

# **Auditoria de Estado de los Caminos del Proyecto Celular GSM 400 K**



# Abstract

The present work was the result from the inspection to the built roads or improved for the access to the places of the project GSM 400 K of the ICE and awarded to the company Alcatel of Costa Rica.

The end of the work was the identification of the present deficiencies in the roads regarding that indicated in the planes approved by the one it HOISTS, and of the improvements that she/he should carry out the company Alcatel during the period of maintenance of the cells. With all the acquired information, it was made a format or insole for the inspection of the roads in future projects with the purpose of unifying the approaches of the professionals that you/they will carry out these works in the future.

The methodology used for the development of the work consisted on inspection visits to the different places, where she/he took a series of pictures of the observed deficiencies, with what a report was elaborated.

Of the obtained information you concludes that several of the aspects to solve are common among the cells, as they are it: banks, base of the road, nonfulfilment regarding that indicated in planes, inadequate pumpings, inefficient construction and not well defined natural gutters; which will be corrected during the period of maintenance of the cells.

Keywords: roads, banks, base, roadway surface.

# Resumen

El presente trabajo fue el resultado de la inspección a los caminos construidos o mejorados para el acceso a los sitios del proyecto GSM 400 K del ICE y adjudicado a la empresa Alcatel de Costa Rica.

El fin del trabajo fue la identificación de las deficiencias presentes en los caminos respecto a lo indicado en los planos aprobados por el ICE, y de las mejoras que debe realizar la empresa Alcatel durante el período de mantenimiento de las celdas. Con toda la información adquirida, se confeccionara un formato o plantilla para la inspección de los caminos en proyectos futuros con el propósito de unificar los criterios de los profesionales que realizarán éstas labores en el futuro.

La metodología empleada para el desarrollo del trabajo consistió en visitas de inspección a los distintos sitios, donde se tomó una serie de fotografías de las deficiencias observadas, con lo que se elaboró un informe.

De la información obtenida se concluye que varios de los aspectos a solucionar son comunes entre las celdas, como lo son: taludes, base del camino, incumplimiento respecto a lo indicado en planos, bombeos inadecuados, construcción ineficiente y cunetas rayadas con motoniveladora mal definidas; los cuales deberán ser corregidos durante el periodo de mantenimiento de las celdas.

Palabras claves: caminos, taludes, base, superficie de calzada.

# **Auditoria de Estado de los Caminos del Proyecto Celular GSM 400 K**

# **Auditoria de Estado de los Caminos del Proyecto Celular GSM 400 K**

ING. SERGIO MARTINEZ VILLAVICENCIO

Junio del 2004

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN



# Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo .....	2
Introducción .....	3
Metodología .....	4
Resultados.....	6
Zona Guanacaste .....	6
Zona Limón .....	12
Zona Puntarenas.....	16
Plantilla para Inspección de Caminos.....	25
Análisis de los resultados .....	27
Zona Guanacaste .....	27
Zona Limón .....	29
Zona Puntarenas.....	30
Plantilla para Inspección de Caminos.....	33
Conclusiones .....	35
Apéndices .....	36
Anexos .....	37
Glosario .....	38
Referencias.....	39

# Prefacio

La Ingeniería en Construcción se enfoca en la Administración de Proyectos mas que en el diseño de los mismos, esto sin descartar la gran contribución que como profesionales también podemos brindar en el diseño. Como parte de la administración de proyectos, uno de sus apartados primordiales es la inspección pues este apartado está directamente relacionado con lo más delicado y sensible de cualquier producto final: la calidad.

Es aquí donde se prepara y entrena el ojo del ingeniero en construcción mediante los trabajos de los cursos en proyectos reales de diversa magnitud y relevancia.

El presente trabajo se basa en la inspección y recolección de información de la situación actual de los caminos de acceso hacia las celdas de las torres del proyecto GSM 400 K del ICE.

El objetivo principal es identificar los aspectos a ser mejorados en los caminos de acceso realizados; o las mejoras hechas a los ya existentes y la posible solución a cada uno de ellos con el fin de que sean reparados durante el periodo de mantenimiento por parte de la empresa Alcatel, empresa adjudicada del proyecto.

Otra de las intencionalidades del presente trabajo es crear una plantilla o formato para la inspección de los caminos de proyectos futuros, basado en la experiencia adquirida y en la información recolectada a través de las visitas de campo.

Un agradecimiento a todas las personas que con sus diferentes aportes colaboraron en la realización de este documento. En especial un agradecimiento al Ing. Jorge Calderón Marín, Coordinador de la parte de Ejecución de Proyectos de Planificación de Red Móvil, y su colaborador en la área civil el Ing. Mauricio Domián; al Ing. Adrián Chaverri, profesor guía; al Téc. Carlos Urbina, asistente de ingeniería.

# Resumen ejecutivo

El proyecto GSM 400 K, fue la licitación emitida por el ICE y adjudicada a la empresa Alcatel de Costa Rica, para la construcción de 120 celdas

El proyecto GSM 400 K consistió en la construcción de radio bases celular, las cuales aportarían 400 mil líneas de la tecnología celular GSM (Global System Mobile, por sus siglas en inglés).

La construcción de las celdas se efectuó en dos modalidades: 1. en terrenos propiedad del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), donde ya se encontraban equipos o centrales telefónicas; 2. en sitios catalogados como nuevos, que son terrenos adquiridos por el ICE para la construcción de las celdas. La ubicación de los terrenos fue el resultado del sistema de red planteado por la empresa Alcatel.

La construcción de las celdas consta de las cimientos para las torres metálicas de tres y cuatro montantes, los pedestales para los equipos y obras menores para los centros de carga; además de la construcción de una malla tipo ciclón o muros en mampostería para definir el área de la celda y proteger los equipos.

En algunos casos, los sitios nuevos necesitaron la construcción de un camino de acceso hacia la torre tanto para poder construirla como para el acceso posterior a la construcción; en otros casos el camino ya existía, por lo que solo fue necesario mejorarlo. En cualquiera de los casos, el cartel de licitación exigía que cumpliera con especificaciones técnicas referentes al material utilizado para la conformación de la sub-base y de la base, además de la compactación de éstas, y de los trabajos típicos a la conformación de un camino como lo son las alcantarillas, cunetas, salidas de agua, etc.

Después de realizadas las obras en los sitios, la empresa Alcatel entregó al ICE los planos aceptados en primer instancia referentes

a los caminos, con la especificación de las obras efectuadas. Después de una inspección general a los sitios con caminos de acceso realizada 1 año después, se detectaron no conformidades de los caminos.

La dependencia mencionada elaboró una lista de los sitios que presentaron anomalías o defectos en los caminos, respecto a las especificaciones técnicas del cartel o lo indicado en los planos aprobados. Es aquí donde se centra la realización de la práctica y del trabajo que necesita el departamento de Planificación y Ejecución de Proyectos. Éstos caminos están en proceso de revisión y documentación, y no se aceptarán como obra terminada hasta que los pendientes detectados sean solucionados a satisfacción del ICE .

Para el presente trabajo, todos los caminos que se reportaron con problemas se visitaron para identificar los daños o defectos que presentaban de manera mas detallada, enriquecidas con la elaboración de un registro fotográfico, con el fin de que Alcatel los reparase en el período de mantenimiento.

De la información obtenida se concluyó que varios de los aspectos a solucionar son comunes entre las celdas, como lo son: taludes, base del camino, incumplimiento respecto a lo indicado en planos, bombeos inadecuados, construcción ineficiente y cunetas naturales mal definidas; los cuales deberán ser corregidos durante el período de mantenimiento de las celdas.

Finalmente, se elaboró una plantilla o formato con el que cualquier ingeniero pueda realizar en el futuro la inspección de los caminos sin dejar ningún punto relevante olvidado, esto gracias a la experiencia adquirida en este proyecto, y a las irregularidades presentadas.

# Introducción

La Sección de Obras Civiles y Ejecución de Proyectos, de la Dependencia de Planificación y Desarrollo de la Infraestructura de la UEN (Unidad Estratégica de Negocios) Servicios Móviles, fue la encargada de la supervisión de la infraestructura del proyecto GSM 400 K, que consistió en la construcción de 120 torres en sitios ICE o sitios nuevos adquiridos por el ICE.

La construcción de las celdas incluía los cimientos para la torre metálica, los pedestales para los equipos, los nichos para los centros de carga, la malla tipo ciclón para la protección del sitio, la construcción de caminos nuevos o mejoras a los existentes, con todas sus obras complementarias.

La dependencia mencionada elaboró una lista de los sitios que presentaron anomalías o defectos en los caminos, respecto a las especificaciones técnicas del cartel o lo indicado en los planos aprobados. Es aquí donde se centra la realización de la práctica y del trabajo que necesita el departamento de Planificación y Ejecución de Proyectos. Éstos caminos están en proceso de revisión y documentación, y no se aceptarán como obra terminada hasta que los pendientes detectados sean solucionados a satisfacción del ICE .

El objetivo general de éste informe es la inspección de los caminos de los sitios ICE existentes del proyecto GSM 400 K en las zonas de Guanacaste, Limón y zona sur (Puntarenas), con el fin de realizar una auditoría de estado en los caminos de acceso que van desde la vía pública hasta el inicio del lote ICE.

Se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Visitar las radio bases celulares en las zonas de Guanacaste, Limón y zona sur (Puntarenas), donde se han detectado deficiencias en los caminos de acceso. Hacer o realizar una auditoría del estado de la obra civil en dichos sitios. Determinar los trabajos adicionales o mejoras a realizar para el acondicionamiento de los mismos.

2. Inventariar las vías de acceso en las radio bases de las zonas de Guanacaste, Limón y la zona sur (Puntarenas), para actualizar los registros y detectar los pendientes adicionales de caminos por corregir durante el periodo de mantenimiento.
3. Elaboración de un informe resumido para el departamento de Planificación y Ejecución de Proyectos, de los aspectos observados y la solución propuesta.
4. Elaborar una plantilla o formato de forma que se trabaje con un mismo criterio de inspección con el que cualquier ingeniero pueda realizar la inspección de los caminos sin dejar ningún punto relevante olvidado, esto gracias a la experiencia adquirida en este proyecto, y a las irregularidades presentadas.

El informe que se presentó servirá al departamento como listado de pendientes, es decir, una lista de los aspectos catalogados como deficiencias en los caminos, los cuales deberán ser solucionados por la empresa adjudicada del proyecto, Alcatel. Hasta que éstos no sean resueltos a satisfacción del ICE, los caminos no serán aceptados como obra terminada.

# Metodología

El proyecto encomendado por la Sección de Obras Civiles y Ejecución de Proyectos fue una labor que consistió en el trabajo de campo y posteriormente el análisis y proceso de datos.

Éste trabajo corresponde a una de las labores o tareas que el departamento mencionado tenía en lista de proyectos a realizar, mas no se había podido realizar debido a la falta de personal.

Respecto al proyecto en cuestión, el Ing. Mauricio Domián, coordinador de la parte civil de la mencionada sección, tenía elaborada una lista de 56 sitios en los cuales se detectaban pendientes o aspectos deficientes en la construcción o mejoramiento de los caminos de acceso hacia las celdas.

Los sitios enlistados pertenecen a las zonas de Limón (LIM), Guanacaste (GUA), Puntarenas (PUN), Alajuela (ALA), San José (SJO-SJE) y Cartago (CAR).

Éste trabajo se limita a la inspección a los sitios de PUN, GUA y LIM.

Se recolectó para cada gira la información necesaria para la inspección:

1. Anteproyectos de los caminos a realizar o mejorar, aprobados por el ICE.
2. Planos de catastro de cada sitio.

Con los anteproyectos (planos) aprobados se identificaron los componentes del camino como las cunetas, cajas de registro, cabezales, desfuegos, lavaderos de concreto, conformación de la sub-base y base (estabilizada con cemento o no estabilizada), bombeos, etc.

Con los planos de catastro se identificó la localización del sitio, además se determinó si el camino hacia la celda era público o servidumbre de paso adquirida por el ICE.

Con la información recopilada se efectuaron las giras a las distintas zonas. En cada sitio se realizaron inspecciones de camino, teniendo como referencia el anteproyecto. Se comparó el estado real del camino con lo indicado en el plano entregado por Alcatel. Además de verificar contra plano, se realizó una

inspección visual del camino en general, para detectar cualquier otra anomalía o deficiencia en el camino para ser corregida en el período de mantenimiento.

De cada sitio se creó un registro fotográfico de apoyo a la inspección, registrando cada aspecto no concordante con el plano, defectos a corregir o mejoras a realizar al camino.



*Figura 1. Muestra el tipo de detalles que captan las imágenes correspondientes al registro fotográfico creado como soporte a los aspectos observados.*

Después de la labor de campo, mediante una hoja de Excel se tabuló la información adquirida creando una plantilla con los siguientes elementos:

1. Código del sitio.
2. Nombre del sitio.
3. Anteproyecto: si se cuenta con él o no.
4. Fecha en que se realizó la inspección.
5. Tipo de camino: servidumbre de paso o camino público.
6. Aspectos observados: no concordancia con planos, defectos o mejoras a tomar en cuenta.
7. Soluciones propuestas: a cada uno de los aspectos observados en el punto 6.

La figura 2 muestra la tabla creada para tabular la información adquirida de una forma ordenada y resumida; además es el documento que se entregará a la empresa Alcatel (concesionaria del proyecto GSM 400 K), como

resultado de las inspecciones y con el fin de que la misma realice los trabajos correspondientes para subsanar los defectos presentados o efectuar las mejoras a los caminos.

Código	Descripción	Ubicación	Estado	Observaciones	Recomendaciones
01-0001	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0002	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0003	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0004	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0005	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0006	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0007	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0008	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0009	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.
01-0010	Carretera	Carretera	Deficiente	Se observó un estado deficiente en el pavimento de la vía.	Se debe de programar la reparación de la vía en el periodo de mantenimiento que corresponde a esta actividad.

Figura 2. Muestra la tabulación realizada mediante una hoja de Excel para mostrar los datos obtenidos del trabajo de campo y oficina.

Finalmente se elaboró un formato o plantilla para la inspección de los caminos en los proyectos en que sea necesario la construcción de un acceso a la celda, o de realizar mejoras a un camino existente para que sea apto para el paso de cualquier vehículo, todo ello con la información adquirida en las inspecciones.

# Resultados

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos de la inspección a los caminos de las celdas de las provincias de Guanacaste, Limón y Puntarenas (zona sur). Éstos resultados presentan las inconformidades respecto a las especificaciones técnicas del cartel de licitación y a lo presentado en los planos aprobados a la empresa Alcatel.

La información que se presenta concuerda con la indicada en el informe-resumen entregado a la sección de Obras Civiles y Ejecución de Proyectos de la UEN Servicios Móviles.

## Zona Guanacaste

### GUA 010 Las Juntas Abangares

A lo largo del camino se presenta material desprendido de los taludes producto de la erosión, los cuales bloquean las cunetas y obstaculizan la calzada dificultando aún más el acceso a la celda, tal como se muestra en la figura GUA 010-1.



*Figura GUA 10-1. Material desprendido de los taludes*

El tramo de camino entre los puntos 14-19 (según derrotero del plano de camino), posee una curva con un radio muy cerrado la cual hace que el ascenso sea peligroso y con un alto grado de dificultad; además tiene la pendiente más crítica de todo el camino, pues posee una pendiente mayor al 25% y según las especificaciones técnicas de diseño debe tener una base mejorada con la adición de cemento.

El tramo entre los puntos 15-25 presenta erosión de la base provocando que en la superficie quede material granular suelto, lo que dificulta el acceso a la celda, ya de por sí difícil por la curva, como se muestra en las figuras GUA 010-2 y GUA 010-3.



*Figura GUA 010-2. Curva cerrada presente en el último tramo para llegar a la celda.*



*Figura GUA 010-3. Pendiente mayor al 25%.*

Otro aspecto detectado es la sección del talud entre los puntos 35-40, el cual está revestido en una parte con concreto, sin embargo el resto está expuesto, y es esta sección la que se erosiona socavando el revestimiento, como lo muestra la figura GUA 010-4.



*Figura GUA 010-4. Revestimiento socavado en el talud.*

## **GUA 013 Santa Rita**

Este sitio no posee un camino, es solo un acceso que se encuentra en buenas condiciones (sobre carretera); lo único que necesita es mantenimiento pues debe ser desyerbado, como se muestra en la figura GUA 013-1.



*Figura GUA 013-1. Acceso a celda, estrictamente no es un camino*

## **GUA 015 Quebrada Honda**

Según el plano aprobado por el ICE se debía construir un acceso hacia la celda desde la calle principal, mas no se hizo. Para tener acceso a la celda se utiliza un paso turístico dado que el sitio en donde se plantó la torre es una reserva ecológica y un mirador de aves. Por consiguiente, no se puede hacer un camino pues se cambiaría el paisaje drásticamente, en lugar de ello se mejorará el acceso existente, para lo cual la empresa Alcatel debe dar una propuesta, la cual quedará sujeta a la aprobación del ICE para su realización. El acceso que se encuentra hacia la torre se muestra en la figura GUA 015-1.



*Figura GUA 015-1. Paso de turismo ecológico utilizado para acceder a la celda.*

## GUA 021 Dirιά

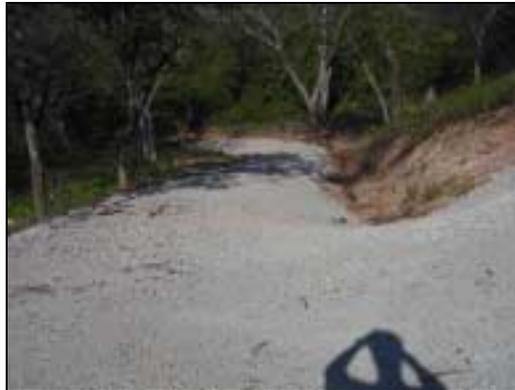
La sección del camino entre los puntos 65-81 (según derrotero), debiera ser un área de lastre mejorado con cemento según la indicación del plano de camino, pero en el sitio se encuentra otra situación, tal como se muestra en la figura GUA 021-1.



**Figura GUA 021-1.** Situación actual en sitio de una sección del camino que debiera estar con lastre-cemento.

El camino en la actualidad no posee la sub-base y base según las especificaciones del cartel para caminos, solo se presenta el camino producido por el corte, lo que provoca que las pendientes estén conformadas con el terreno natural del sitio, incluso las que poseen pendientes abruptas que debieran estar mejoradas con lastre-cemento.

Aproximadamente entre los puntos 131-149 según el derrotero, en el sitio se encuentra un camino cuya base es una cama de piedra suelta, la cual dificulta el acceso a la celda con vehículo, dado que patinan las llantas por la pendiente que presenta; pero en el plano se indica que el tramo entre los puntos 145-149 debe ser lastre mejorado con cemento.



**Figura GUA 021-2.** Tramo de camino con una cama de piedra suelta.

Las cunetas que se rayaron con motoniveladora debido al invierno pasado se encuentran dañadas y bloqueadas por material desprendido de los taludes. Los taludes no son uniformes a lo largo de todo el camino y en la mayoría del tramo tienen una inclinación vertical de casi 90 grados, que los hace inestables y susceptibles a la erosión hidráulica.



**Figura GUA 021-3.** Cunetas dañadas y derrumbes producto de la erosión de los taludes.

En el camino de acceso hacia la torre se encuentra un río que no presenta problema para cruzarlo en verano pero, dado los inviernos que se presentan en la zona, las corrientes y cantidad de agua que transporta el mencionado río obstaculizará la llegada a la celda.



*Figura GUA 021-4. Río que se ubica en el camino hacia la celda.*

## **GUA 025 Porozal**

El camino que funciona como servidumbre de paso, se encuentra muy erosionado en toda su longitud, tanto que se han formado cárcavas en la calzada dificultando el paso de vehículos, y tornando el trayecto peligroso.

El plano de caminos indica la existencia de cinco tramos del camino con una base mejorada con la adición de cemento, pero en el sitio no se encuentran éstos tramos.



*Figura GUA 025-1. Cárcavas originados por erosión.*

Como se observa en la figura GUA 025-1, los cárcava producto de la erosión tienen longitudes entre los 2 a 4 metros con profundidades de 50 centímetros o más, volviendo difícil y peligroso el acceso.

El sitio en donde se ubicó la torre es una loma por lo que se construyeron huellas de concreto en la pendiente hacia la entrada a la

celda. La dirección de las huellas de concreto está perpendicular al sentido longitudinal del camino, lo cual dificulta la entrada de los vehículos a las huellas.



*Figura GUA 025-2. Muestra las huellas de concreto a 90 grados respecto a la línea del camino.*

## **GUA 026 San Joaquín**

El camino hacia la celda se encuentra en buen estado, mas como lo muestra la figura GUA 026-1, dada la ubicación de la celda y la topografía del terreno aledaño a la misma, en época de invierno el terreno se inunda, como así lo recalcaron los habitantes de ésta zona, lo cual puede dañar la superficie de rodamiento, por lo que el oferente se encuentra en la obligación de realizar los trabajos pertinentes para reconformar el camino según las especificaciones técnicas.



*Figura GUA 026-1. Topografía plana del terreno.*

## GUA 028 San Miguel de Cañas

El camino de acceso hacia la celda se encuentra dentro del lote que fue adquirido por el ICE, mas no se está conformado según las especificaciones del cartel.



*Figura GUA 028-1. Camino mal conformado.*

recalcar que todos los sitios se construyen con referencia a los planos típicos, por lo que es en el sitio en donde se deben definir los elementos necesarios para un eficaz funcionamiento respecto a las condiciones particulares de cada lugar.



*Figura GUA 041-2. Pendiente del terreno con bombeo hacia el interior de la celda.*

## GUA 041 Palmira

Como se puede observar en la figura GUA 041-1, el camino se encuentra dentro del lote ICE, pero no está conformado como lo indican las especificaciones y planos.



*Figura GUA 041-1. Camino a celda mal conformado.*

La topografía del área alrededor de la celda posee una pendiente cuyo bombeo es hacia la celda, y por consiguiente hacia la vivienda junto a la celda, por lo que las aguas evacuan a través de la celda y del lote de la casa. Es importante

## GUA 047 Santa Rosa

La situación actual del acceso hacia la celda posee condiciones que son mejores o superiores a los requerimientos solicitados por el ICE. Además, el grupo ambiental del parque no permitió hacer el camino según las especificaciones técnicas, que como se mencionó anteriormente no son necesarias.



*Figura 047-1. El camino de acceso hacia la celda.*

## GUA 048 El Roble de Abangares

La base del camino en toda su longitud presenta material suelto, pero ello es crítico en el tramo entre los puntos 6-8 dado que posee una pendiente del 25% y, según el plano aprobado, en éste tramo se indica que la base debe ser mejorada con la adición de cemento dadas las especificaciones técnicas referentes a pendientes mayores o iguales al 25%.



*Figura GUA 048-1. Tramo del camino sin una base mejorada con cemento.*

Respecto al paso de aguas (vado de concreto), éste se debe alargar hasta la calle principal, desembocando en una caja de registro pluvial, pues el agua que colecta y canaliza a la salida está erosionando el tramo de propiedad privada que va desde el fin del vado hasta la cuneta de la vía pública.



*Figura GUA 048-2. Paso de aguas se debe alargarse hasta la calle principal.*

## GUA 052 Peñas Blancas

El tramo de camino entre los puntos 2 y 17 está conformado con un buen material y de acuerdo con la pendiente que presenta. Después de éste tramo entre los puntos 17 y 21 se colocó un material distinto al presente en el resto del camino, pues es un material fino, lo que incumple con las especificaciones técnicas en lo que a la base se refiere.



*Figura GUA 052-1. Material presente en el tramo de camino entre los puntos 2-17.*



*Figura GUA 052-2. Material fino en el tramo de camino entre los puntos 17-21.*

Las cunetas naturales no se encuentran bien conformadas y en varios tramos se hallan obstruidas. En la entrada al camino, junto a la Carretera Interamericana, las aguas no están bien encausadas hacia la cuneta de la vía principal.

# Zona Limón

## LIM 003 Guápiles

El camino de acceso a la celda se encuentra dentro del lote adquirido por el ICE. El camino no se encuentra conformado según las especificaciones técnicas sobre la compactación y la granulometría, pues se presenta una base con material suelto no compactado y de gran tamaño.



**Figura GUA 052-3.** Cunetas rayadas mal conformadas y obstruidas en varios tramos.



**Figura GUA 052-4.** Aguas mal encausadas a la cuneta de la vía principal.



**Figura LIM 003-1.** Camino no conformado según especificaciones técnicas.

En la alcantarilla de paso, en la salida de aguas se presenta socavación por caída del agua.



**Figura GUA 052-5.** Socavación a la salida de las aguas en la alcantarilla de paso.

## LIM 006 Cerro Titán

Las cunetas de medio tubo se encuentran bloqueadas o quebradas en sus bordes debido a que el camino está abierto al paso de ganado y ésta situación las expone a daños dado que el nivel del terreno está por debajo del borde de las cunetas.



**Figura LIM 006-1.** Cuneta de medio tubo quebrada por encontrarse el borde expuesto.



**Figura LIM 006-2.** Cuneta bloqueada en varios tramos.

El paso de aguas construido es angosto y se encuentra deteriorado por el tránsito y por su mala construcción.



**Figura LIM 006-3.** Paso de aguas deteriorado.

Según el plano aprobado, en el límite entre el fin del camino y la entrada a la celda, debe existir una alcantarilla prefabricada con rejilla metálica para recolectar las aguas que escurren por el camino, pero ésta estructura no está en sitio. Se observa además que la pendiente del terreno tiene su bombeo hacia el interior de la celda.



**Figura LIM 006-4.** Cuneta con rejilla metálica no construida en la entrada a la celda.



**Figura LIM 006-5.** Inclinación del terreno con pendiente hacia el interior de la celda.

Respecto al plano aprobado, en la entrada debe existir un cabezal y un lavadero de concreto, pero no se construyeron en el sitio.

El camino no cumple con la base y sub-base conforme a las especificaciones técnicas.

## LIM 010 Penshurt

Varios tramos de la cuneta existente se encuentran cubiertos por maleza, otras secciones se encuentran destruidas produciendo que el agua corra por el camino y no por la cuneta, erosionándolo.



*Figura LIM 010-1. Cuneta destruida que incide en la erosión del camino.*

Según el plano aprobado, el tramo de camino entre los puntos 7 y 24 debe ser mejorado con cemento, pero en la actualidad todo el camino se encuentra deteriorado con material suelto en toda su superficie, dificultando el acceso vehicular.



*Figura LIM 010-2. Camino con pendiente mayor a 25% con su base deteriorada.*

Los registros se encuentran bloqueados con material grueso en su interior, lo que podría ocasionar la obstrucción del paso del agua por la alcantarilla.



*Figura LIM 010-3. Material grueso depositado en el interior de los registros.*

Uno de los registros indicados en la planta del camino se encuentra construido inadecuadamente, tal como se observa en la figura LIM 010-4.



*Figura LIM 010-4. Registro construido inadecuadamente.*

## LIM 014 Puerto Viejo Limón

A la fecha, no se ha iniciado la construcción del camino. Se encuentra en proceso la construcción de la acometida eléctrica subterránea, y sobre ésta se construirá el camino en la misma servidumbre de acceso.

Actualmente el acceso a la celda es solo por un paso peatonal entre la montaña, tal como se muestra en la figura LIM 014-1.



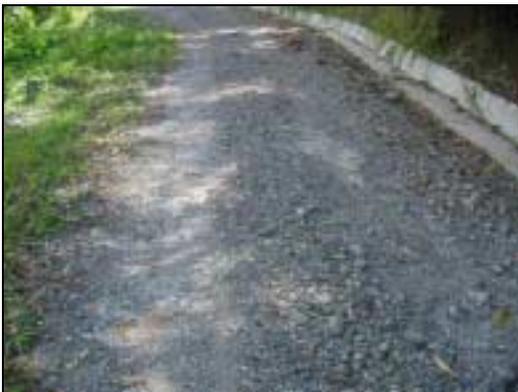
**Figura LIM 014-1.** Acceso peatonal a la celda.



**Figura LIM 017-2.** Desprendimiento de material en algunos tramos del talud.

## LIM 017 Siquirres

El tramo entre los puntos 27 y 45 según el plano aprobado, debe estar compuesto por lastre mejorado con cemento, pero el deterioro y la erosión presentes muestran que éste, al igual que el resto del camino, no cumplió con las especificaciones técnicas y que necesita ser mejorado.



**Figura LIM 017-1.** Deterioro del camino con base estabilizada.

En algunos tramos del talud se han dado desprendimientos de material que bloquean las cunetas debilitando la corona del talud izquierdo.

Respecto a las cajas de registro, éstas se encuentran con material grueso depositado en su interior debido al transporte por el agua.



**Figura LIM 017-3.** Caja de Registros con material grueso depositado en su interior.

## LIM 018 Parque Braulio Carrillo

El tramo de camino a partir de la carretera hacia el interior cuenta con cunetas de concreto en una sección, y el resto con cunetas naturales mal conformadas que no cumplen a cabalidad con su función recolectora y de evacuación de aguas, rastro de ello es la erosión del camino en sus bordes.



*Figura LIM 018 -1. Ausencia de cunetas.*

Según lo acordado con el MINAE no se han construido las jardineras; el vestíbulo del camino ni el portón de acceso al camino, puesto que la idea es que la entrada del camino no se vea cuando se va sobre carretera, por ser un parque nacional.



*Figura LIM 018-2. Entrada al camino visible.*

## Zona Puntarenas

### PUN 008 Salinas

El camino presenta una pendiente alta pero menor al 25%. En el sitio toda el área presenta material granular suelto, lo que provoca que el acceso con vehículos sea difícil, pues éstos patinan al subir; éste lastre sin compactar concuerda con lo indicado en los planos, mas no con las especificaciones técnicas del cartel, en lo

que a compactación de la superficie de rodamiento se refiere.



*Figura PUN 008-1. Material granular suelto en la superficie del camino.*



*Figura PUN 008-2. Pendiente pronunciada del camino, menor al 25%.*

Las cajas de registro a pesar de que evacúan el agua, no son funcionales, debido a que no cuentan con un elemento que detenga la corriente de agua, la cual toma velocidad debido a la pendiente del camino (quebra gradientes), por lo que no son aprobadas (aceptadas) y se les deben realizar las mejoras necesarias. Las cajas de registros ubicadas en la entrada del camino carecen de algún dispositivo que impida una posible caída en su interior, debido a que cerca de ellos se ubican viviendas con niños que podrían sufrir un accidente.



**Figura PUN 008-3.** Registro sin un elemento que detenga la corriente.



**Figura PUN 012-1.** Camino público deteriorado; agua que corre por las cunetas naturales erosiona la calzada.



**Figura PUN 008-4.** Registros sin dispositivo que impida la caída en su interior.

Los pasos de agua no cuentan con algún dispositivo que impida el recorrido de la corriente de agua por la cuneta, desviándola así por el paso y sea evacuada correctamente.



**Figura PUN 012-2.** Pasos de agua sin un dispositivo que impida que la corriente continúe por la cuneta.

## PUN 012 Malpaís

El camino hacia la celda es público. Éste se encuentra muy deteriorado por la erosión. Las cunetas naturales se encuentran obstruidas en varios tramos del camino y el agua que corre por ellas al chocar contra sus paredes la erosiona, provocando que el ancho del camino se disminuya.

En el tramo de camino público entre los puntos 62 y 64, la pendiente va en dirección hacia la celda, por lo que el agua evacua hacia su interior por la entrada y a un costado de ésta.



**Figura PUN 012-3.** Pendiente del camino hacia el interior de la celda.



**Figura PUN 013-2.** Cuneta rayada no definida correctamente.

## PUN 013 Montezuma

Al ingresar al camino hacia la celda, se encuentra una tubería de evacuación que proviene de la casa de habitación que se ubica a un costado del camino, pero éste no es un tipo de evacuación adecuado.



**Figura PUN 013-1.** Tipo de evacuación de aguas inadecuado.

La cuneta natural no se encuentra correctamente definida y la cuneta de concreto, al pie del talud, está mal construida puesto que su geometría impide la correcta recolección de las aguas.



**Figura PUN 013-3.** Cuneta de concreto con geometría que no cumple su función recolectora de aguas.

El tramo de camino entre los puntos 11-12, se encuentra con material suelto, el cual dificulta el ascenso de vehículos.



**Figura PUN 013-4.** Base del camino con material suelto.

## PUN 016 Lepanto

En lo que al camino se refiere, éste se encuentra dentro del lote adquirido por el ICE. Como se puede observar en la siguiente figura, dada la topografía del sitio, ésta área tiende a inundarse en época de invierno, por lo que el oferente se encuentra en la obligación de realizar las obras pertinentes para reparar el camino en caso de que se dañe.



*Figura PUN 016-1. Celda ubicada en una planicie a nivel del mar.*

## PUN 020 Cambronero

A la fecha, aún se encuentra material sobrante depositado en varios lugares cercanos a la celda.



*Figura PUN 020-1. Material sobrante no retirado del sitio.*

Las cunetas naturales no están bien definidas geoméricamente y son angostas.



*Figura PUN 020-2. Cunetas naturales que no se encuentran bien realizadas.*

El paso de aguas ubicado en el punto 55, está originando erosión del terreno pues el paso tiene poca longitud.



*Figura PUN 020-3. Paso de aguas con insuficiente longitud.*

A un costado del camino, se encuentra un poste cuya base está al lado de la cuneta, la cual al estar erosionándose, falsea el cemento del poste.

En los tramos del camino en que se tiene en los costados cuneta y talud, el bombeo se encuentra hacia el talud y no hacia la cuneta como debiera ser.

En varios tramos del camino se encuentran los taludes erosionados.

En el punto 13, según el derrotero del plano aprobado, se ubica un paso de aguas el cual, en la actualidad no está realizando ninguna función debido a que el agua está evacuando a través del camino entre los puntos 14 y 15,

originando un paso de aguas por la erosión producida, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura PUN 020-4. Rastro de sedimento depositado.

Como se puede observar en la figura PUN 020-4, los rastros de material fino se encuentran depositados a lo largo del paso, metros antes del de concreto.

El paso de aguas de concreto ubicado en el punto 115 se encuentra dañado en ambos extremos.



Figura PUN 020-5. Paso de agua dañado en ambos extremos.

## PUN 027 Matapalo

El camino se construyó y actualmente se encuentra deteriorado, por lo que se le debe recolocar la base correspondiente.



Figura PUN 027-1. Camino en zona inundable.

## PUN 031 El Brujo

Según el derrotero del plano de caminos, entre los puntos 16 y 20, el cual es el último tramo para llegar a la celda, un costado posee cuneta y el otro es la corona del talud, y el camino tiene el bombeo hacia el talud y no hacia la cuneta como lo indica el plano.

El plano indica que entre los puntos 14 y 20 debe haber una base estabilizada con la adición de cemento dado que en ésta sección la pendiente es del 25% aproximadamente, mas en el sitio se encuentra que en toda la longitud del camino solo se encuentra material granular suelto, el cual dificulta el acceso con el vehículo desde el punto 5, lugar en donde comienza a presentarse una pendiente mayor del 15%. El tramo más crítico con la situación de material suelto es entre los puntos 13 y 17, en el cual hay una curva muy cerrada con pendiente mayor al 25%.

En el lado interno de la sección comprendida entre los puntos 27-28 se ubica una caja de registro que carece de una tapa o rejilla metálica que impida que un vehículo, al orillarse, caiga por su abertura, ya que en el momento de bajar es difícil detectar su posición. Cabe mencionar que el plano debe ser corregido, puesto que la planta del camino indica que existe un registro con alcantarilla en el punto 25, pero en el sitio se encuentra ubicado entre los puntos 27-28.

Entre los puntos 3 y 4 se ubica un registro que además de captar las aguas de la cuneta existente, capta las aguas que provienen del registro ubicado entre los puntos 27 y 28, que a través de una cuneta o vado de concreto la

evacua a éste registro. Éste registro no es funcional para ésta evacuación pues no cuenta con un elemento que detenga la corriente (quebra gradiente), la cual baja con bastante fuerza debido a la pendiente por la cual se desplaza, tal como se observa en la figura PUN 031-1.



*Figura PUN 031-1. Registro no funcional.*

El desfogue del cabezal ubicado entre los puntos 37 y 38 encausa las aguas hacia una vivienda, esto por su corta longitud.



*Figura PUN 031-2. Desfogue con longitud corta.*

## **PUN 037 Villa Briceño**

La celda se encuentra sobre un camino público en malas condiciones, como se puede ver en la figura PUN 037-1.



*Figura PUN 037-1. Celda sobre camino público.*

## **PUN 041 Limoncito de San Vito**

El paso de aguas no se construyó adecuadamente, pues dificulta el paso del vehículo.



*Figura PUN 041-1. Paso de aguas construido incorrectamente.*

Todo el camino presenta material grueso suelto y bombeo mal definido. Las cunetas naturales y sus salidas de agua están mal conformadas.



**Figura PUN 041-2.** Base del camino y cunetas naturales mal conformadas.



**Figura PUN 044-1.** Camino con material gravoso en la superficie.

## PUN 042 San Vito

Éste sitio no posee un camino, es solo un acceso que se encuentra en buenas condiciones (sobre vía pública); lo único que necesita es mantenimiento pues debe ser desyerbado, como se muestra en la figura PUN 042-1.



**Figura PUN 042-1.** Celda ubicada sobre la vía pública.

## PUN 044 Abrojo

Entre los puntos 9 y 23 la base debería estar estabilizada con la adición de cemento según lo indica el plano de caminos, pero en el sitio se encuentra que la superficie del camino está compuesta por material gravoso suelto en toda su longitud.

El tramo de camino entre los puntos 32 y 35 cuenta con una cuneta a un costado y con el inicio de un talud en el otro. Éste presenta erosión dado que el bombeo del camino es hacia el talud y no hacia la cuneta como debiera ser.

Los taludes presentes en el camino tienen una inclinación cercana a los 90 grados respecto a la horizontal, y con la erosión que están sufriendo en algunos tramos, bloquean la cuneta con el material que se desprende de ellos.



**Figura PUN 044-2.** Erosión de los taludes.

En el interior de los registros se ha depositado material grueso producto del transporte, lo cual puede provocar que la alcantarilla se bloquee.



**Figura PUN 044-3.** Material depositado en el interior del registro.



**Figura PUN 048-1.** Acceso peatonal a la celda.

El tramo entre los puntos 39 y 42 hay una curva cerrada con huellas de concreto para el acceso de los vehículos, dado que también tiene una pendiente mayor al 25%. Por lo cerrado de la curva, al tomarla, los vehículos se salen de las huellas de concreto y patinan por el material suelto que se encuentra en todo el camino.



**Figura PUN 044-4.** Curva cerrada dificulta el ascenso de los vehículos.

## PUN 048 Golfito

Dada la ubicación del lote, el único acceso posible fue mediante la habilitación de gradas hasta la entrada a la celda.

## PUN 050 Drake

Las pendientes de los taludes tienen una inclinación cercana a los 90 grados respecto a la horizontal, esto influye a que junto a la erosión el material del mismo se desprenda y obstruya las cunetas.



**Figura PUN 050-1.** Taludes erosionados.

Parte de la erosión de los taludes se debe al agua pluvial en la corona del talud, cuya pendiente tiene un bombeo hacia el talud como se puede observar en la figura PUN 050-1. Por este desprendimiento de material, el registro tiene material grueso en su interior por el transporte, pues no cuenta con algún dispositivo que impida ésta deposición.

Se observa que el terreno aledaño a la celda construida tiene una elevación mayor que la del interior de la misma, por lo que el agua

evacua hacia su interior provocando el arrastre de material fino.



*Figura PUN 050-2. Material fino dentro de la celda*

## PUN 053 Buenos Aires

Las cajas de registro en el sitio no son funcionales debido a la falta de un elemento que detenga o dirija la corriente de agua hacia el interior de ésta, pues por la velocidad que adquiere debida a la pendiente, el flujo de agua pasa por encima de la caja.

El camino se tuvo que construir sobre un paso de aguas natural existente, para sustituirlo se construyó una alcantarilla con una sola tubería, la cual se considera insuficiente para el caudal que se supone pasa en invierno, evidencia de ello es el surco presente formado por el paso del agua que viene de la montaña, por lo que se debe revisar el diseño hidráulico.



*Figura PUN 053-1. Alcantarilla sustituta del paso de aguas natural.*

Como se observa en la figura PUN 053-1, el vado de concreto que llega al cabezal no se prolonga hasta el pie del talud, por lo que esa sección al descubierto se erosiona, socavando el extremo del vado.

El terreno a un costado de la celda tiene una elevación mayor que el terreno en el interior, por lo que el agua evacua hacia allí, muestra de ello es el material fino depositado dentro de la celda.



*Figura PUN 053-3. Terreno con mayor elevación aledaño a celda.*

## PUN 054 Quebrada Amarilla

Todo el camino se encuentra con material granular suelto y las pendientes presentes son menores al 25%; el acceso vehicular se dificulta.



*Figura PUN 054-1. Camino con material gravoso suelto en todo el trayecto.*

El terreno en la parte superior del talud posee un bombeo hacia el mismo, lo cual produce que toda el agua que recolecta el terreno evacue por el talud, erosionándolo.



*Figura PUN 054-2. Talud con erosión.*

## PUN 055 Manzanillo

Falta de limpieza de las cunetas y mantenimiento en general.  
La entrada al acceso no es como la especificada en plano típicos.



*Figura PUN 055-1. Falta de mantenimiento en general.*



*Figura PUN 055-2. Entrada no adecuada.*

## PUN 051 Drake (repetidor)

Éste sitio no cuenta con un camino de acceso, puesto que se encuentra sobre la vía pública.



*Figura PUN 051-1. Celda sobre la vía pública.*

## Plantilla para Inspección de Caminos

Como resultado final de la inspección de los caminos de acceso a las celdas en las zonas de Guanacaste, Limón y Puntarenas, se confeccionó una plantilla o formato para la inspección de los caminos en proyectos futuros, con el fin de que la experiencia obtenida sea de utilidad en inspecciones posteriores a éste proyecto; además que sirva para unificar criterios de los ingenieros que realicen éstas funciones.



# Análisis de los resultados

## Zona Guanacaste

### GUA 010 Las Juntas Abangares

Los taludes existentes presentan desprendimiento de material, erosión, inestabilidad y socavamiento. Éstos se tienen que mejorar protegiéndolos con:

1. Lechada de concreto, tal como se hizo en una sección de los taludes presentes en el área, junto con una malla electro soldada sujeta con pines incrustados en el terreno.
2. Otra opción es la utilización de un geotextil.

El tramo de camino entre los puntos 15 y 25, está conformado por una base estabilizada según las especificaciones indicadas en el plano, mas en la actualidad se encuentra deteriorada, por lo que se tiene que conformar y estabilizar la base. El bombeo se debe construir hacia la cuneta y no hacia el talud.

### GUA 013 Santa Rita

Esta celda no cuenta con un camino, por lo que el único pendiente que tiene es la limpieza del acceso.

### GUA 015 Quebrada Honda

El acceso a la torre es a través de un paso peatonal turístico de carácter ecológico, por lo que no se puede construir un camino pues se alteraría el paisaje. Lo que se pretende es mejorar el acceso existente, para ello la empresa Alcatel debe dar al ICE una propuesta de cómo

mejorarlo, y al obtener el visto bueno del ICE realizar las obras pertinentes.

### GUA 021 Diríá

La sección del camino entre los puntos 65 y 81 debe conformarse con lastre mejorado con la adición de cemento tal como se indicó en el plano de camino. De igual forma el tramo entre los puntos 145- y 149, pues en la actualidad hay una cama de material suelto, no conforme a lo indicado en planos.

Se debe reconformar el camino según las especificaciones técnicas y a las notas presentes en el plano de caminos.

Las cunetas naturales deben ser reconformadas, pues se han deteriorado.

Los taludes presentes en el camino presentan desprendimiento de material y erosión. Éstos deben ser mejorados mediante la reducción de su inclinación, lechadas de concreto o de un geotextil.

Al inicio del camino de acceso se encuentra el cauce de un río, el cual en invierno imposibilita el paso. Allí se debe construir un paso en para posibilitar el acceso a la celda, inclusive en invierno.

### GUA 025 Porozal

En el plano de caminos, la planta de Ubicación de Puntos de Perfil indica la existencia de cinco tramos con base de toba-cemento, y en las notas indica que se deben proteger las zonas del cordón de caño existente donde hubiese erosión en las curvas.

Todas éstas indicaciones no se ejecutaron en el sitio y en su lugar se encontró un camino muy deteriorado en todo su trayecto. Las observaciones anteriores son aspectos pendientes necesarios a realizar en el camino,

debiendo reconformar los tramos dañados con una base mejorada con la adición de cemento, como lo indica el plano y la construcción de las cunetas pertinentes en los mismos. Además conformar y mejorar la base dañada de todo el camino y probablemente la sub-base también.

El acceso a la celda a través de las huellas de concreto es difícil por su ubicación respecto al camino, por lo que se recomienda ampliar el radio de giro del camino.

## **GUA 026 San Joaquín**

A la fecha de inspección del sitio, el camino se encuentra en buenas condiciones, mas en época de invierno el área donde se encuentra puede tender a inundarse dada su topografía y podría afectar el camino, por lo que el oferente se encuentra en la obligación de realizar la obras necesarias al camino si éste se dañara.

## **GUA 028 San Miguel de Cañas**

El camino de acceso a la celda se encuentra dentro del lote ICE, a pesar de eso no se construyó según las especificaciones, por lo que está pendiente la conformación de la sub-base, base y cunetas del camino.

## **GUA 041 Palmira**

El camino se encuentra dentro del lote ICE y no se ha conformado según las especificaciones. Se debe conformar la sub-base, base y cunetas del camino. Las cunetas deben evacuar las aguas hacia la vía pública.

Actualmente la entrada al lote ICE no cuenta con un portón vehicular, por lo que debe construirse uno.

Dado el bombeo natural del sitio, se tiene que construir una cuneta que borde la celda en su exterior y en el borde del límite entre el lote ICE y la vivienda vecina, con el fin de canalizar las aguas pluviales hacia la vía pública.

## **GUA 047 Santa Rosa**

No es necesario la construcción de un camino de acuerdo a las especificaciones dado que la situación actual del acceso hacia la celda posee condiciones que son mejores o superiores a los requerimientos solicitados por el ICE. Además, el grupo ambiental del parque no permitió hacer el camino según las especificaciones técnicas, que como se mencionó anteriormente no son necesarias.

## **GUA 048 El Roble de Abangares**

La base de todo el camino se debe reconformar, y en el tramo entre los puntos 6-8 la base tiene que ser mejorada con la adición de cemento.

El paso de aguas existente debe ser alargado hasta la vía principal, desembocando en un registro.

## **GUA 052 Peñas Blancas**

Todo el camino presenta una buena conformación, excepto el tramo entre los puntos 17-21, por lo que ésta sección debe conformarse con el mismo material que en el resto de la calzada.

Varios tramos del camino presentan obstrucción de las cunetas y una conformación incorrecta por lo que se debe corregir las cunetas para la adecuada evacuación de las aguas. En la entrada al camino se necesita encausar las aguas correctamente hacia la cuneta de la vía principal.

En la alcantarilla y en la entrada al camino debe construirse un desfogue adecuado para evitar la erosión.

# Zona Limón

## LIM 003 Guápiles

El camino de acceso a la celda se encuentra dentro del lote ICE y no cumple con las especificaciones, por ende, debe reconfirmarse la base del camino con una compactación adecuada. Es necesario el mantenimiento de la alcantarilla en la entrada.

## LIM 006 Cerro Titán

Es necesario el mantenimiento periódico de las cunetas, además se deben cambiar o reparar las piezas dañadas según sea el caso.

Se tiene que conformar bien la base del camino para que éste coincida con el borde de la cuneta y así el agua pluvial llegue a ésta y sea evacuada.

El paso de aguas existente en el sitio se encuentra deteriorado por lo que se debe reparar o reconstruir.

Según el plano de caminos, debajo del portón de acceso a la celda debe haber un recolector de aguas con rejilla metálica, pero en el sitio no se encuentra construido. La pendiente del camino posee un bombeo hacia el interior de la celda. Por lo descrito se debe construir el recolector de aguas debajo del portón de acceso y continuarlo en todo el frente de la celda para evacuar en forma adecuada las aguas hacia un costado de la celda.

El plano indica que en la entrada al camino debe haber un cabezal y un lavadero de concreto, pero no se han construido aún, por lo que es un pendiente a solventar.

Respecto a la superficie de rodamiento del camino, ésta debe reconfirmarse con una sub-base y base acorde a las especificaciones técnicas.

## LIM 010 Penshurt

Es necesario realizar limpieza del área como parte del mantenimiento de la radio base.

Se deben reparar los tramos de cuneta dañados para evitar la erosión del camino.

Para estar conforme a lo indicado en el plano de caminos, el tramo entre los puntos 7 y 24 deben conformarse con una base mejorada con la adición de cemento. En general, se debe reconfirmar la base de toda la longitud del camino pues actualmente se encuentra deteriorado.

Dado el problema de deposición de material grueso en el interior de los registros, se deben colocar rejillas metálicas para evitar ésta situación.

Uno de los registros de las cunetas se tiene que construir adecuadamente según las indicaciones del plano, pues en la actualidad no es así.

## LIM 014 Puerto Viejo Limón

A la fecha se encuentra pendiente la construcción del camino.

Se encuentra en proceso la construcción de la acometida eléctrica subterránea, y sobre ésta se construirá el camino en la misma servidumbre de acceso.

## LIM 017 Siquirres

Debe reconfirmarse la base del camino pues se encuentra muy deteriorado. En especial se debe reconfirmar la base del tramo entre los puntos 27 y 45 mejorándola con la adición de cemento como se indica en los planos.

Las cunetas y registros se encuentran obstruidos con material grueso, por lo que ambos tienen que limpiarse, y en los registros es necesario colocar rejillas metálicas para que no se deposite el material grueso en el interior.

En algunos tramos del camino los taludes presentan desprendimiento de material, por lo que se deben proteger y mejorar disminuyendo la inclinación de los mismos o con la utilización de lechadas de concreto o un geotextil.

## LIM 018 Parque Braulio Carrillo

Se deben conformar las cunetas naturales en el tramo del camino hacia la salida para que el agua pluvial corra por éstas y no por el camino.

Se debe desalojar el material depositado en la entrada del camino de acceso.

Está pendiente la construcción de las jardineras, el vestíbulo del camino y el portón de acceso, según lo acordado con el MINAE.

## Zona Puntarenas

### PUN 008 Salinas

Toda la longitud del camino tiene una superficie de material granular suelto, lo que incumple con las especificaciones técnicas; por lo que se tiene que conformar y mejorar la base con la adición de cemento, pues aunque las pendientes son menores al 25%, son pendientes altas entre el 17% y el 24%.

Los registros construidos en el sitio carecen de un elemento que detenga el paso de la corriente y funcione como quiebra gradientes.

A los registros en la entrada del camino se le deben colocar una tapa, malla, rejilla metálica o algún dispositivo para evitar un posible accidente.

### PUN 012 Malpaís

El camino de acceso hacia la celda es una vía pública, por lo que la empresa Alcatel no está comprometida a reconformar el camino. A pesar de ello, la vía en la actualidad se encuentra altamente deteriorada en todos sus elementos: cunetas, calzada, sub-base, base, salidas de agua.

En la medida de lo posible se debe mejorar el camino público, pues se dificulta el acceso a la celda; y a futuro podría imposibilitarse la entrada a la misma.

Los pasos de agua construidos en concreto a lo largo del camino carecen de un dispositivo que impida que la corriente de agua continúe su recorrido por la cuneta, por lo que se debe construir un tipo de registro o elemento que funcione como quiebra gradientes deteniendo el agua y haciendo que ésta corra por el paso de aguas.

Debido a que el tramo de camino entre los puntos 62 y 64 posee una pendiente con bombeo hacia el interior de la celda, se debe

construir una cuneta con rejilla metálica en la parte frontal de la celda y a un costado para evacuar las aguas fuera de la celda.

### PUN 013 Montezuma

Al ingresar al camino se encuentra una tubería de evacuación de aguas inadecuada, por lo que se debe construir un registro al final de la tubería y cubrir con material la parte del tubo expuesto.

Se debe volver a trazar la cuneta natural pues no se encuentra correctamente definida.

La cuneta de concreto en el tramo al pie del talud no está cumpliendo su función recolectora de aguas, por lo que se debe reconstruir con niveles adecuados.

Se tiene que reconformar la base del camino entre los puntos 11 y 12.

### PUN 016 Lepanto

A la fecha de la inspección el acceso se encuentra en buenas condiciones, pero dada la topografía del área donde se ubica, puede que en época de invierno se inunde, por lo que el oferente se encuentra en la obligación de realizar las obras necesarias para reparar el camino en caso de que se dañe.

### PUN 020 Cambronero

Parte del material utilizado en la construcción de la celda sigue en el sitio, el cual debe ser desalojado de la zona.

Las cunetas naturales se deben ampliar y conformar con cortes bien definidos para que cumplan su función recolectora de aguas.

En el punto 55 según el plano de caminos se encuentra un paso de aguas. Al final de éste, el terreno se está erosionando, por lo que se debe construir un desfogue adecuado.

En el trayecto hacia la salida se encuentra un poste de concreto cuya base se está falseando debido a la erosión producto del agua que transporta la cuneta natural. Se debe construir un dado de concreto para protegerlo.

En los tramos de camino con cuneta y talud en sus extremos la base no posee un bombeo hacia la cuneta, por lo que se debe conformar ésta para que el bombeo sea hacia la cuneta y no hacia el talud.

Se tiene que construir un paso de aguas en concreto entre los puntos 14 y 15, antes del existente en el punto 13, en vista que este último no está cumpliendo con su función, pues entre los puntos 14 y 15 se formó un paso de aguas natural; evidencia de ello es el rastro de material fino que atraviesa el camino.

El paso de aguas existente en el punto 115 debe ser reconstruido pues se encuentra deteriorado.

## **PUN 027 Matapalo**

Actualmente el camino se encuentra deteriorado, por lo que se debe reconfigurar la base según las especificaciones técnicas.

## **PUN 031 El Brujo**

La base del camino entre los puntos 16 y 20 debe conformarse de manera que el bombeo sea hacia la cuneta y no hacia el talud, esto para evitar su erosión.

Toda la base del camino debe ser reconformada pues a lo largo de su trayecto se encuentra material granular suelto; situación que dificulta el acceso desde el punto 5 hasta la entrada a la celda. El tramo entre los puntos 14 y 20 debe ser mejorado con la adición de cemento conforme la indicación de los planos.

Entre los puntos 27 y 28 se ubica un registro al cual se le debe proveer un dispositivo o elemento que impida que un vehículo caiga en su abertura al orillarse demasiado.

El plano de caminos debe ser corregido dado que indica que en el punto 25 se encuentra un registro con alcantarilla, mas éste sitio se ubica entre los puntos 27 y 28.

Entre los puntos 3 y 4 se hay un registro que carece de un elemento que detenga la corriente, por lo que se le debe ampliar la pared del registro para que funcione como quiebra gradientes.

El desfogue del cabezal entre los puntos 37 y 38 debe ampliarse para evitar que encauce las aguas hacia la vivienda vecina.

## **PUN 037 Villa Briceño**

La celda se encuentra al lado de la vía pública, por lo que no cuenta con un camino de acceso a inspeccionar.

## **PUN 041 Limoncito de San Vito**

El paso de agua es angosto y profundo en comparación con los pasos de agua construidos en otros caminos; aunque es funcional, se supone que su profundidad y ancho debe ser lo necesariamente pronunciado para que el paso de vehículos no sea incómodo. Así, el paso debería reconstruirse con mayor ancho y menor profundidad, tomando como referencia los ya construidos pues los planos de caminos no cuentan con un detalle constructivo con dimensiones.

Toda la base del camino incumple las especificaciones técnicas, por lo que se debe reconformar la base con el bombeo adecuado.

Se deben mejorar las cunetas naturales y salidas de agua pues en la actualidad se encuentran deterioradas; en especial entre los puntos 23 y 26.

## **PUN 042 San Vito**

La celda se encuentra al lado de la vía pública, por lo que no cuenta con un camino de acceso a inspeccionar.

## **PUN 044 Abrojo**

El tramo de camino entre los puntos 9 y 23 debe acondicionarse con una base mejorada con la adición de cemento conforme a lo indicado en los planos, para eliminar el material granular suelto presente en toda su longitud.

Se tiene que conformar la base del camino entre los puntos 32 y 35 para que el bombeo escurra las aguas hacia la cuneta del camino y no hacia el talud, evitando su erosión.

Referente a los taludes presentes en el camino, se les debe disminuir la pendiente o mejorar la superficie con el uso de lechadas de concreto o de un geotextil para protegerlos.

En los registros se tienen que colocar rejillas metálicas para evitar que material grueso se deposite en el interior.

Para solucionar el problema de la curva cerrada entre los puntos 39 y 42, es necesario construir un descanso de concreto en el tramo comprendido entre los puntos 40 y 42, haciendo que las huellas lleguen a él. Así, los vehículos no toman una curva tan cerrada y pueden subir sin dificultad.

## **PUN 048 Golfito**

Dada la ubicación del lote, el único acceso posible es mediante la habilitación de unas gradas hasta la entrada a la celda a las cuales se les debe dar un mantenimiento periódico.

## **PUN 050 Drake**

Se debe disminuir la pendiente de los taludes del camino o mejorar su superficie con el uso de lechadas de concreto o de un geotextil para protegerlos. En la actualidad presentan erosión y desprendimiento de material.

De no protegerse como se indicó, se debe construir una cuneta en la corona del talud para dirigir las aguas que caen sobre el terreno en la corona hacia un registro, con lo que se evitaría que el agua corra por la superficie del talud.

Se debe dirigir correctamente el bombeo del camino hacia la cuneta y no hacia el talud como sucede en la actualidad.

Al registro en la entrada del camino es necesario colocarle una rejilla metálica para evitar que el material grueso se deposite en su interior.

Parte del terreno aledaño a la celda tiene una elevación mayor al del interior de la celda por lo que se necesita construir una cuneta en ese costado con el fin de recolectar las aguas pluviales.

## **PUN 053 Buenos Aires**

Los registros no son funcionales pues se debe construir una pared adecuada que funcione como quiebra gradientes.

Parte del camino se construyó sobre un paso natural de las aguas provenientes de la montaña. Se construyó una alcantarilla con una sola tubería, la cual se considera insuficiente para el caudal que corre en invierno. Se debe revisar el diseño hidráulico para confirmar que la tubería actual es suficiente para el paso del caudal en invierno.

Otra opción es eliminar la alcantarilla y construir un paso de agua lo suficientemente ancho para el paso del agua y de los vehículos.

El agua está socavando el vado de concreto del cabezal en la alcantarilla, por lo que se debe prolongar el vado hasta el pie del talud.

A un costado de la celda, se debe construir una cuneta que colecte las aguas provenientes del terreno con mayor elevación en ese costado.

## **PUN 054 Quebrada Amarilla**

Se debe conformar la base del camino según las especificaciones técnicas, eliminando el material suelto en la superficie.

El talud presente en el camino sufre erosión debido al agua que cae sobre el terreno en la corona del talud y que evacua por la superficie del mismo. Es necesario construir una cuneta en la corona del talud para que capte las aguas pluviales, las dirija hacia un registro y de ahí a la cuneta.

Otra solución es mejorar la superficie del talud con el uso de lechadas de concreto o de un geotextil para protegerlos.

## **PUN 055 Manzanillo**

Se debe construir la entrada según lo especificado en planos típicos.

Se debe realizar el mantenimiento periódico a la celda, para conservar la limpieza del sitio.

## PUN 051 Drake (repetidor)

Éste sitio no cuenta con un camino de acceso puesto que se encuentra al lado de la vía pública.

## Plantilla para Inspección de Caminos

La plantilla elaborada será utilizada para realizar una auditoria de estado de los caminos ya construidos o mejorados para el acceso a las celdas construidas. Esta inspección es con el fin de identificar todos aquellos aspectos que pudiesen no cumplir con las especificaciones técnicas, los cuales deberían ser corregidos para la aceptación del sitio por parte de ICE.

La plantilla inicia con la identificación del tipo de camino, el cual puede ser un camino construido exclusivamente para el acceso a la celda o un camino existente mejorado para facilitar el tránsito por el mismo.

El formato cuenta con las siguientes columnas:

1. **Item:** Hace referencia a una clasificación general de los aspectos a revisar.
2. **Tipo:** Indica los elemento que se inspeccionaran para definir su condición respecto a las especificaciones técnicas y a lo indicado en los planos aprobados.
3. **Material:** Indica el material del cual puede estar constituido el elemento a inspeccionar, tal es el caso de las cunetas las cuales pudieron ser construidas en concreto o haber sido rayadas sobre el terreno.
4. **Estado:** Aquí hay dos opciones; bien si las condiciones del elemento cumplen con las especificaciones técnicas o lo indicado en los planos, o mal si no cumple con lo estipulado.
5. **Cantidad:** Se debe indicar el número de elementos que cumplen con la condición de bien o mal.
6. **Dimensión:** Indica la unidad de medida.
7. **Ubicación según derrotero de camino:** Identifica el elemento inspeccionado en el campo contra el indicado en el plano con los puntos del derrotero presente en la lámina, con lo que se ubica el elemento a corregir de ser el caso.
8. **Observaciones:** Espacio para que el inspector indique algún aspecto que considere importante resaltar del elemento revisado.  
La columna de ítem contempla la siguiente clasificación:
  - I. **Elementos típicos:** Hace referencia a elementos tales como son los cabezales, las alcantarillas, registros, salidas de agua, pasos de agua, y cunetas; para las cunetas se utiliza como dimensión el tramo, pues se indica como cantidad de segmentos dañados, ubicándolos con los puntos del derrotero.
  - II. **Camino:**
    - a. **Estado de la base:** indica los tres estados en los que se puede encontrar la base, en terreno natural, lastre o base con lastre mejorado con la adición de cemento.
    - b. **Bombeo:** éste es correcto si la evacuación de las aguas es hacia la cuneta y no hacia el talud ladera abajo.
    - c. **Tramos a mejorar:** se debe entender como los tramos del camino cuya base tiene un material que se considera debiera ser mejor. Por ejemplo que esté conformado con lastre y por varios factores se considera que debiera ser lastre mejorado con la adición de cemento.
    - d. **Ancho promedio:** se tiene que indicar el ancho del camino en tramos rectos y en las curvas.
  - III. **Taludes sobre y por debajo del camino:**
    - a. **Inclinación:** indicar el ángulo de inclinación del talud respecto a la horizontal.
    - b. **Protección existente:** indica si los taludes presentes en el camino cuentan con algún tipo de protección, la cual puede ser una lechada de concreto, un geotextil o geomalla, o bien algún otro sistema.
    - c. **Erosión:** se tiene que identificar si los taludes presentan erosión y si ésta es leve, es decir, apenas y se nota, o si es grave, que se encuentra muy pronunciada.



**Figura 1.** Indica el talud sobre el camino con color rojo y el talud debajo del camino con color azul.

La figura 1 muestra lo que se entiende por talud sobre y por debajo del camino.

# Conclusiones

Una vez efectuada la inspección de los caminos hacia las celdas en las zonas de Guanacaste, Limón y Puntarenas, se ha detectado que los daños encontrados son similares entre los distintos accesos.

Los aspectos observados que son comunes en los distintos sitios se enlistan a continuación:

- Taludes: en la mayoría de los caminos se presentan con un ángulo de pendiente respecto a la horizontal de aproximadamente 90 grados. En la actualidad muestran desprendimientos de material y erosión debido a la falta de protección.
- Base de la calzada: según las especificaciones técnicas, la base debe compactarse al 95% Proctor Estándar. La mayoría de los caminos presentan una base erosionada o mal conformada, con una superficie de material granular suelto.
- Incumplimiento respecto a lo indicado en planos: algunos caminos se presentan disconformidades con lo que se indica en los planos. Tal es el caso de tramos de caminos que en los planos se indican con base mejorada con la adición de cemento mas en el sitio no se cumple.
- Bombeos inadecuados: evacuación de las aguas pluviales hacia el talud y no hacia la cuneta.
- Cunetas naturales mal definidas: las cunetas hechas por rayado de motoniveladoras sobre el terreno no cumplen su función.

Junto al trabajo de campo se realizó un informe para el ICE, Sección de Obras Civiles y Ejecución de Proyectos, el cual será entregado a la empresa Alcatel como la lista de pendientes a solucionar durante el período de mantenimiento de los sitios(Ver apéndices).

Con los aspectos observados de los caminos mencionados anteriormente se confecciona una plantilla para la inspección de caminos el cual unificará y estandarizará los criterios de inspección de los ingenieros que efectúen esta labor en proyectos futuros.

Con respecto a la pendiente de los caminos, en las especificaciones del cartel se indica que se debe mejorar la base con la adición de cemento solo para pendientes mayores al 25%; se considera que éste valor es muy alto por lo que se recomienda revisar el diseño ya que en los sitios una pendiente cercana al 25% provoca dificultades a los vehículos para el acceso a las celdas.

# Apéndices

## Apéndice 1

Informe resumen de los pendientes de caminos de los sitios para el ICE.

## Apéndice 2

Cuadro resumen de tipo de camino de las celdas.

## Apéndice 3

Cuadro resumen de los anteproyectos de cada sitio.

## Apéndice 4

Informe presentado a la empresa Alcatel de los pendientes de caminos y sitios.

# Anexos

## Anexo 1

Informe de inspección realizada antes de diciembre 2003.

## Anexo 2

Cuadro resumen de la inversión para el proyecto 400 K GSM.

## Anexo 3

Especificaciones técnicas del cartel para los caminos a construir o mejorar.

## Anexo 4

Planos de caminos de los sitios inspeccionados en la zonas de Guanacaste, Puntarenas y Limón.

## Anexo 5

Planos de catastro de los sitios inspeccionados en la zonas de Guanacaste, Puntarenas y Limón.

# Glosario

**Alcatel:** Empresa adjudicada del proyecto GSM 400 K.

**Bombeo:** Inclinación que se le forma a la calzada en el sentido transversal del camino para la evacuación de las aguas pluviales hacia las cunetas.

**Celda:** nombre que se le da al lugar donde se construyó la radio base celular.

**GSM:** Siglas en inglés para Global System Mobile.

**ICE:** Instituto Costarricense de Electricidad.

**Pendiente:** Inclinación que se le forma al camino en el sentido longitudinal.

**Pendiente:** término utilizado para referirse a los aspectos a solucionar en los sitios.

**Radio Base Celular:** nombre que se le da al lugar en donde se instala la torre y equipos para la transmisión celular, protegidos mediante un cerramiento en mampostería o malla ciclón del área de construcción.

**Sitio:** Otro nombre con el que se define el término celda.

**UEN:** Siglas para Unidad Estratégica de Negocios.

# Referencias

González, A.; Brenes, E. Y Zamora, S. 2003.  
**PENDIENTES ADICIONALES DE  
CAMINOS AMBIENTALES Y  
OPERATIVOS POR CORREGIR  
DURANTE EL PERIODO DE  
MANTENIMIENTO.** San José ICE.  
Informe personal.

Domian, M. 2004. **ESTADO DE  
DOCUMENTACIÓN DE CAMINOS.** San  
José ICE. Informe profesional.

Subgerencia de Gestión Administrativa. 2002.  
**INVERSIÓN EN ADQUISICIONES 400  
KL.** San José ICE. Informe profesional.