIDENTA DE LA REPUBLICA
MINISTRA DE VIVIENDA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS
EL MINISTRO DE LA PRESIDENCIA
Y EL MINISTRO DEL AMBIENTE Y DE ENERGIA.

A continuación un extracto del decreto:

DECRETAN:

Artículo 1-Modificar la tercera parte del Plan Regional de Desarrollo Urbano, o Instrumentos Legales, publicado en "La Gaceta" número 119 del veintidós de junio de mil novecientos ochenta y dos y que fuera decretado por medio del Decreto Ejecutivo No. 13583-VAH-OFIPLAN, del tres de mayo de mil novecientos ochenta y dos, publicado en "La Gaceta" número 95 del dieciocho de mayo de 1982, para que en lo sucesivo se lean así:

Artículo 1-Se establece un "Area de Control Urbanístico" sobre la cual se aplicarán las disposiciones del presente Decreto, y que estará compuesta por los distritos de las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago que a continuación se indican, siempre y cuando los Gobiernos Municipales no hayan promulgado sus propios Reglamentos de Planificación y Desarrollo Urbano de conformidad con los artículos 169 de la Constitución Política y el artículo 15 de la Ley de Planificación Urbana.

Provincia	Cantón	Distrito	Provincia	Cantón	Distrito
San José	Montes de Oca	San Rafael	Heredia	Heredia	Heredia
	Goicoechea	Rancho Redondo		Barva	San Pedro
Alajuela	Alajuela	Carrizal			San Pablo
		San Isidro			San José de la Montaña
		Sabanilla		San Miguel	
		Tambor		Santo Domingo	Paracito
	Atenas	Tures			
	Barrio los Ángeles	Pará			
	Poás	San Rafael			Santa Bárbara
		Carrillos		San Pedro	
Sabana Redonda		San Juan			
Cartago	Cartago	Tierra Blanca		Jesús	
		Llano Grande		Santo Domingo	
	Paraíso	Santiago		Purabá	
		Orosí		San Rafael	Los Ángeles
		Cachí			Concepción
	Alvarado	Cervantes		San Isidro	San Isidro
		Capellades			San José
	Oreamuno	Cot			Concepción
		Potrero Cerrado			San Francisco
		Cipreses			
Santa Rosa					

Artículo 4-En la Zona Especial de Protección sólo se permitirán las siguientes construcciones:

4.1 Una vivienda por finca para uso del propietario o los propietarios y otras construcciones necesarias para uso o servicios de las fincas.

4.2 Actividades directamente relacionadas con la actividad agropecuaria local.

4.3 Servicios estatales, infraestructura de redes nacionales y municipales, tales como redes eléctricas, agua, oleoductos y telecomunicaciones.

4.4 Clubes campestres siempre que no incluyan vivienda permanente, hoteles, servicios locales de culto, comerciales y profesionales, establecimientos educacionales privados y organismos internacionales. Las actividades reguladas en este inciso se permitirán siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

4.4.1 Localización frente a calles públicas que cuenten con todos los servicios.

4.4.2 Altura de edificación: Menor de doce metros o tres pisos. Se podrán aceptar alturas mayores, siempre y cuando cumplan con los siguientes retiros:

4.4.3 Retiros Mínimos. Para alturas inferiores o iguales a doce metros o tres pisos: veinte metros. Para alturas mayores a doce metros: adicionales a los veinte metros señalados. se deberá dejar diez metros por cada piso en exceso

4.4.4 Area mínima: Para clubes campestres y hoteles se requerirá un área de cinco hectáreas. Para los demás usos se requerirá un área de dos hectáreas.

4.4.5 Cobertura: Hasta un diez por ciento.

4.4.6 Densidad Hotelera: 12 habitaciones por hectárea.

4.5 Industrias o actividades industriales de tipo inofensivo o incómodas, como se definen en los artículos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 del Reglamento sobre Higiene Industrial vigente. Las de tipo incómodo, se permitirán siempre que las posibles molestias sean confinables en la propiedad en que se pretenda ubicar la industria, mediante requisitos constructivos especiales o de cualquier otro tipo que establezca el Ministerio de Salud.

Las industrias o actividades industriales incómodas con molestias confinables en la propiedad, sólo se permitirán cuando cumplan con lo siguiente:

4.5.1 Los requisitos estipulados en el artículo 2 del Reglamento de Zonificación Parcial de Areas Industriales de la Gran Area Metropolitana.

4.5.2 Estar frente a vías nacionales clasificadas como primarias, secundarias o terciarias.

4.5.3 Altura de edificación: Menor de doce metros o tres pisos. Se podrán aceptar alturas mayores. siempre y cuando cumplan con los siguientes retiros:

Retiros Mínimos. Para alturas inferiores o iguales a doce metros o tres pisos: veinte metros. Para alturas mayores a doce metros: adicionales a los veinte metros señalados, se deberá dejar diez metros por cada piso en exceso.

4.5.4 Area mínima: se requerirá un área mínima de cinco hectáreas.

4.5.5 Cobertura: Hasta un diez por ciento.

4.5.6 Cuando no colinden por ninguno de sus linderos con viviendas y no se ubiquen contiguo a zonas residenciales de alta densidad, así definidas en el Reglamento de Zonificación de la Gran Area Metropolitana.

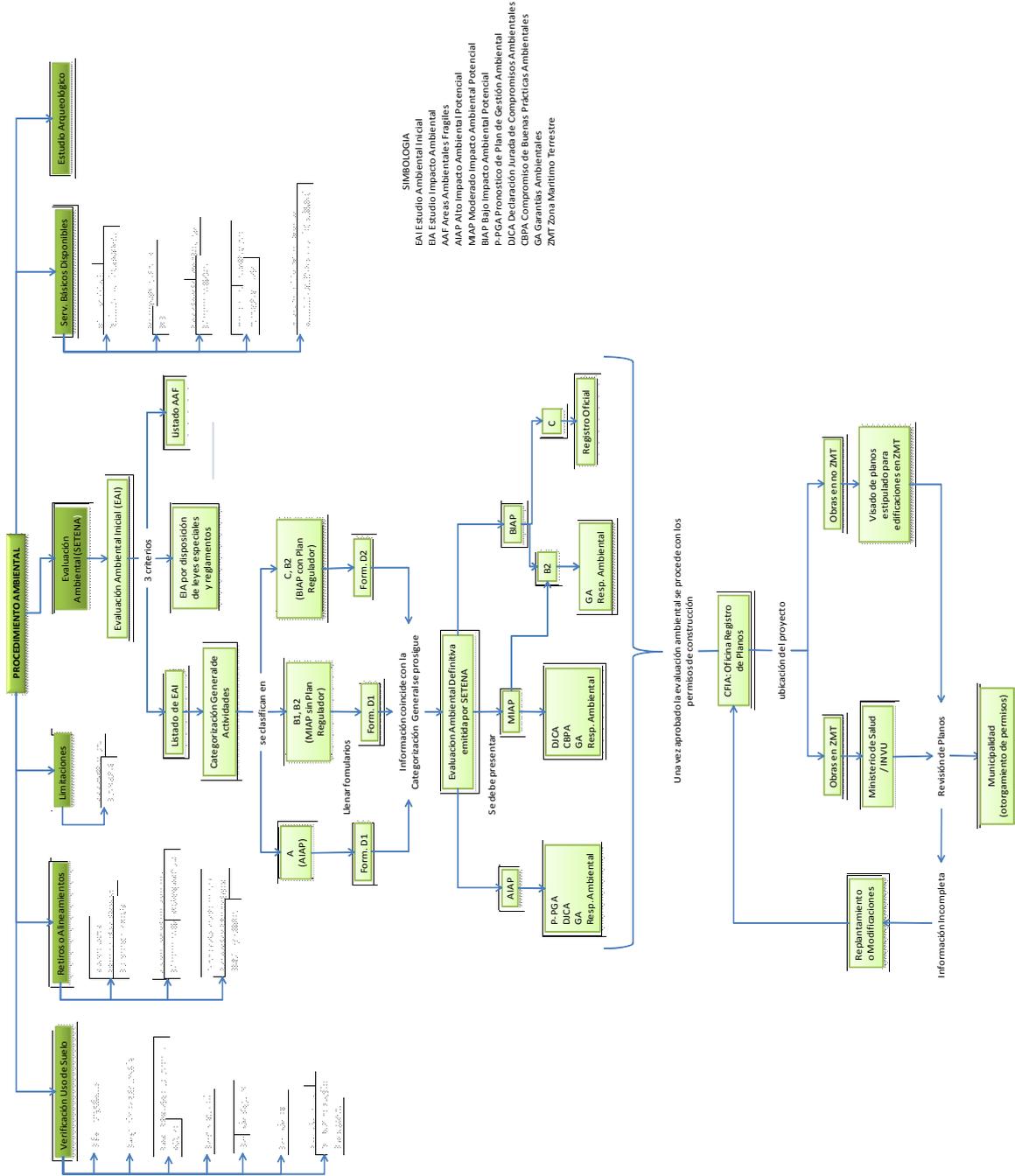
4.5.7 La calificación de la industria o actividad industrial deberá ser efectuada por el Departamento de Seguridad e Higiene Industrial del Ministerio de Salud. El permiso de ubicación será extendido por la Dirección de Urbanismo del INVU, teniendo a la vista el dictamen positivo de clasificación otorgado previamente por el Ministerio de Salud.

Anexo 3.

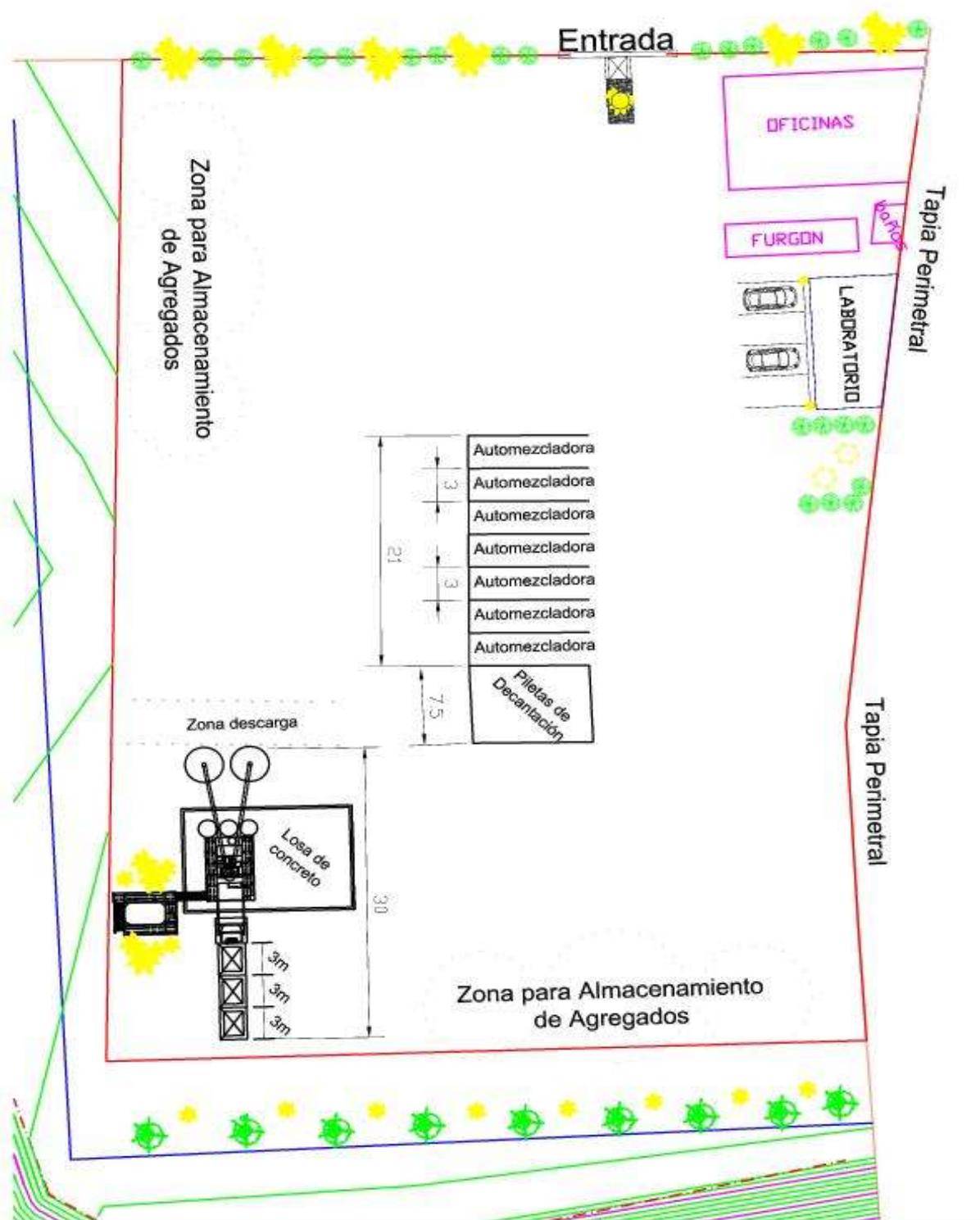
Nivel sonoro vrs Fuente de Sonido

Efecto en los seres humanos	Nivel sonoro en dB(A)	Fuente del sonido
Sumamente lesivo	140	Motor de aparato a reacción Remachadora
	130	
-----		UMBRAL DEL DOLOR
Lesivo	120	Avión a hélice
	110	 Perforadora de rocas Sierra mecánica Taller de metalistería
	100	
	90	 Camión
Peligroso	80	Calle con mucho tráfico
Impide hablar	70	 Automóvil de turismo
Irritante	60	Conversación normal
	50	Conversación en voz baja
	40	 Música emitida por radio a bajo volumen
	30	Susurros
	20	Piso tranquilo de una ciudad
	10	 Susurro de hojas
-----		UMBRAL DE LA AUDICIÓN
	0	

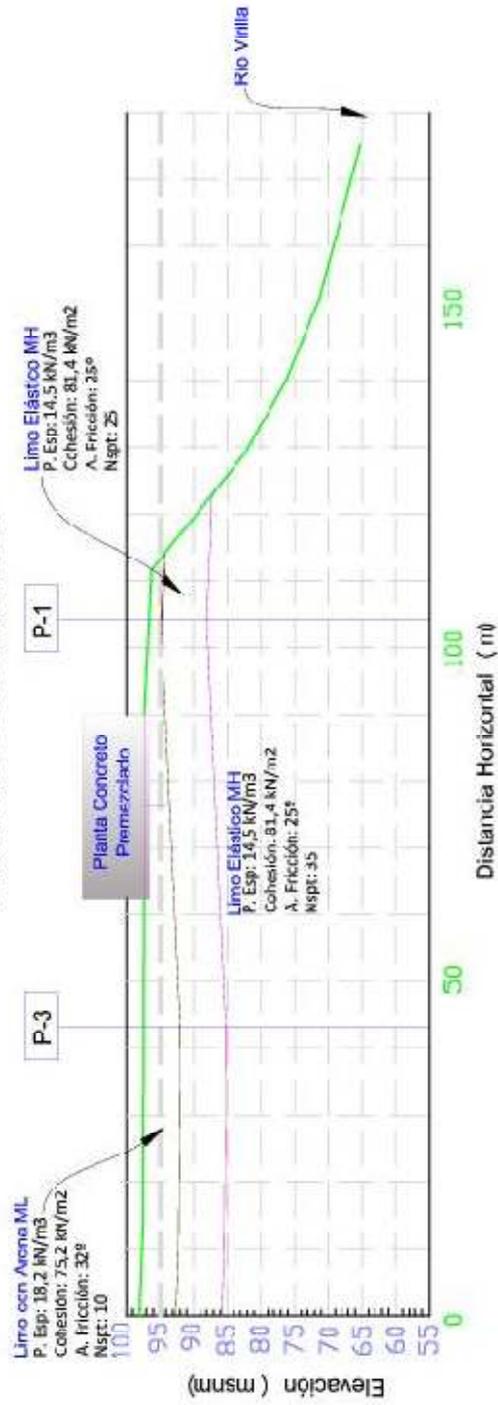
Anexo 7



Anexo 8.



Modelo Geotécnico



/~

Referencia

- Bowles E. Joseph. 1997. **FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN**. Editorial McGraw Hill Companies.
- Braja M. Das. 2001. **FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA**. Cengage Learning Editores S.A.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. 2002 **CODIGO SISMICO DE COSTA RICA**. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. 2009. **CODIGO DE CIMENTACIONES DE COSTA RICA**. Segunda Edición. Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Crespo Villalaz. 2004. **MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES**. Quinta Edición. Editorial LIMUSA, SA de CV.
- Gordon A. Fletcher; Vernon A. Smoots **ESTUDIOS DE SUELOS Y CIMENTACIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION**. Primera Edición. Editorial LIMUSA Mexico.
- Graux Daniel. 1970 **FUNDAMENTOS DE MECANICA DE SUELOS. PROYECTO DE MURO Y CIMENTACIONES**. Tomo 1: Geología Aplicada. Editores Técnicos Asociados S.A
- Tapia Balladares, M. 2006. **DISEÑO GEOTÉCNICO**. Curso: mecánica de suelos II. Editorial Tecnológica
- Braja M. Dass. 1999. **PRINCIPIO DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES**. Mexico, Thomson Editores S.A
- Mora, R. 1998. Propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de los suelos de origen volcánico, en sitios seleccionados del Valle Central, Costa Rica. **REVISTA GEOLOGICA DE AMERICA CENTRAL**, 19: 81-98
- Percy. D. 1991. Estratigrafía de la región central de Costa Rica. **REVISTA GEOLOGICA DE AMERICA CENTRAL** 12:1-59
- Ley No. 6797 de 4 octubre de 1982, **CODIGO DE MINERIA**, Publicado en La Gaceta No. 230 de 3 de diciembre de 1984
- Setena, **GUÍA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN**, Resolución N° 1948-2008-SETENA
- Asamblea Legislativa, **LEY 7779 DE USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS**, 30 Mayo 1998
- Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC. **REGLAMENTO GENERAL SOBRE PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)** del 28 de junio del 2004.

